



ИД «Академия Естествознания»

СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Научный журнал

№ 2 2026

/// — /// — ///

MODERN HIGH TECHNOLOGIES

Scientific journal

No. 2 2026



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** от 16.10.2015.

«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.,

Дудкина Н. А.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.х.н. к.ф.-м.н., проф. **Алоев В. З.** (Нальчик); д.т.н., проф. **Ахтулов А. Л.** (Омск); д.т.н., проф. **Байв А. С.** (Санкт-Петербург); д.п.н., к.х.н., проф. **Безрукова Н. П.** (Красноярск); д.п.н., доцент **Бобыкина И. А.** (Челябинск); д.г.-м.н. к.т.н., проф. **Бондарев В. И.** (Екатеринбург); д.псх.н., проф. **Долгова В. И.** (Челябинск); д.т.н., доцент **Дубровин А. С.** (Воронеж); д.п.н., доцент **Евтушенко И. В.** (Москва); д.п.н. к.ф.-м.н., проф. **Ефремова Н. Ф.** (Ростов-на-Дону); д.т.н., проф. **Иванова Г. С.** (Москва); д.т.н., проф. **Калмыков И. А.** (Ставрополь); д.ф.-м.н. **Катаева Л. Ю.** (Нижегород); д.псх.н. к.п.н., доцент **Кибальченко И. А.** (Таганрог); д.п.н., к.т.н., проф. **Козлов О. А.** (Москва); д.т.н., проф. **Козлов А. М.** (Липецк); д.т.н., профессор **Козловский В. Н.** (Самара); д.т.н., доцент **Красновский А. Н.** (Москва); д.т.н., доцент **Кузьяков О. Н.** (Тюмень); д.п.н., проф. **Куликовская И. Э.** (Ростов-на-Дону); д.ф.-м.н., доцент **Ломазов В. А.** (Белгород); д.т.н., доцент **Лубенцов В. Ф.** (Краснодар); д.т.н., проф. **Мадера А. Г.** (Москва); д.п.н., к.филос.н., проф. **Матис В. И.** (Барнаул); д.п.н., проф. **Микерова Г. Ж.** (Краснодар); д.т.н., к.ф.-м.н. **Мишин В. М.** (Ставрополь); д.п.н., к.б.н., проф. **Моисеева Л. В.** (Екатеринбург); д.т.н., проф. **Мурашкина Т. И.** (Пенза); д.т.н., проф. **Надеждин Е. Н.** (Москва); д.ф.-м.н., проф. **Никонов Э. Г.** (Дубна); д.т.н., проф. **Осипов Г. С.** (Южно-Сахалинск); д.т.н., проф. **Пивень В. В.** (Тюмень); д.т.н. **Попов В. Н.** (Москва); д.п.н., проф. **Рахимбаева И. Э.** (Саратов); д.т.н., проф. **Рогачев А. Ф.** (Волгоград); д.т.н., проф. **Сердобинцев Ю. П.** (Волгоград); д.э.н., проф. **Сихимбаев М. Р.** (Караганда); д.т.н., проф. **Скрыпник О. Н.** (Беларусь, Минский район, агрогородок Колодищи); д.п.н., проф. **Собянин Ф. И.** (Белгород); д.т.н., проф. **Страбыкин Д. А.** (Киров); д.т.н., проф. **Сугак Е. В.** (Красноярск); д.п.н., проф. **Ульянова И. В.** (Москва); к.т.н., доцент **Хайдаров А. Г.** (Санкт-Петербург); д.п.н., проф. **Хода Л. Д.** (Нерюнгри); д.т.н., проф. **Часовских В. П.** (Екатеринбург); д.т.н., проф. **Ченцов С. В.** (Красноярск); д.ф.-м.н., проф. **Ширапов Д. Ш.** (Улан-Удэ); д.т.н., проф. **Шишков В. А.** (Самара)

ISSN 1812–7320

Электронная версия: top-technologies.ru/ru

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

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 1,279

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,523

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, обл. Пензенская, г. Пенза, ул. Московская, влд. 27

Типография

ООО «НИИ Академия Естествознания»

410035, г. Саратов, ул. Мамонтовой, 5

E-mail

edition@rae.ru

Телефон

+7 (499) 705-72-30

Подписано в печать

27.02.2026

Дата выхода номера

31.03.2026

Формат

60x90 1/8

Усл. печ. л.

31,75

Тираж

1000 экз.

Заказ

СНТ 2026/2

Распространяется по свободной цене

© 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** dated October 16, 2015.

"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.,
Dudkina N. A.

EDITORIAL BOARD

D.Sc., C.Sc., Prof. **Aloev V. Z.** (Nalchik); D.Sc., Prof. **Akhtulov A. L.** (Omsk); D.Sc., Prof. **Bajov A. S.** (St. Petersburg); D.Sc., C.Sc., Prof. **Bezrukova N. P.** (Krasnoyarsk); D.Sc., Docent **Bobykina I. A.** (Chelyabinsk); D.Sc., Prof. **Bondarev V. I.** (Ekaterinburg); D.Sc., Prof. **Dolgova V. I.** (Chelyabinsk); D.Sc., Prof. **Dubrovina A. S.** (Voronezh); D.Sc., Docent **Evtushenko I. V.** (Moscow); D.Sc., C.Sc., Prof. **Efremova N. F.** (Rostov-on-Don); D.Sc. **Ivanova G. S.** (Moscow); D.Sc., Prof. **Kalmykov I. A.** (Stavropol); D.Sc. **Katayeva L. Yu.** (Nizhny Novgorod); D.Sc. C.Sc., Docent **Kibalchenko I. A.** (Taganrog); D.Sc., C.Sc., Prof. **Kozlov O. A.** (Moscow); D.Sc., Prof. **Kozlov A. M.** (Lipetsk); D.Sc., Prof. **Kozlovsky V. N.** (Samara); D.Sc. **Krasnovsky A. N.** (Moscow); D.Sc., Docent **Kuzyakov O. N.** (Tyumen); D.Sc., Prof. **Kulikovskaya I. E.** (Rostov-on-Don); D.Sc., Docent **Lomazov V. A.** (Belgorod); D.Sc., Docent **Lubentsov V. F.** (Krasnodar); D.Sc., Prof. **Madera A. G.** (Moscow); D.Sc. C.Sc., Prof. **Matis V. I.** (Barnaul); D.Sc., Prof. **Mikserova G. J.** (Krasnodar); D.Sc., C.Sc. **Mishin V. M.** (Stavropol); D.Sc., C.Sc., Prof. **Moiseeva L. V.** (Ekaterinburg); D.Sc., Prof. **Murashkina T. I.** (Penza); D.Sc., Prof. **Nadezhdin E. N.** (Moscow); D.Sc., Prof. **Nikonov E. G.** (Dubna); D.Sc., Prof. **Osipov G. S.** (Yuzhno-Sakhalinsk); D.Sc., Prof. **Piven V. V.** (Tyumen); D.Sc., D.Sc. **Popok V. N.** (Moscow); D.Sc., Prof. **Rakhimbaeva I. E.** (Saratov); D.Sc., Prof. **Rogachev A. F.** (Volgograd); D.Sc., Prof. **Serdobintsev Yu. P.** (Volgograd); D.Sc., Prof. **Sikhimbaev M. R.** (Karaganda); D.Sc., Prof. **Skrypnik O. N.** (Belarus, Minsk District, Kolodishchi agricultural town); D.Sc., Prof. **Sobyanin F. I.** (Belgorod); D.Sc., Prof. **Strabykin D. A.** (Kirov); D.Sc., Prof. **Sugak E. V.** (Krasnoyarsk); D.Sc., Prof. **Ulyanova I. V.** (Moscow); C.Sc., Docent **Khaidarov A. G.** (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. **Shirapov D. Sh.** (Ulan-Ude); D.Sc. **Shishkov V. A.** (Samara)

ISSN 1812–7320

Electronic version: top-technologies.ru/ru

Rules for authors: top-technologies.ru/ru/rules/index

Impact-factor RISQ (two-year) = 1,279

Impact-factor RISQ (five-year) = 0,523

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 region, Penza, Moskovskaya st., bldg. 27		
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	27.02.2026	Number issue date	31.03.2026
Format	60x90 1/8	Conditionally printed sheets	31,75
Circulation	1000 copies	Order	CHT 2026/2

Distribution at a free price

© 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

ОВЕРЛЕЙНАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕГРАЦИИ СТЕКА ЦИФРОВЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА <i>Головнин О. К., Чекина Е. В., Иванова Д. М., Тюлюнова Е. А.</i>	10
МЕТОДЫ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В ЗАДАЧЕ АВТОНОМНОЙ НАВИГАЦИИ ПО ПАРАМЕТРАМ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ <i>Гришкин В. М., Каткова Е. А.</i>	17
ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА НА ФОРМИРОВАНИЕ НАДМОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ <i>Данзанова Е. В., Куркина И. И.</i>	23
АЛГОРИТМЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРОСТРАНСТВЕННО ПРИВЯЗАННЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ В ЗАДАЧЕ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИМ СОПРОВОЖДЕНИЕМ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ <i>Егунова А. И., Сидоров Д. П., Егунова О. И., Ямашкин С. А., Вечканова Ю. С.</i>	29
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ ГЛОБАЛЬНО РАСПРЕДЕЛЕННОЙ АДАПТИВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОТОКОВ ДАННЫХ <i>Ермаков С. Р.</i>	35
К ВОПРОСУ О ПРОЕКТИРОВАНИИ НЕЙРОРЕДАКТОРА ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ СЕРВИСА ОБМЕНА СООБЩЕНИЯМИ <i>Иванова Н. А., Кубанских О. В., Михалева О. А.</i>	42
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦЕПИ ПОСТАВОК В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ И ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ <i>Михайлова С. А., Горшков К. А.</i>	48
МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕМА ФИНАНСИРОВАНИЯ ПЕНСИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЛОЖЕННОЙ ОДНОРОДНОЙ КУСОЧНО-ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ <i>Носков С. И., Медведев А. П.</i>	56
СТРАТИФИКАЦИЯ РИСКОВ В ТРАНСПОРТНОМ ПОТОКЕ: ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ И ГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ КОНФЛИКТНЫХ СИТУАЦИЙ <i>Подберёзкин А. А., Остроух А. В., Пронин Ц. Б., Борзенков А. М., Шмонин А. М.</i>	63
УПРАВЛЕНИЕ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКОЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ РАСХОДА ТОПЛИВА НА РЕЖИМЕ ЧАСТИЧНОЙ МОЩНОСТИ <i>Пухов А. А., Черный С. П.</i>	69

КОНЦЕПЦИЯ АППАРАТНОГО УСКОРЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ
КОМБИНАТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Тырышкин С. Ю. 78

АНАЛИЗ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ
В КОНТЕКСТЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Угрюмов И. А., Царькова Н. И. 85

СТРАТЕГИЯ ИНСТРУМЕНТООБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ
АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Хисамутдинов Р. М., Рябов Е. А., Ступко В. Б. 92

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
И ОБУЧЕНИЯ

Худасова О. Г., Иващук О. А., Шеметова О. М.,
Маматов А. В., Федоров В. И., Нестерова Е. В. 98

Педагогические науки (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)

СТАТЬИ

ИНТЕГРАЦИЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС

Белая Т. И., Бабюк Ю. 104

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ
ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПРОДВИЖЕНИЮ САЙТОВ

Беспалько А. А., Строганова Н. В., Тоцев А. П., Тутынина О. И. 110

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРЕПОДАВАНИЯ РУССКОГО
ЯЗЫКА ОБУЧАЮЩЕМУСЯ КОНТИНГЕНТУ НАМИБИИ

Виниченко М. А., Мариус Хедимби, Паулус Шеетекела, Махова А. А. 117

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА
ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ

Воищева Э. Л., Захарова М. А., Ларина И. Б., Нехороших Н. А. 124

ФОРМИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ
ИНТЕГРАТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ СПОРТИВНЫХ ПЕДАГОГОВ

Губарева Н. В. 131

СХОДСТВА И ПРОТИВОРЕЧИЯ В ОЦЕНКЕ СОЦИАЛЬНОЙ
КОМПЕТЕНТНОСТИ УЧАЩИХСЯ 5–9 КЛАССОВ: СОПОСТАВЛЕНИЕ
САМООЦЕНКИ И ОЦЕНОК ЗАКОННЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ

Емельянова Э. Л. 137

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕННОСТНОГО ОТНОШЕНИЯ
К ЗДОРОВОМУ ОБРАЗУ ЖИЗНИ У ОБУЧАЮЩИХСЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ
НАПРАВЛЕНИЙ В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

Ефремова И. В., Поваляева О. Н., Щучка Т. А. 143

СУЩНОСТЬ И СТРУКТУРА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ШКОЛЬНИКОВ

Кебалова Л. А. 154

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	
<i>Конколь М. М., Слесарев М. А., Марьина Е. Д., Черная С. Н.</i>	161
ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ДИЗАЙНЕРСКОГО МЫШЛЕНИЯ У ОБУЧАЮЩИХСЯ 5-7 КЛАССОВ В ПРОЦЕССЕ ОБРАБОТКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА УРОКАХ ТРУДА (ТЕХНОЛОГИИ)	
<i>Кочеткова М. О.</i>	172
ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА РАЗВИТИЕ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ У СТУДЕНТОВ УНИВЕРСИТЕТА	
<i>Лазорак О. В.</i>	182
ИНТЕГРАЦИЯ ДИАЛОГОВОГО АССИСТЕНТА GIGASNAT В ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ	
<i>Левина Е. А., Вишленкова С. Г.</i>	189
ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
<i>Левина Е. Ю., Голубь И. Б.</i>	198
ИСКУССТВО ГРАВЮРЫ КАК СПОСОБ РАЗВИТИЯ ХУДОЖЕСТВЕННО- ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ УЧАЩИХСЯ СРЕДНИХ ШКОЛ КИТАЯ	
<i>Ли Цяо</i>	204
ПРОБЛЕМА ИЗМЕНЕНИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ В СООТВЕТСТВИИ С ИДЕЯМИ И ЦЕЛЯМИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	
<i>Осипова С. И.</i>	210
МЕТОДИКА РАЗВИТИЯ SOFT SKILLS И МЕТАНАВЫКОВ В ХОДЕ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ СХЕМОТЕХНИКИ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПАСЕЧНЫХ МАКЕТНЫХ ПЛАТ	
<i>Павлович В. Е., Душкин А. А.</i>	216
ЭВОЛЮЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ОБУЧЕНИЯ	
<i>Подлипский О. К.</i>	224
ФОРМИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ У СТАРШЕКЛАССНИКОВ ЧЕРЕЗ ПРОЕКТНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ПРОБАХ	
<i>Потапов А. А., Семенников А. В.</i>	230
МОДЕЛЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО САМОРАЗВИТИЯ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ СРЕДСТВАМИ СОЦИОЛОГИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН	
<i>Проданцов К. С.</i>	235
ЛИНГВОДИДАКТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕССЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНОЯЗЫЧНОЙ ФОНЕТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ	
<i>Хорошилова С. П.</i>	244
ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОГО МЕГАЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ КУРСАНТОВ ВОЕННЫХ ВУЗОВ	
<i>Шалимов Д. Д.</i>	249

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

AN OVERLAY MODEL FOR INTEGRATING A STACK OF DIGITAL INTELLIGENT SOLUTIONS FOR ASSESSING KEY PERFORMANCE INDICATORS OF PRODUCTION <i>Golovnin O. K., Chekina E. V., Ivanova D. M., Tyulyunova E. A.</i>	10
FUZZY LOGIC METHODS IN THE PROBLEM OF AUTONOMOUS NAVIGATION BASED ON THE PARAMETERS OF SPATIAL GEOPHYSICAL FIELDS <i>Grishkin V. M., Katkova E. A.</i>	17
THE INFLUENCE OF LOW AMBIENT TEMPERATURES ON THE FORMATION OF THE SUPRAMOLECULAR STRUCTURE OF WELDED JOINTS IN POLYETHYLENE PIPE <i>Danzanova E. V., Kurkina I. I.</i>	23
CLUSTERING ALGORITHMS FOR PROCESSING SPATIALLY LINKED STATISTICAL DATA IN THE TASK OF MANAGING USER SUPPORT FOR MULTIFUNCTIONAL CENTERS <i>Egunova A. I., Sidorov D. P., Egunova O. I., Yamashkin S. A., Vechkanova Yu. S.</i>	29
EXPERIMENTAL STUDY OF INTELLIGENT SYSTEMS RELIABILITY USING GLOBALLY DISTRIBUTED ADAPTIVE DATA STREAM PROCESSING METHODS <i>Ermakov S. R.</i>	35
ON THE ISSUE OF DESIGNING A NEURO-IMAGE EDITOR FOR A MESSAGING SERVICE <i>Ivanova N. A., Kubanskikh O. V., Mikhaleva O. A.</i>	42
SIMULATION MODELING OF THE SUPPLY CHAIN UNDER CONDITIONS OF INFORMATIVE DEFICIENCY AND DECENTRALIZED DECISION-MAKING <i>Mikhailova S. A., Gorshkov K. A.</i>	48
MODELING OF THE PENSION FINANCING VOLUME USING A NESTED HOMOGENEOUS PIECEWISE LINEAR REGRESSION <i>Noskov S. I., Medvedev A. P.</i>	56
RISK STRATIFICATION IN TRAFFIC FLOW: A STUDY OF NEURAL NETWORKS AND GENETIC CLUSTERING FOR CONFLICT DETECTION <i>Podberezkin A. A., Ostroukh A. V., Pronin C. B., Borzenkov A. M., Shmonin A. M.</i>	63
CONTROL OF A DIESEL GENERATOR SET TO REDUCE FUEL CONSUMPTION IN PARTIAL POWER MODE <i>Pukhov A. A., Chernyy S. P.</i>	69
CONCEPT OF HARDWARE ACCELERATION IN SOLVING COMBINATORIAL OPTIMISATION PROBLEMS IN AUTOMATED PROCESS CONTROL SYSTEMS <i>Tyryshkin S. Yu.</i>	78

ANALYSIS OF POWER SYSTEM MEASUREMENT DATA IN THE CONTEXT OF MACHINE LEARNING

Ugryumov I. A., Tsarkova N. I. 85

THE STRATEGY OF INSTRUMENT SUPPORT FOR AUTOMOTIVE ENTERPRISES IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION OF PRODUCTION SYSTEMS

Khisamutdinov R. M., Ryabov E. A., Stupko V. B. 92

AUTOMATED SYSTEM OF SCIENTIFIC RESEARCH AND TRAINING

*Khudasova O. G., Ivaschuk O. A., Shemetova O. M.,
Mamatov A. V., Fedorov V. I., Nesterova E. V.* 98

Pedagogical sciences (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)

ARTICLES

INTEGRATION OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO THE EDUCATIONAL PROCESS

Belaya T. I., Babuk Yu. 104

USING NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF TRAINING STUDENTS IN SITE PROMOTION

Bespalko A. A., Stroganova N. V., Toshev A. P., Tutynina O. I. 110

THE SPECIFICS OF THE ORGANIZATION OF RUSSIAN LANGUAGE TEACHING TO THE NAMIBIAN TRAINING CONTINGENT

Vinichenko M. A., Marius Hedimbi, Paulus Sheetekela, Makhova A. A. 117

DIGITAL TECHNOLOGIES AS A MEANS OF IMPROVING THE QUALITY OF PRACTICAL TRAINING OF FUTURE TEACHERS

Voishcheva E. L., Zakharova M. A., Larina I. B., Nekhoroshikh N. A. 124

DEVELOPING RESEARCH COMPETENCIES IN THE PROCESS OF INTEGRATIVE TRAINING OF SPORTS EDUCATORS

Gubareva N. V. 131

SIMILARITIES AND CONTRADICTIONS IN ASSESSING SOCIAL COMPETENCE AMONG STUDENTS IN GRADES 5–9: A COMPARISON OF SELF-EVALUATIONS AND ASSESSMENTS BY PARENTS AND LEGAL GUARDIANS

Emelyanova E. L. 137

SOME ASPECTS OF FORMING VALUE ATTITUDE TOWARDS A HEALTHY LIFESTYLE IN STUDENTS OF PEDAGOGICAL SCIENCES IN THE CONTEXT OF DEVELOPING COMPETITIVENESS

Efremova I. V., Povalyaeva O. N., Schuchka T. A. 143

THE ESSENCE AND STRUCTURE OF ECOLOGICAL CULTURE OF SCHOOLCHILDREN

Kebalova L. A. 154

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS FOR DESIGNING AI-BASED EDUCATIONAL TOOLS

Konkol M. M., Slesarev M. A., Marina E. D., Chernaya S. N. 161

STUDY OF DESIGN THINKING DEVELOPMENT IN GRADES 5-7 IN THE PROCESS OF TEXTILE MATERIALS PROCESSING IN FINE ARTS AND LABOR (TECHNOLOGY) LESSONS <i>Kochetkova M. O.</i>	172
THE IMPACT OF AI ON THE DEVELOPMENT OF UNIVERSITY STUDENTS' CRITICAL THINKING <i>Lazorak O. V.</i>	182
INTEGRATION OF THE DIALOGIC ASSISTANT GIGACHAT INTO THE FOREIGN LANGUAGE TEACHING PROCESS OF FUTURE TEACHERS <i>Levina E. A., Vishlenkova S. G.</i>	189
ASSESSMENT OF THE DEVELOPMENT OF CREATIVE POTENTIAL IN PRIMARY SCHOOL CHILDREN THROUGH PROJECT ACTIVITIES <i>Levina E. Yu., Golub I. B.</i>	198
PRINTING ART AS A WAY TO DEVELOP ARTISTIC AND CREATIVE ABILITIES OF CHINESE HIGH SCHOOL STUDENTS <i>Li Qiao</i>	204
THE PROBLEM OF CHANGING TEACHERS' PROFESSIONAL ACTIVITIES IN LINE WITH THE IDEAS AND GOALS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT <i>Osipova S. I.</i>	210
A METHODOLOGY FOR DEVELOPING SOFT SKILLS AND META- SKILLS IN A LABORATORY PRACTICUM ON "FUNDAMENTALS OF CIRCUIT DESIGN" USING BREADBOARDS <i>Pavlovich V. E., Dushkin A. A.</i>	216
EVOLUTION OF MATHEMATICAL LITERACY FORMATION AT DIFFERENT STAGES OF LEARNING <i>Podlipskiy O. K.</i>	224
FORMATION OF ENGINEERING COMPETENCIES IN HIGH SCHOOL STUDENTS THROUGH PROJECT ACTIVITIES ON CAREER TRIALS <i>Potapov A. A., Semennikov A. V.</i>	230
PROFESSIONAL SELF-DEVELOPMENT MODEL OF FUTURE EDUCATORS: AN APPROACH THROUGH SOCIOLOGICAL DISCIPLINES <i>Prodantsov K. S.</i>	235
THE LINGUODIDACTIC POTENTIAL OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FEEDBACK IN ENHANCING STUDENTS' FOREIGN LANGUAGE PHONETIC COMPETENCE <i>Khoroshilova S. P.</i>	244
PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR THE DEVELOPMENT OF PROFESSIONALLY ORIENTED MEGAECOLOGICAL EDUCATION OF CADETS OF MILITARY UNIVERSITIES <i>Shalimov D. D.</i>	249

СТАТЬИ

УДК 004.9
DOI

CC BY 4.0

**ОВЕРЛЕЙНАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕГРАЦИИ СТЕКА
ЦИФРОВЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ
ДЛЯ ОЦЕНКИ КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА**^{1,2}Головнин О. К. ORCID ID 0000-0002-1418-2226,¹Чекина Е. В. ORCID ID 0000-0002-1345-2562,²Иванова Д. М. ORCID ID 0009-0008-8658-0822,^{1,2}Тюлюнова Е. А. ORCID ID 0009-0003-4325-4297

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения
Российской Федерации, Самара, Российская Федерация, e-mail: e.v.chekina@samsmu.ru;

²Общество с ограниченной ответственностью «Открытый код»,
Самара, Российская Федерация

Современные промышленные производственные предприятия испытывают потребность в эффективных цифровых решениях, обеспечивающих комплексный подход к мониторингу эффективности производства. Цель настоящего исследования заключается в разработке оверлейной модели интеграции стека цифровых интеллектуальных решений для оценки ключевых показателей эффективности производственного процесса. Оверлейная модель предполагает выделение виртуальных слоев, которые накладываются последовательно друг на друга в ходе расчета показателей. Каждый из виртуальных слоев отвечает за обработку данных, сгруппированных по требуемому обработчику, с применением соответствующих цифровых интеллектуальных технологий. Каждый слой модели не только обрабатывает данные и формирует показатели, но и использует эти показатели для принятия решений, которые влияют на последующие слои. Возможность выбора и применения различных цифровых технологий на каждом слое позволяет адаптироваться под конкретные задачи и условия производства. Предложенная оверлейная модель реализована на базе цифровой платформы интегрального мониторинга. Реализация модели порождает новый класс программного обеспечения, интегрирующий в единой информационной среде возможности аналитических систем и систем поддержки принятия решений, задействуя технологии компьютерного зрения и искусственного интеллекта при необходимости. Предложенные в работе решения могут использоваться на промышленных предприятиях для повышения оперативности и качества мониторинга показателей эффективности производства.

Ключевые слова: цифровизация, производство, цифровой двойник, анализ данных, управление, оптимизация, искусственный интеллект, интернет вещей, ключевые показатели эффективности

**AN OVERLAY MODEL FOR INTEGRATING A STACK
OF DIGITAL INTELLIGENT SOLUTIONS FOR ASSESSING
KEY PERFORMANCE INDICATORS OF PRODUCTION**^{1,2}Golovnin O. K. ORCID ID 0000-0002-1418-2226,¹Chekina E. V. ORCID ID 0000-0002-1345-2562,²Ivanova D. M. ORCID ID 0009-0008-8658-0822,^{1,2}Tyulyunova E. A. ORCID ID 0009-0003-4325-4297

¹Federal State Budgetary Educational Institution "Samara State Medical University"
of the Ministry of Health of the Russian Federation, Samara, Russian Federation,
e-mail: e.v.chekina@samsmu.ru;

²Limited Liability Company "Open Code", Samara, Russian Federation

Modern industrial manufacturing facilities require effective digital solutions that provide a comprehensive approach to monitoring production performance. The objective of this study is to develop an overlay model for integrating a stack of digital intelligent solutions for assessing key performance indicators (KPIs) in the production process. The overlay model involves identifying virtual layers that are sequentially superimposed upon one another during metric calculation. Each virtual layer is responsible for processing data grouped by the required processor, using the appropriate digital intelligent technologies. Each layer of the model not only processes data and generates metrics but also uses these metrics to make decisions that influence subsequent layers. The ability to select and apply various digital technologies at each layer allows for adaptation to specific tasks and production conditions. The proposed overlay model is implemented using the Digital Platform for Integrated Monitoring. This model creates a new class of software that integrates the capabilities of analytical and decision support systems within a single information environment, leveraging computer vision and artificial intelligence technologies when necessary. The solutions proposed in this study can be used at industrial facilities to improve the efficiency and quality of monitoring production performance indicators.

Keywords: digitalization, production, digital twin, data analysis, management, optimization, artificial intelligence, Internet of things, KPI

Введение

Современное промышленное производство сталкивается с необходимостью постоянного совершенствования методов управления технологическими процессами и повышения уровня конкурентоспособности выпускаемой продукции. Одним из важнейших направлений развития промышленности является внедрение цифровых технологий, позволяющих повысить эффективность мониторинга производственных процессов, поскольку традиционные методы оценки эффективности производства, основанные на неавтоматизированном сборе данных и статических метриках, не справляются с динамикой развития современных промышленных предприятий. В связи с этим возникает потребность в разработке эффективных моделей интеграции цифровых решений, обеспечивающих комплексный подход к оценке ключевых показателей эффективности (KPI) производства.

В последние годы в качестве перспективной технологии мониторинга производства рассматривается технология «цифровой двойников» [1]. Цифровой двойник интегрирует данные из разнородных источников информации, включая информационные системы, базы данных, реестры, а также данные промышленного оборудования, датчиков, меток, систем видеонаблюдения и др. [2, 3]. Облачные платформы обрабатывают «сырые» данные, полученные на производстве, осуществляют аналитическую обработку этих данных для детекции аномалий, а технологии слияния с данными видеонаблюдения усиливают интеграцию виртуальной среды и реального пространства [4].

Переход к цифровым двойникам часто рассматривается в контексте цифровой трансформации производства. Цифровая трансформация опирается на интернет вещей (IoT), промышленный IoT и Индустрию 4.0 [5–7]. Реализация этих технологий позволяет организовать предиктивное обслуживание, отслеживание и управление инвентарем, контроль качества, мониторинг технологических процессов и безопасности. Внедрение IoT-решений позволяет снизить время простоя, сократить затраты на техническое обслуживание, повысить производительность труда, снизить потери от брака и повысить качество продукции. Внедрение систем мониторинга безопасности, реализованных с помощью меток для отслеживания, также показывает рост экономической эффективности [8].

Дополняя IoT, средства искусственного интеллекта, машинного обучения и ком-

пьютерного зрения задействуются в задачах мониторинга и диагностики производственных процессов [9]. Интеллектуальные решения лучше справляются с вариативностью среды [10] и обеспечивают стабильные результаты при непрерывном мониторинге активности сотрудников и использовании средств индивидуальной защиты, анализе безопасности рабочих мест, контроля качества производственного процесса [11]. В [12] рассмотрены подходы к распознаванию активности сотрудников для повседневных и промышленных задач. В [13] выделены ключевые трудности внедрения систем компьютерного зрения. В [14] представлен подход к интеграции KPI для систем управления производственными процессами, а в [15] предложены инструменты интеграции визуальной отчетности, аналитики и информационных дашбордов.

Цель исследования – разработка модели интеграции стека цифровых интеллектуальных решений для оценки ключевых показателей эффективности производственного процесса.

Материалы и методы исследования

Оверлейная модель интеграции стека цифровых интеллектуальных решений для оценки KPI производства предполагает выделение виртуальных слоев, которые накладываются последовательно друг на друга в ходе расчета KPI (рис. 1). Каждый из виртуальных слоев отвечает за обработку данных, сгруппированных по требуемому обработчику, с применением соответствующих цифровых интеллектуальных технологий.

Приведем формальное описание модели, для чего обозначим упорядоченный набор виртуальных слоев:

$$S = \{L_1, L_2, \dots, L_n\},$$

где L_i – виртуальный слой модели, n – количество слоев.

Каждый слой L_i на вход получает набор данных:

$$D_i = \{d_{i1}, d_{i2}, \dots, d_{im_i}\},$$

где d_{ij} – отдельный тип или источник данных (видео, сенсорные данные, HRM-системы и т. п.), m_i – число типов данных на слое L_i .

На входе слоя – исходные данные, такие как видеоданные, информация со считывателей смарт-карт и меток, данные HRM-систем, PDL/PDM-систем, IoT-устройств и др. Разнообразие источников данных обеспечивает всесторонний охват всех аспектов производственного процесса, что критически важно для точной оценки KPI.

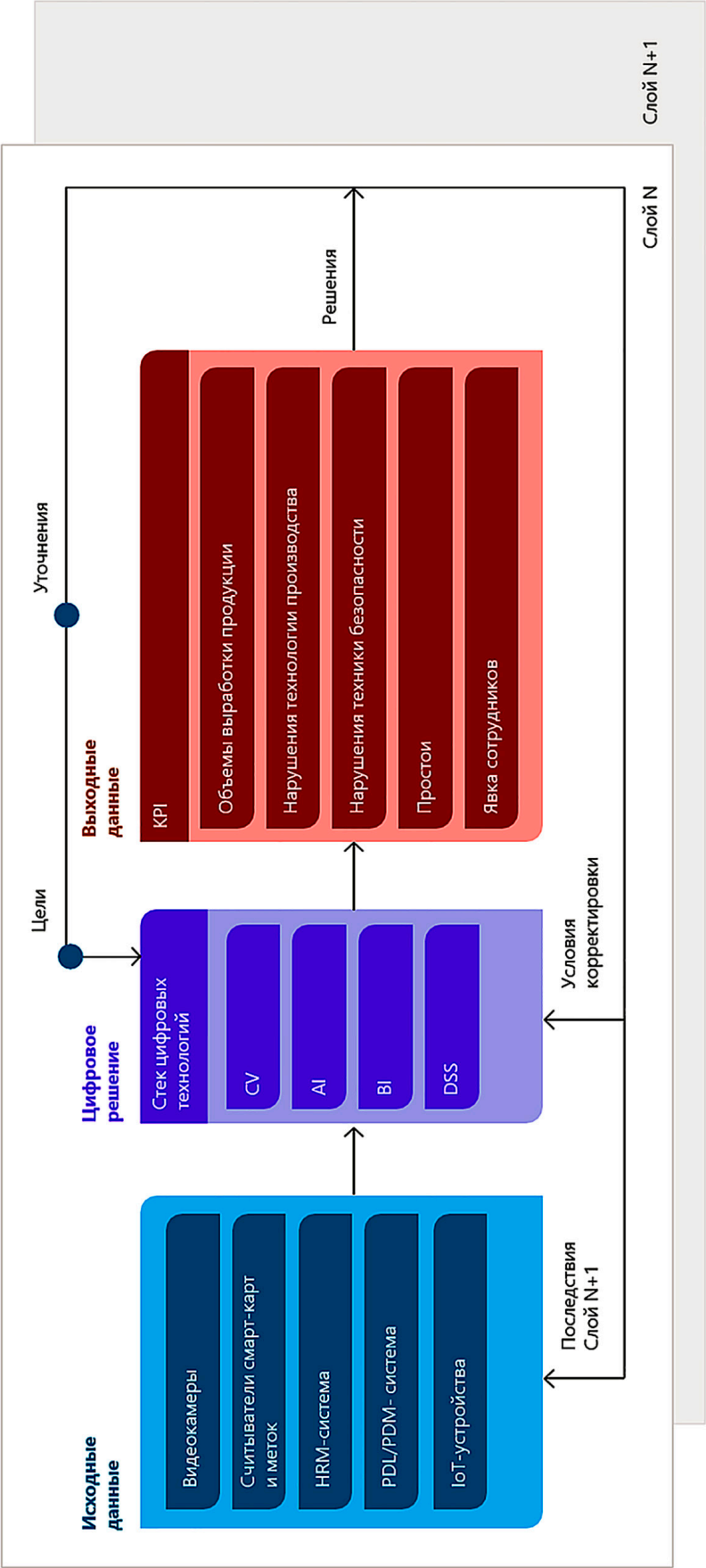


Рис. 1. Оверлейная модель интеграции стека цифровых интеллектуальных решений
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

На каждом слое используются цифровые технологии, задаваемые функцией

$$T_i : D_i \rightarrow R_i,$$

где T_i – совокупность применяемых технологий (CV, AI, BI, DSS), R_i – промежуточные результаты, метрики или KPI, вычисленные на слое L_i .

Модель формирует стек технологий для цифрового решения на каждом слое, задействуя возможности компьютерного зрения (CV), искусственного интеллекта (AI), бизнес-аналитики (BI) и систем поддержки принятия решений (DSS). Синтез целевого цифрового решения и выбор технологий, входящий в состав на каждом слое, осуществляется с ориентировкой на обрабатываемые данные, цели и условия.

На выходе каждого слоя – KPI, например, объемы выработки продукции, информация о нарушениях технологии производства и техники безопасности, а также данные о простоях сотрудников. KPI используются для принятия решений, которые влияют на уточнение целей, корректировку условий и оценку последствий от реализации решений на всех последующих слоях. Таким образом, каждый слой модели не только обрабатывает данные и формирует KPI, но и использует эти показатели для принятия решений, которые влияют на последующие слои. Возможность выбора и применения различных цифровых технологий на каждом слое позволяет адаптироваться под конкретные задачи и условия производства.

То есть результаты слоя R_i служат не только для вывода, но и формируют управляющие сигналы/решения U_i , которые передаются следующему слою:

$$U_i : f_i(R_i).$$

Тогда входные данные следующего слоя L_{i+1} зависят от U_i :

$$D_{i+1} = g_i(D_{i+1}, U_i),$$

где g_i – функция обновления данных слоя L_{i+1} с учетом решений предыдущего слоя.

Итоговые KPI формируются на последнем слое L_n как функция

$$KPI = h(R_i),$$

где h – функция агрегирования результатов R_n в итоговые метрики оценки эффективности производства.

Количество слоев, необходимых для решения задачи оценки KPI производства, может варьироваться. Минимальный набор – 2 слоя, поскольку на первом слое отсутствуют условия корректировки и оценка

последствий от принятых решений. В общем случае, чем сложнее и разнообразнее производственные процессы, тем больше слоев может потребоваться для их анализа. Так, на первых слоях оверлея задействуются технологии CV, позволяющие обрабатывать видеоданные, поступающие с камер видеонаблюдения и иных устройств. В результате обработки формируются данные о нарушениях производственных процессов и инцидентах. Применение технологии AI для последующего анализа видеоизображений позволяет автоматизировать процесс мониторинга. Технология AI применяется на последующих слоях оверлея, позволяя осуществлять интерпретацию данных, полученных на предыдущих слоях. Использование продвинутых моделей машинного обучения позволит на этом слое предсказывать сбои оборудования и классифицировать возникающие ситуации. На последующих слоях интегрируются технологии BI, которые позволяют формировать отчетность и проводить анализ за счет структурирования данных и применения средств визуализации. На завершающих слоях задействуются технологии DSS, формирующие рекомендации по улучшению текущих производственных процессов. Таким образом, каждая технология в рамках модели решает свою уникальную задачу.

В процессе расчета исходная задача делится на слои (оверлеи), которые задействуются последовательно по мере необходимости, таким образом, чтобы расчет KPI эффективно использовал доступные аппаратные ресурсы. Каждый слой занимает одни и те же разделяемые вычислительные мощности, освобождая их перед загрузкой следующего слоя:

$$C = \{res_1, res_2, \dots\},$$

где res_i – ресурсы, выделяемые слою L_{i+1} в момент времени t , причем

$$\sum_{i=1}^n res_i(t) \leq W,$$

где W – доступные вычислительные мощности.

Результаты исследования и их обсуждение

Предложенная оверлейная модель реализована на базе Цифровой платформы интегрального мониторинга [16]. Программная реализация обеспечивает сбор данных и послойный расчет следующих KPI для уровня предприятия и уровня отдельных цехов:

– количество нарушений техники безопасности;

- средняя эффективность сотрудников;
- выработка продукции на участке;
- простой работника.

Интерактивный дашборд, агрегирующий KPI на схеме участков, представлен на рис. 2. Схема разделена на несколько зон, каждая из которых окрашена в разные цвета в зависимости от уровня эффективности. На дашборде визуализируются результаты мониторинга производственных показателей через гибко настраиваемые виджеты. Структура отражает организацию производства и позволяет сопоставлять ключевые показатели эффективности между отдельными производственными зонами и подразделениями.

Основная часть дашборда содержит схематичное представление цехов и участков, организованных на производстве. Каждая зона визуально выделена и характеризуется цветовой индикацией, отражающей текущее состояние производственных процессов и уровень эффективности. Такой подход обеспечивает наглядное сравнение показателей между участками и позволяет оперативно выявлять отклонения от нормативных значений.

На виджетах отображаются рассчитанные показатели эффективности с указанием динамики изменения показателей. Информация представлена в обобщенном виде, что способствует восприятию динамики процессов и поддерживает принятие управленческих решений на уровне как отдельного цеха, так и предприятия в целом.

Реализованное в составе Цифровой платформы интегрального мониторинга

программное обеспечение модели апробировано на анонимизированных данных ПАО «Туймазинский завод автобетоновозов». В ходе апробации выявлено, что модель применима для расчета KPI в масштабах предприятия и отдельных цехов.

Предложенная оверлейная модель интеграции стека цифровых интеллектуальных решений отличается от существующих аналогов своей модульной и адаптивной архитектурой, основанной на послойном наложении виртуальных слоев обработки данных. В то время как многие традиционные системы мониторинга ориентированы на статическую интеграцию отдельных цифровых инструментов, данная модель обеспечивает динамическую координацию различных технологий (CV, AI, BI, DSS) с возможностью корректировки и принятия решений на каждом уровне. Такой подход улучшает гибкость и масштабируемость системы, позволяя более точно и своевременно отражать состояние производственных процессов и KPI.

Предложенная модель использует наложение слоев для динамической агрегации разнородных данных доступными цифровыми средствами, что открывает возможности для предиктивного анализа, в отличие от эталонной модели цифровых двойников [1]. Оверлейный подход особенно актуален для «умных фабрик», как описано в [2], поскольку интеграция IoT и киберфизических систем часто ограничивается статическими архитектурами без фокуса на KPI-ориентированной визуализации.

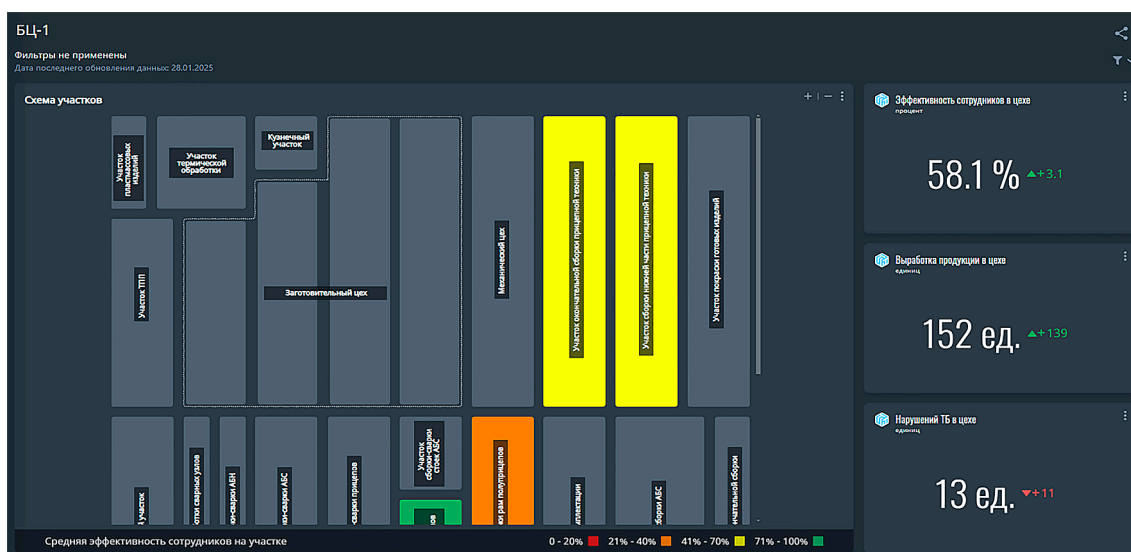


Рис. 2. Сводная информация по цеху на дашборде
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

Анализ источников подтверждает преимущества модели в контексте обработки данных, так как предлагаемая оверлейная модель адаптирована для производственных КРІ и реализует интеграцию шлюзов промышленного IoT и аналитики данных, обеспечивая непрерывное слияние данных для оперативного контроля над процессом. Кроме того, использование модели помогает преодолеть проблему фрагментации данных, позволяя предприятиям контролировать КРІ с учетом доступных данных и доступных обработчиков.

Однако существуют некоторые ограничения по использованию оверлейной модели. Внедрение решений на ее основе в масштабах крупных промышленных предприятий связано с рядом ограничений и потенциальных рисков. Так, качество работы модели напрямую зависит от полноты и достоверности данных, поступающих с различных IoT-устройств и сенсоров. Низкое качество или неполнота данных могут привести к ошибочным вычислениям КРІ и, как следствие, к неверным управленческим решениям. Кроме того, технические сбои или несовместимость оборудования и программного обеспечения на разных производственных участках могут ограничивать возможность всестороннего охвата всех необходимых процессов.

Масштабирование модели требует значительных вычислительных ресурсов для устойчивой обработки больших объемов данных в режиме реального времени. Недостаток таких ресурсов может вызвать задержки в обработке данных, снижая оперативность мониторинга и реагирования на отклонения. Также стоит учитывать сложности интеграции с уже существующими системами управления и аналитики, что может потребовать существенных доработок и дополнительного обучения персонала. Для минимизации этих рисков необходимы поэтапные испытания и адаптация модели под конкретные условия производства с учетом особенностей технической и организационной инфраструктуры предприятия.

В целом предложенная модель и реализованное программное обеспечение формируют масштабируемую платформу для эффективного использования всех доступных цифровых инструментов для обработки данных промышленных предприятий.

Заключение

Таким образом, в статье предложена оверлейная модель интеграции стека цифровых интеллектуальных решений для оценки КРІ производственного процесса. Применение модели позволяет совместно исполь-

зовать различные цифровые интеллектуальные технологии и системы управления производством, обеспечивая их послойное взаимодействие и координацию действий. Модель программно реализована на базе Цифровой платформы интегрального мониторинга, где с ее помощью формируются интерактивные дашборды, предназначенные для оценки КРІ производства и принятия управленческих решений. Реализация модели в составе Цифровой платформы интегрального мониторинга порождает новый класс программного обеспечения, интегрирующий в единой информационной среде возможности VI-систем и систем поддержки принятия решений, задействуя технологии компьютерного зрения и искусственного интеллекта при необходимости. Предложенные в работе решения могут использоваться на промышленных предприятиях для повышения оперативности и качества мониторинга КРІ производства.

Список литературы

1. Liu S., Zheng P., Bao J. Digital Twin-based manufacturing system: a survey based on a novel reference model // *Journal of Intelligent Manufacturing*. 2024. Vol. 35. P. 2517–2546. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10845-023-02172-7> (дата обращения: 31.01.2026). DOI: 10.1007/s10845-023-02172-7.
2. Ryalat M., ElMoaqet H., AlFaouri M. Design of a smart factory based on cyber-physical systems and Internet of Things towards Industry 4.0. // *Applied Sciences*. 2023. Vol. 13 (4). P. 2156. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/4/2156> (дата обращения: 31.01.2026). DOI: 10.3390/app13042156.
3. Chen H., Fang C., Xiao X. Visualization of environmental sensing data in the lake-oriented digital twin world: Poyang Lake as an example // *Remote Sensing*. 2023. Vol. 15 (5). P. 1193. URL: <https://www.mdpi.com/2072-4292/15/5/1193> (дата обращения: 31.01.2026). DOI: 10.3390/rs15051193.
4. Lin Z., Chen C., Zhang Y., Chen J., Liu Z., Qi B., Guo J. An advanced IIoT gateway for enhanced data integration and real-time intelligence in digital twin manufacturing systems // *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*. 2025. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/09544054251325968> (дата обращения: 31.01.2026). DOI: 10.1177/09544054251325968.
5. Qiu F., Kumar A., Hu J., Sharma P., Tang Y. B., Xu Xiang Y., Hong J. A Review on Integrating IoT, IIoT, and Industry 4.0: A Pathway to Smart Manufacturing and Digital Transformation // *IET Information Security*. 2025. Vol. 2025 (1). P. 9275962. DOI: 10.1049/ise2/9275962.
6. Soori M., Arezoo B., Dastres R. Internet of things for smart factories in industry 4.0, a review // *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*. 2023. Vol. 3. P. 192–204. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10440434> (дата обращения: 31.01.2026). DOI: 10.1016/j.iotcps.2023.04.006.
7. Khang A., Rath K. C., Satapathy S. K., Kumar A., Das S. R., Panda M. R. Enabling the future of manufacturing: integration of robotics and IoT to smart factory infrastructure in industry 4.0. // *IGI Global*. 2023. P. 25–50. URL: <https://www.igi-global.com/gateway/chapter/326023> (дата обращения: 31.01.2026). DOI: 10.4018/978-1-6684-8851-5.ch002.
8. Шарманов В. В., Симанкина Т. Л., Горбачев И. А. Идентификация местоположения работника на объекте строительства с помощью цифрового двойника // *Вестник Научного центра*. 2022. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/>

article/n/identifikatsiya-mestopolozheniya-rabotnika-na-obektestroitelstva-s-pomoschu-tsifrovogo-dvoynika (дата обращения: 31.01.2026).

9. Haffner O., Kučera E., Rosinová D. Applications of machine learning and computer vision in industry 4.0. // *Applied Sciences*. 2024. Vol. 14 (6). P. 2431. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/6/2431> (дата обращения: 31.01.2026). DOI: 10.3390/app14062431.

10. Islam M. R. et al. Deep learning and computer vision techniques for enhanced quality control in manufacturing processes // *IEEE Access*. 2024. Vol. 12. P. 121449–121479. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10663422> (дата обращения: 31.01.2026). DOI: 10.1109/ACCESS.2024.3453664.

11. Ettalibi A., Elouadi A., Mansour A. AI and computer vision-based real-time quality control: a review of industrial applications // *Procedia Computer Science*. 2024. Vol. 231. P. 212–220. DOI: 10.1016/j.procs.2023.12.195.

12. Kaseris M., Kostavelis I., Malassiotis S. A comprehensive survey on deep learning methods in human activity recognition // *Machine Learning and Knowledge Extraction*. 2024. Vol. 6 (2). P. 842–876. DOI: 10.3390/make6020040.

13. Ivaschenko A., Avsievich V., Golovnin O., Aleksandrova M., Sitnikov P. Production control based on a quality

guarantor computer vision system // *Studies in Systems, Decision and Control*. 2023. Vol. 457. P. 85–95. DOI: 10.1007/978-3-031-22938-1_6.

14. Bianchini A., Savini I., Andreoni A., Morolli M., Solfrini V. Manufacturing execution system application within manufacturing small–medium enterprises towards key performance indicators development and their implementation in the production line // *Sustainability*. 2024. Vol. 16 (7). P. 2974. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/7/2974> (дата обращения: 31.01.2026). DOI: 10.3390/su16072974.

15. Eyeregba M. E., Mokogwu C., Ewim S. E., Olorunyomi T. D. Integrating visual reporting, analytics, and sustainable dashboards to support decision-making and growth in small and medium enterprises (SMEs) // *International Journal of Frontiers in Science and Technology Research*. 2024. Vol. 7 (2). P. 90–99. URL: <https://frontiersrj.com/journals/ijfstr/content/integrating-visual-reporting-analytics-and-sustainable-dashboards-support-decision-making> (дата обращения: 31.01.2026). DOI: 10.53294/ijfstr.2024.7.2.0059.

16. Ситников П. В., Тучкова Е. М., Дубинина И. Н., Додонова Е. А., Головнин О. К., Иващенко А. В. Цифровая платформа интегрального мониторинга региона // *Научно-технический вестник Поволжья*. 2023. № 5. С. 158–160. EDN: JUSIWU.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

УДК 519.688
DOI

CC BY 4.0

МЕТОДЫ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В ЗАДАЧЕ АВТОНОМНОЙ НАВИГАЦИИ ПО ПАРАМЕТРАМ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Гришкин В. М., Каткова Е. А.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург,
Российская Федерация, e-mail: st133284@student.spbu.ru*

Рассмотрена задача коррекции координат аппарата с инерциальной навигационной системой по аномальным геофизическим полям Земли. Данная задача не всегда является достаточно определенной по причине неполноты и флуктуаций исходных данных, что позволяет рассматривать методы нечеткой логики для ее решения. Цель исследования – разработка алгоритма определения координат движущегося аппарата по аномальным геофизическим полям Земли на основе методов нечеткой логики. Предложен алгоритм, построенный на основе нечетко-ассоциативного метода. Согласно алгоритму местоположение аппарата определяется по результатам нечетких сравнений измеряемых вдоль траектории движения параметров аномального магнитного и гравитационного полей и данных соответствующих карт. Для этого вычисляется мера схожести сравниваемых величин и строится траектория движения аппарата на карте области коррекции. По величине меры схожести параметров навигационных полей вдоль построенной и реальной траекторий принимается решение о выполнении коррекции координат аппарата. Особенностью предложенного алгоритма является то, что погрешности измерений, картографирования и вариации навигационных параметров априори учитываются при введении нечеткости и задании соответствующих функций принадлежности. Кроме того, данный алгоритм не требует предобработки исходной навигационной информации.

Ключевые слова: автономная навигация, аномальное поле, нечеткое множество, функция принадлежности, нечеткие сравнения

FUZZY LOGIC METHODS IN THE PROBLEM OF AUTONOMOUS NAVIGATION BASED ON THE PARAMETERS OF SPATIAL GEOPHYSICAL FIELDS

Grishkin V. M., Katkova E. A.

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Saint Petersburg State University”, Saint Petersburg,
Russian Federation, e-mail: st133284@student.spbu.ru*

The task of correcting the coordinates of an apparatus with an inertial navigation system using anomalous geophysical fields of the Earth is considered. This task is not always sufficiently defined due to the incompleteness and fluctuations of the initial data, which allows us to use fuzzy logic methods to solve it. The purpose of this research is to develop an algorithm for determining the coordinates of a moving apparatus using anomalous geophysical fields of the Earth based on fuzzy logic methods. An algorithm based on the fuzzy-associative method is proposed. According to the algorithm, the apparatus location is determined based on fuzzy comparisons of the anomalous magnetic and gravitational field parameters measured along the apparatus trajectory and the corresponding map data. To do this, a measure of the similarity of the compared values is calculated and the trajectory of the apparatus movement is constructed on the map of the correction area. Based on the measure of the similarity of the parameters of the navigation fields along the constructed and real trajectories, a decision is made to correct the apparatus coordinates. A special feature of the proposed algorithm is that measurement errors, mapping errors and variations in navigation parameters are taken into account a priori when introducing fuzzy sets and defining the corresponding membership functions. In addition, the algorithm does not require a pre-processing of the original navigation information.

Keywords: autonomous navigation, anomalous field, fuzzy set, membership function, fuzzy comparisons

Введение

В настоящее время задача создания автономных систем навигации не теряет своей актуальности. Эти системы не предполагают использования внешних по отношению к движущемуся аппарату источников навигационной информации, таких как спутники, воздушные и морские суда, сухопутные стационарные объекты.

Инерциальная навигационная система (ИНС), построенная по принципу счисления пути, является примером автономной системы навигации. Недостатком такой системы является принципиальное нарастание погрешности координат с течением времени, в связи с чем возникает необходимость их периодической коррекции. Коррекция координат может быть проведена по параметрам геофизических полей [1; 2].

В навигации используются поверхностные поля Земли (поле рельефа местности, тепловое, оптическое, поле коэффициента отражения радиоволн) и пространственные поля Земли (например, магнитное и гравитационное). Навигация по поверхностным полям, несмотря на большее практическое применение, ограничена сухопутной неоднородной поверхностью Земли. В свою очередь, глобальность и непрерывность пространственных полей позволяют обеспечить практически непрерывную коррекцию ИНС [1, с. 31].

Пространственные геофизические поля принято делить на поля нормальные (связанные с внутренним составом Земли) и аномальные (связанные с составом и свойствами поверхностного слоя Земли) [3, с. 74].

Возможность использования аномальных полей Земли различной физической природы в целях навигации основана на свойстве почти однозначного соответствия распределения параметров какого-либо поля, «образа» этого поля, конкретному месту на земной поверхности [1, с. 30]. Это позволяет каждой точке земной поверхности в какой-либо системе координат поставить в соответствие параметры аномальных полей, допускающие возможность их измерения [3, с. 75]. Например:

- модуль вектора аномальной магнитной индукции и его компоненты;
- компоненты ускорения аномальной силы тяжести и градиента аномальной силы тяжести.

Автономная навигация по аномальным геофизическим полям с определением местоположения аппарата основана на сопоставлении информации, получаемой с помощью датчика поля вдоль траектории движения аппарата, с картой поля, хранящейся в его памяти (эталонное поле). Обычно сопоставление осуществляется посредством вычисления некоторого функционала типа корреляционной функции и анализа ее экстремумов. Такой подход реализован в корреляционно-экстремальных навигационных системах КЭНС [4–6].

Однако аномальные геофизические поля не всегда достаточно полно исследованы, суммарная погрешность измерения, картографирования и вариаций параме-

тров этих полей (например, вследствие магнитных бурь) может быть значительна по величине. Эти обстоятельства делают навигационную задачу недостаточно четко определенной. Поэтому помимо корреляционно-экстремальных методов решения навигационной задачи становится оправданным применение методов, основанных на нечеткой логике [7–9].

Цель исследования – разработка алгоритма определения координат движущегося аппарата по аномальным геофизическим полям Земли на основе методов нечеткой логики.

Материалы и методы исследования

Формализуем постановку задачи и применим нечетко-ассоциативный метод [9].

Пусть ξ_n , $n = \overline{1, N}$ – измеряемые параметры аномальных магнитного и гравитационного полей Земли (далее АМПЗ и АГПЗ). Здесь N – число измеряемых параметров, оно произвольно и ограничено только наличием соответствующих карты поля и датчика, при этом карты имеют одинаковые масштаб и градусную сетку.

Пусть

$$H(x_k, y_k, z_k) = (\xi_1|_{(x_k, y_k, z_k)}, \dots, \xi_N|_{(x_k, y_k, z_k)}) -$$

вектор эталонных измерений заданных параметров в точке с координатами (x_k, y_k, z_k) , $k = \overline{1, K}$,

$$a H = \{H(x_1, y_1, z_1), \dots, H(x_K, y_K, z_K)\} -$$

совокупность таких эталонных векторов (карта поля).

В процессе движения аппарата формируется совокупность векторов измерений соответствующих параметров АМПЗ и АГПЗ. Пусть $(\xi_1^*, \dots, \xi_N^*)$ – один из таких векторов, назовем его вектором текущих измерений.

Требуется сопоставить вектор текущих измерений с эталонными векторами из множества H и по результатам сравнений найти $H(x_l, y_l, z_l)$, $l \in \overline{1, K}$ с наибольшей мерой схожести (соответствия). Сравнения выполняются по схеме, показанной на рис. 1.



Рис. 1. Схема нечетко-ассоциативного метода
 (X_1 и X_2 – сравниваемые величины, P_x – численный результат нечеткого сравнения)
 Примечание: составлен авторами на основе источника [9]

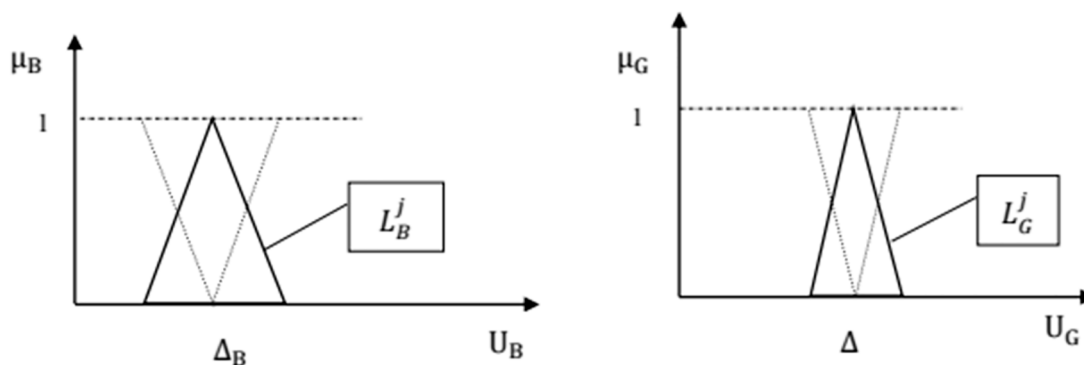


Рис. 2. Функции принадлежности значений лингвистических переменных L_B и L_G (Δ_B – диапазон значений модуля вектора аномальной магнитной индукции с учетом погрешностей измерения, картографирования и возможных вариаций (суточных и при магнитных бурях), Δ – диапазон значений ускорения аномальной силы тяжести с учетом погрешностей измерения и картографирования)
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

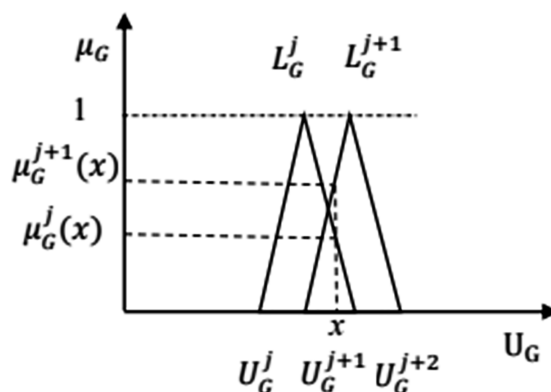


Рис. 3. Функции принадлежности значений лингвистической переменной L_G для точки x
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

Перед началом сравнений для каждого измеряемого параметра АМПЗ и АГПЗ определим соответствующую лингвистическую переменную [10]. Например, лингвистическая переменная L_B – «модуль вектора аномальной магнитной индукции» или L_G – «модуль ускорения аномальной силы тяжести». При задании областей определения и функций принадлежности значений лингвистических переменных следует учитывать физические особенности измеряемых величин (например, для L_B – вариации магнитного поля в течение суток или во время магнитных бурь), а также погрешности измерений и картографирования. Варианты задания функций принадлежности значений лингвистических переменных L_B и L_G показаны на рис. 2.

Рассмотрим подробнее порядок выполнения нечетких сравнений текущих и эталонных значений параметров АМПЗ и АГПЗ.

1. Фаззификации значений измерений (введение нечеткости)

На этом шаге каждому четкому значению рассматриваемого параметра сопоставимо соответствующее нечеткое множество. Рассмотрим для примера модуль ускорения аномальной силы тяжести (далее АСТ).

Обозначим через x какое-либо четкое значение модуля АСТ.

Пусть, к примеру (рис. 3):

$$x \in U_G^{j+1} \text{ и } \mu_G^{j+1}(x) > \mu_G^j(x). \quad (1)$$

Примечание: Здесь U_G^m – непересекающиеся множества, объединение которых дает область определения лингвистической переменной L_G ; на этих множествах заданы функции принадлежности μ_G^m соответствующих лингвистических значений L_G .

Тогда из условия (1) функцию принадлежности искомого нечеткого множества будем строить как усеченную функцию μ_G^{j+1} [9].

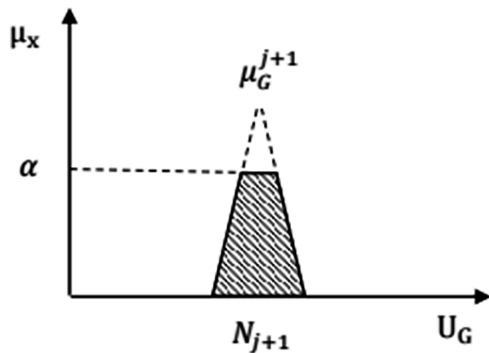


Рис. 4. Функция принадлежности $\mu_{\text{mathitit}}\mu_{\text{mathitit}x}$.
Примечание: составлен авторами
по результатам данного исследования

В качестве уровня отсечения рассмотрим значение μ_G^{j+1} в точке x : $\alpha = \mu_G^{j+1}(x)$. Следовательно, функция принадлежности μ_x нечеткого множества, соответствующего четкому значению x , имеет вид (рис. 4):

$$\mu_x = \min\{\alpha, \mu_G^{j+1}\}. \quad (2)$$

Указанным способом фазифицируем все четкие значения как текущего, так и эталонных векторов, то есть сопоставим четким значениям текущего вектора ξ_i^* нечеткие множества $\tilde{\xi}_i^*$ с функциями принадлежности $\tilde{\mu}_i(x)$, а четким эталонным значениям $\xi_i(x_k, y_k, z_k)$ – нечеткие множества $\hat{\xi}_{ik}$ с функциями принадлежности $\hat{\mu}_{ik}(x)$.

2. Далее для каждого параметра АМПЗ и АГПЗ выполним попарное сравнение нечеткого множества текущего измерения $\tilde{\xi}_i^*$ (с носителем множества N_i), с нечеткими множествами эталонных измерений $\hat{\xi}_{ik}$, $k=1, K$. Результатом сравнения каждой пары нечетких множеств будет новое нечеткое множество, функция принадлежности которого η_{ik} имеет вид

$$\eta_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{если } \tilde{\mu}_i(x) = \hat{\mu}_{ik}(x), \quad x \in N_i \\ 0, & \text{если } \tilde{\mu}_i(x) \neq \hat{\mu}_{ik}(x), \quad x \in N_i \end{cases}. \quad (3)$$

3. Для дефазификации нечетких множеств, полученных в результате сравнения, можно использовать метод поиска центра масс. Тогда нечеткому множеству с функцией принадлежности η_{ik} будет соответствовать четкое значение p_{ik} :

$$p_{ik} = \frac{\int_{N_i} \eta_{ik} dx}{\int_{N_i} dx}. \quad (4)$$

Далее для каждого k просуммируем полученные четкие значения p_{ik} по всем измеряемым параметрам:

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N p_{ik} = P_k. \quad (5)$$

Тогда P_k – это величина, определяющая меру соответствия («схожести») текущего и эталонного векторов в точке с координатами (x_k, y_k, z_k) . Здесь считаем все измеряемые параметры АМПЗ и АГПЗ равнозначными, но в общем случае это необязательно, каждый параметр может иметь свой весовой коэффициент.

Результаты исследования и их обсуждение

Описанный выше метод был использован при разработке алгоритма определения координат аппарата по геофизическим полям в некоторой заданной области коррекции, расположенной вдоль его траектории.

Пусть имеются цифровые карты АМПЗ и АГПЗ, покрывающие эту область [11–13]. Требования к картам [14; 15], протяженности и ширине области коррекции, информативности, а также точность определения координат аппарата в данной статье не рассматриваются. Пусть также заданные угловые характеристики траектории и скорость аппарата постоянны в области коррекции.

Задача состоит в построении эталонной траектории аппарата по точкам карт АМПЗ и АГПЗ, в которых параметры этих полей наиболее соответствуют параметрам, измеряемым вдоль реальной траектории движения аппарата. Конечная точка этой траектории даст искомые координаты аппарата на выходе из области коррекции.

Предложен следующий алгоритм решения этой задачи.

1. Разобьем фрагмент реальной траектории движения аппарата на участки $[S_k, S_{k+1}]$ (рис. 5). Считаем, что в точках S_k в моменты времени t_k выполнены измерения параметров АМПЗ и АГПЗ. Кроме этого, известны координаты ИНС точек S_k .

Рассмотрим окрестности точек $S_k - O(S_k, r_k)$. Для первой окрестности радиус r_1 может быть выбран исходя из оценки предполагаемой ошибки координат в данной точке пути. Далее радиусы окрестностей могут быть изменены.

Найдем точки карты, которые:

- лежат внутри заданных окрестностей $O(S_k, r_k)$,
- имеют значения АМПЗ и АГПЗ, наиболее схожие с измерениями этих полей в соответствующих точках S_k , для чего вычисляются значения P_k по формуле (5).

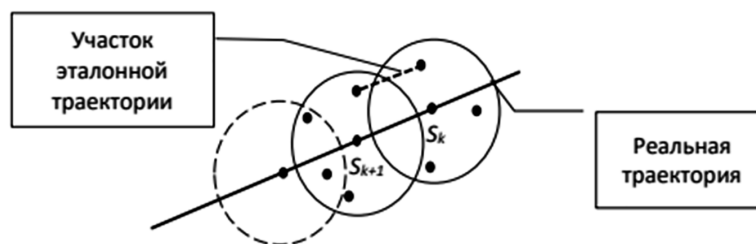


Рис. 5. Построение участка эталонной траектории

Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

Обозначим множества таких точек карты для каждой окрестности через A_k . Из точек множеств A_k будем строить эталонные траектории.

2. Рассмотрим возможные комбинации пар точек соседних множеств A_k и A_{k+1} . Отберем из них пары точек $(a_{k,i}; a_{k+1,j})$ так, чтобы отрезок $[a_{k,i}; a_{k+1,j}]$ был участком траектории подобно участку $[S_k; S_{k+1}]$. Для этого используем следующие критерии:

Первый критерий – физический: если расчетная скорость на этом участке $[a_{k,i}; a_{k+1,j}] / \Delta t_k$ не соответствует реальной скорости аппарата с учетом погрешности, то этот участок не рассматривается.

Второй критерий – угловой: выполняется проверка соответствия угловых отклонений отрезка $[a_{k,i}; a_{k+1,j}]$ угловым характеристикам заданной траектории.

Если $[a_{k,i}; a_{k+1,j}]$ удовлетворяет этим критериям, то он может рассматриваться в качестве участка эталонной траектории.

3. После перебора заданных по реальной траектории участков $[S_k; S_{k+1}]$ будет построена одна или более эталонных траекторий, в точках которых параметры АМПЗ и АГПЗ наиболее соответствуют измеренным значениям.

Если построенная траектория одна, то координаты ее конечной точки могут быть рассмотрены в качестве скорректированных координат аппарата на выходе из области коррекции.

Если построенных траекторий более одной, то из них выбирается та, которая имеет наибольшую суммарную по всем участкам меру схожести с реальной траекторией по измерениям АМПЗ и АГПЗ. По величине нормированной суммарной меры схожести (например, если она более 0,95) принимается решение о выполнении корректировки координат аппарата.

Заключение

В статье предложен нечеткий алгоритм определения координат движущегося аппарата по аномальным геофизическим полям Земли.

Этот алгоритм имеет следующие особенности:

- погрешности детектирования, картографирования и вариации измеряемых параметров АМПЗ и АГПЗ изначально учитываются при введении нечеткости и задании соответствующих функций принадлежности;
- в алгоритме отсутствуют требования к какой-либо предобработке исходной информации;
- алгоритм дает обоснованный критерий (вычисленную меру схожести измеряемых и эталонных параметров геофизических полей) для принятия решения о выполнении коррекции координат.

В отличие от алгоритмов КЭНС, рассмотренный нечеткий алгоритм не требует вычисления статистических характеристик навигационных полей или линейной аппроксимации полей в области предполагаемого местоположения аппарата, а также центрирования измеренной и эталонной информации, что способствует его вычислительной эффективности. Нечеткий алгоритм выполняет непрерывное (без срывов, которые возможны в алгоритмах КЭНС) построение эталонных траекторий по измерениям навигационных полей. Нечеткие сравнения позволяют данному алгоритму работать не только с «условно стабильной», но и «возмущенной» исходной информацией.

Список литературы

1. Белоглазов И. Н., Джанджгава Г. И., Чигин Г. П. Основы навигации по геофизическим полям. М.: Наука, 1985. 328 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://djvu.online/file/pN72BP2UqRlrP> (дата обращения: 13.11.2025).
2. Алчинов А. И., Гороховский И. Н. Концепция создания прикладной географической информационной системы моделирования поисковых корреляционно-экстремальных систем автономной навигации // Проблемы управления. 2022. № 1. С. 54–66. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-sozdaniya-prikladnoy-geograficheskoy-informatsionnoy-sistemy-modelirovaniya-poiskovyh-korrelyatsionno-ekstremalnyh> (дата обращения: 05.12.2025).
3. Джанджгава Г. И., Герасимов Г. И., Августов Л. И. Навигация и наведение по пространственным геофизическим полям // Известия ЮФУ. Технические науки. 2013. № 3 (140). С. 74–84. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n>

navigatsiya-i-navedenie-po-prostranstvennym-geofizicheskim-polyam (дата обращения: 15.10.2025).

4. Алчинов А. И., Гороховский И. Н. Анализ стрессовых воздействий на условия автономной навигации поисковых корреляционно-экстремальных навигационных систем // Проблемы управления. 2022. № 6. С. 42–58. URL: http://pu.mtas.ru/archive/Alchinov_pu_622.pdf (дата обращения: 05.12.2025).

5. Поленок Е. А., Страхов С. Ю. Исследование особенностей реализации алгоритма поисковой рельефометрической корреляционно-экстремальной навигационной системы // Вестник ВГУ: системный анализ и информационные технологии. 2015. № 1. С. 61–66. URL: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/analiz/2015/01/2015-01-08.pdf> (дата обращения: 24.11.2025).

6. Пономарев А. А., Доросинский Л. Д. Сравнение корреляционно-экстремального и нейросетевого методов наведения летательных аппаратов по цифровым картам рельефа // Инженерный вестник Дона. 2025. № 11. URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n11y2025/10531> (дата обращения: 05.12.2025).

7. Белозерова Е. Д. Исследование характеристик алгоритма корреляционно-экстремальной навигации для летательного аппарата // Инженерный журнал: наука и инновации. 2023. № 4. С. 1–11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-harakteristik-algoritma-korrelyatsionno-ekstremalnoy-navigatsii-dlya-letatel'nogo-apparata> (дата обращения: 02.11.2025).

8. Леденева Т. М., Решетников А. Д. Особенности реализации механизма нечеткого логического вывода в нечетких системах // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 6 (108). С. 107–117. URL: <https://research-journal.org/en/archive/6-108-2021-june/osobennosti-realizacii-mexanizma-nechetkogo-logicheskogo-vyvoda-v-nechetkix-sistemax>. (дата обращения: 05.12.2025).

9. Орлов А. В. Нечетко-ассоциативный метод обработки сенсорных данных мобильного робота // Вестник Мо-

сковского государственного технического университета им. Баумана. Серия «Приборостроение». 2007. № 1. С. 74–85. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nechetko-assotsiativnyy-metod-obrabotki-sensornykh-dannyh-mobilnogo-robota> (дата обращения: 24.11.2025).

10. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976. 165 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://djvu.online/file/gnjzEuPOCZGkD> (дата обращения: 30.11.2025).

11. Jean-Francois Oehler, Didier Rouxel and Marie-Francoise Lequentrec-Lalancette. Comparison of global geomagnetic fieldmodels and evaluation using marine datasets in the north-eastern Atlantic Ocean and western Mediterranean Sea. Earth, Planets and Space. 2018. Vol. 70. P. 99. DOI: 10.1186/s40623-018-0872-y.

12. Dyment J., Lesur V., Hamoudi M., Choi Y., Thebault E., Catalan M., The WDMAM Task Force, the WDMAM Evaluators and the WDMAM Data Providers. World Digital Magnetic Anomaly Map version 2.0. [Электронный ресурс]. URL: <https://wdmam.org> (дата обращения: 20.11.2025).

13. Муравьев Л. А. Современные базы данных аномального магнитного поля Уральского региона // Уральский геофизический вестник № 3 (37). 2019. С. 33–45. URL: <http://igfuoran.ru/images/ugv/2019/2019-03-04.pdf> (дата обращения: 24.08.2025).

14. Конешов В. Н., Непоклонов В. Б., Соловьев В. Н., Железняк Л. К. Сравнение современных глобальных ультравысокотемпературных моделей гравитационного поля Земли // Геофизические исследования. 2019. № 1 (20). С. 13–26. DOI: 10.21455/gr2019.1-2.

15. Минлигареев В. Т., Алексеева А. В., Качановский Ю. М., Репин А. Ю., Хотенко Е. Н. Картографическое обеспечение магнитометрических навигационных систем робототехнических комплексов // Известия ЮФУ. Технические науки. 2019. № 1 (203). С. 248–258. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38581389> (дата обращения: 15.11.2025). DOI: 10.23683/2311-3103-2019-1-248-258.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

УДК 621.791.46
DOI

CC BY 4.0

ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА НА ФОРМИРОВАНИЕ НАДМОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ

¹Данзанова Е. В. ORCID ID 0000-0002-3445-0961,²Куркина И. И. ORCID ID 0000-0002-1076-0631¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение*«Федеральный исследовательский центр „Якутский научный центр Сибирского отделения
Российской академии наук“, Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения
Российской академии наук, Якутск, Российская Федерация, e-mail: dhv4071@mail.ru;*²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
*«Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова», Якутск,
Российская Федерация*

Сварка закладными нагревателями полиэтиленовых труб соединительными деталями является наиболее надежным способом соединения полимерных трубопроводов. Тем не менее ограничения по допустимой температуре окружающей среды, при которой разрешены сварочные работы, препятствуют широкому использованию полиэтиленовых трубопроводов в регионах с холодным климатом. Рекомендуемый способ сварки с использованием теплых укрытий требует больших временных затрат на соединение труб и непригоден для выполнения ремонтно-восстановительных работ на аварийных участках газопроводов в зимних условиях. Рассматривается технология сварки при низких температурах, позволяющая значительно ускорить строительство и ремонт трубопроводов из полимерных материалов. Суть рассматриваемого способа сварки заключается во внедрении дополнительных операций в виде предварительного подогрева труб и соединительной детали с последующим свободным охлаждением для стабилизации температур в сборке на открытом воздухе с низкой температурой. Далее сварка в стандартном режиме. После сварки проводится дополнительная операция, которая заключается в управлении скоростью охлаждения через закладной нагреватель. Приводятся результаты исследований надмолекулярной структуры материала сварных соединений, выполненных по различным режимам сварки, включая рассматриваемую технологию сварки при низких температурах окружающего воздуха. Снимки надмолекулярной структуры материала сварных соединений были получены с помощью сканирующей электронной микроскопии. Анализ полученных изображений показал схожесть в характере и размерах надмолекулярных образований в структуре материала сварных соединений, выполненных при допустимых для сварки температурах воздуха по стандартному режиму и при низких температурах с предварительным подогревом, выравниванием температур и управлением скорости охлаждения.

Ключевые слова: сварка закладными нагревателями, полиэтиленовая труба, подогрев, сварные соединения, надмолекулярная структура, сферолит

THE INFLUENCE OF LOW AMBIENT TEMPERATURES ON THE FORMATION OF THE SUPRAMOLECULAR STRUCTURE OF WELDED JOINTS IN POLYETHYLENE PIPE

¹Danzanova E. V. ORCID ID 0000-0002-3445-0961,²Kurkina I. I. ORCID ID 0000-0002-1076-0631¹*Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Research Center Yakutsk Scientific
Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences»,
Institute of Oil and Gas Problems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Yakutsk, Russian Federation, e-mail: dhv4071@mail.ru;*²*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
"Northeastern Federal University named after M. K. Ammosov", Yakutsk, Russian Federation*

Electrofusion welding is widely regarded as the most reliable technique for joining polyethylene pipelines. Nevertheless, limitations on permissible ambient temperatures restrict the use of this method in regions with cold climates. The conventional approach, which employs heated shelters, is time-consuming and unsuitable for emergency repair and restoration of gas pipelines during winter. This study presents a low-temperature welding technology designed to expedite the construction and repair of polymer pipelines. The proposed method introduces additional steps, including preheating pipes and fittings, followed by free cooling to stabilize assembly temperatures in open-air, low-temperature environments. Welding is then conducted under standard conditions. Subsequently, the cooling rate is controlled using an embedded heater. The paper reports on investigations of the supramolecular structure of welded joints produced under various welding modes, including the proposed low-temperature technology. Scanning electron microscopy was used to obtain images of the supramolecular structure of the welded joints. Analysis of these images demonstrated similarities in the nature and size of supramolecular formations between joints welded at standard ambient temperatures and those produced at low temperatures with preheating, temperature equalization, and controlled cooling.

Keywords: electrofusion welding, polyethylene pipe, preheating, welded joints, supramolecular structure, spherulite

Введение

Технология сварки закладным нагревателем (ЗН) с использованием соединительных деталей широко применяется при монтаже полиэтиленовых трубопроводов. Этот метод часто является единственным эффективным способом формирования сложных узлов и применяется в ремонтных и восстановительных работах. Суть сварки закладным нагревателем заключается в соединении полимерных труб посредством нагрева, который осуществляется путём подачи электрического напряжения через металлическую спираль внутри сварочной электромуфты. Согласно нормативным документам, электромуфтовую сварку допускается выполнять при температуре окружающей среды не ниже минус 10 °С или при использовании защитных укрытий [1; 2]. Установка защитных укрытий и достижение в стенках труб и сварной детали требуемых для проведения сварки температур занимает продолжительное время [3]. В зимний период остановка подачи газа потребителям может привести к серьезным последствиям. Поэтому в Институте проблем нефти и газа СО РАН были разработаны способы сварки, которые позволяют быстро проводить ремонтные работы на полимерных трубопроводах при низких температурах окружающей среды без необходимости установки защитных укрытий [4; 5]. В отличие от стандартного способа сварки, предлагаемые технологии содержат операции предварительного подогрева свариваемых деталей и замедление процесса охлаждения сварного шва. Параметры предварительного подогрева, такие как мощность закладного нагревателя, продолжительность подогрева и выравнивания температур, рассчитываются с использованием численных методов решения задач теплопроводности [6; 7]. Эти параметры выбираются на основе условия обеспечения подходящих температурных распределений в зонах сварного шва и его термического влияния, которые должны находиться в пределах, допустимых для сварки. Замедление скорости охлаждения достигается изменением мощности нагревателя по расчетной временной зависимости. Зависимая от времени функция мощности нагревателя обеспечивает изменение температурного поля в сварном соединении, как при стандартной сварке. Требуемая функция мощности определялась решением обратной задачи теплопроводности. Задавая температурные данные стандартной сварки в качестве дополнительной информации, обратная задача теплопроводности по определению мощности нагревателя решалась градиентным

методом минимизации функционала, характеризующего меру отклонения расчетных и заданных температур [8; 9]. Рассчитанные параметры и функции управления охлаждением использовались для реализации режимов сварки изготовленным прототипом сварочного аппарата при температурах воздуха ниже минус 10 °С [10]. При проверке эффективности разработанных технологий сварки необходимо уделить внимание не только контролю качества полученных соединений разрушающими методами испытаний, но и исследованию надмолекулярной структуры сформированного материала сварных соединений. В связи с этим **целью работы** является установление влияния различных режимов сварки на структурообразование в материале сварных электромуфтовых соединений полиэтиленовых труб. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- проведение сварочных работ полиэтиленовых труб при различных условиях и температурах окружающего воздуха;
- исследование надмолекулярной структуры материала полученных сварных соединений.

Научная новизна работы состоит в том, что впервые были выявлены размеры и количество надмолекулярных структур в материале сварных соединений, а также установлена зависимость этих параметров от режима сварки. Результаты работы могут быть использованы в разработке новых технологий сварки полимерных труб, в том числе при температурах окружающего воздуха ниже допустимых нормативными документами без строительства защитных укрытий.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели были проведены сварочные работы полиэтиленовых труб марки ПЭ100 и диаметром Ø 110 при температурах ОВ около минус 40 °С в натуральных условиях г. Якутска. За эталонные образцы сварных соединений брались соединения, изготовленные при комнатной температуре (23 °С). Сварка при минус 40 °С производилась двумя способами: по предложенной в ИПНГ СО РАН технологии изготовленным прототипом сварочного аппарата и технологией без предварительного подогрева стандартным оборудованием. Для упрощения изложения статьи предлагаются названия режимов сварки и их описание. Первый режим обозначим как «Прототип». При режиме «Прототип» сварка осуществлялась следующим образом: использовалась разработанная установка для сварки, с помощью которой при низких температурах ОВ (минус 40 °С)

производились предварительный подогрев, свободное охлаждение для стабилизации температур, сварка и управление скоростью охлаждения сварного соединения. Вторым режим обозначим как «Стандарт». При режиме «Стандарт» сварка производилась на стандартном сварочном аппарате при температуре ОВ 23 °С с соблюдением всех требований. В данном режиме использовался сварочный аппарат HURNER HCU 300 (Германия). Третий режим обозначим как «Нарушение», т.к. при этом режиме сварка производилась при низких температурах (минус 40 °С) по режиму стандартной сварки. При этом режиме также использовался сварочный аппарат HURNER HCU 300. В современных сварочных аппаратах имеются температурные датчики, которые фиксируют температуру ОВ. При понижении допустимой температуры сварочный аппарат настроен на отключение. Для того чтобы произвести сварку при температуре ОВ минус 40 °С, для датчика температуры принудительно обеспечивалось требуемое допустимое значение (от минус 10 °С до минус 40 °С).

Процедуры подготовки и сборки свариваемых деталей проводились согласно действующим нормативным документам. После сварки соединения выдерживались 24 часа на месте проведения сварки.

Исследование надмолекулярной структуры. Одним из ключевых этапов оценивания качества сварных соединений полиэтиленовых труб является изучение надмолекулярной структуры его сформированного материала. Процесс формирования надмолекулярной структуры и размер образований в зоне сварки напрямую влияют на механическую прочность сварного шва. Надмолекулярная структура материалов сварных соединений исследовалась с помощью растрового электронного микроскопа JEOL JSM-7800F (Япония).

Для начала исследований образцы сварных соединений подвергались шлифовке с помощью абразивных брусков разной зер-

нистости по классификации JIS, варьирующей от 1000 до 8000. Для предотвращения перегрева исследуемых образцов шлифовка проводилась в емкости с водой. После шлифовки поверхности образцов обрабатывались травлением с использованием паров кипящего толуола в течение 3 минут [11]. Пары кипящего толуола способствуют быстрому растворению межсферолитных областей в полимере. За счет этого на исследуемой поверхности образцов границы кристаллических образований визуализируются четче [12]. Для исследований были выбраны 3 участка, расположенных в зоне термического влияния (ЗТВ) со стороны электромuffты (рис. 1). Сканирование исследуемых поверхностей образцов проводилось при увеличении $\times 1000$.

Результаты исследования и их обсуждение

Во время анализа снимков структуры акцентировалось внимание на размеры надмолекулярных образований, которые были распознаны как сферолиты [13]. Были выделены наиболее типичные участки и получено примерное распределение количества сферолитов по их различным размерам (рис. 2-4).

На рис. 5 приведено распределение размеров надмолекулярных образований на исследованных участках 1-3 относительно режимов сварки, в процентах. Несмотря на предварительный подогрев и управление скоростью охлаждения при режиме «Прототип», на сварной шов продолжает воздействовать низкая температура. Об этом свидетельствует наличие большего количества мелкокристаллической структуры, чем при стандартной сварке. Из графиков следует, что при режиме «Прототип» размеры сферолитов близки к размерам режима «Стандарт». На изображениях видно, что в случае режима «Нарушение» распределение размеров сферолитов значительно отличается от остальных образцов.



Рис. 1. Схема расположения исследуемых участков в сварном соединении
Примечание: изображение получено авторами в рамках выполнения данного исследования

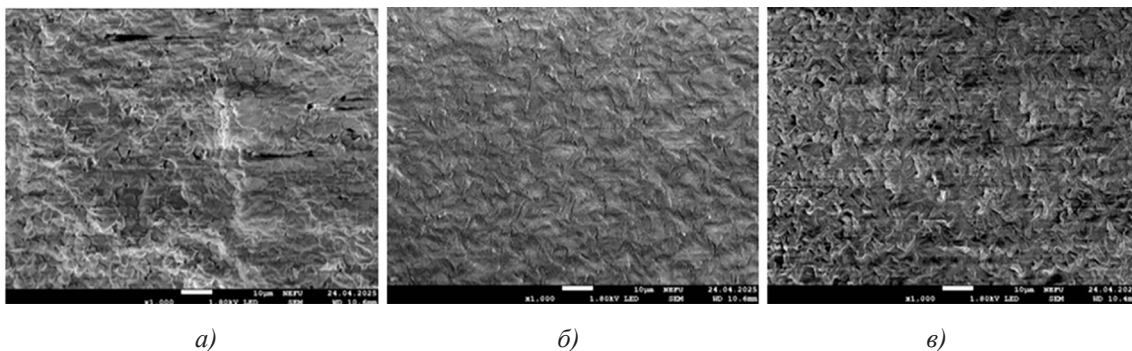


Рис. 2. Изображение структуры материала сварного соединения, произведенного при температуре -40°C в режиме «Прототип» на исследуемых участках, $\times 1000$: а) 1-й участок; б) 2-й участок; в) 3-й участок
Примечание: изображения получены авторами в рамках выполнения исследования

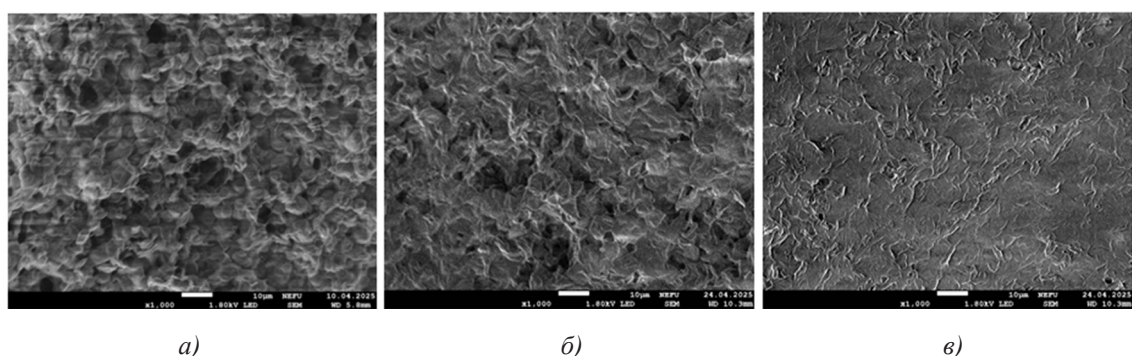


Рис. 3. Изображение структуры материала сварного соединения, произведенного при температуре $+23^{\circ}\text{C}$ в режиме «Стандарт» на исследуемых участках, $\times 1000$: а) 1-й участок; б) 2-й участок; в) 3-й участок
Примечание: изображения получены авторами в рамках выполнения исследования

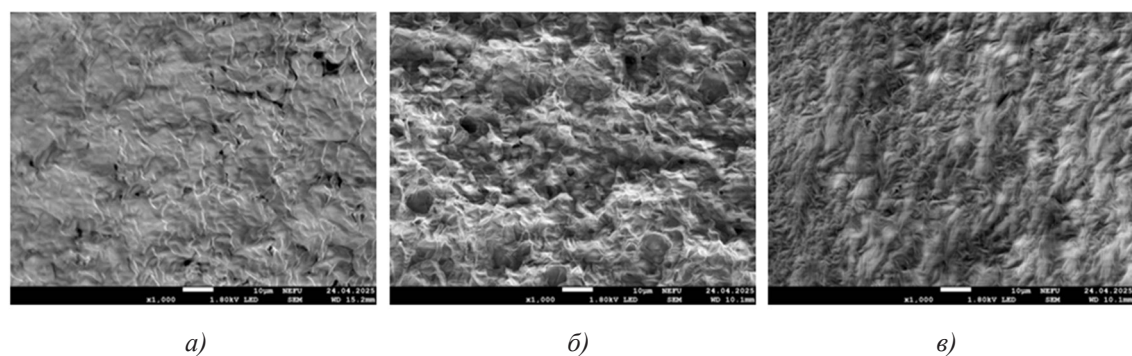


Рис. 4. Надмолекулярная структура материала сварного соединения, произведенного при температуре $T_{\text{ов}} = -40^{\circ}\text{C}$ в режиме «Нарушение», $\times 1000$: а) 1-й участок; б) 2-й участок; в) 3-й участок
Примечание: изображения получены авторами в рамках выполнения исследования

Таблица демонстрирует распределение надмолекулярных образований различного размера в областях 1–3 образцов сварных соединений. Интерпретация полученных экспериментальных результатов показывает, что в режиме «Нарушение», за счет ускоренного охлаждения, доля мел-

кокристаллической структуры достигает практически половины суммарного количества сформировавшихся образований. Сравнительный анализ образцов режимов «Прототип» и «Стандарт» выявил преобладание доли средне- и крупноразмерных сфероидов.

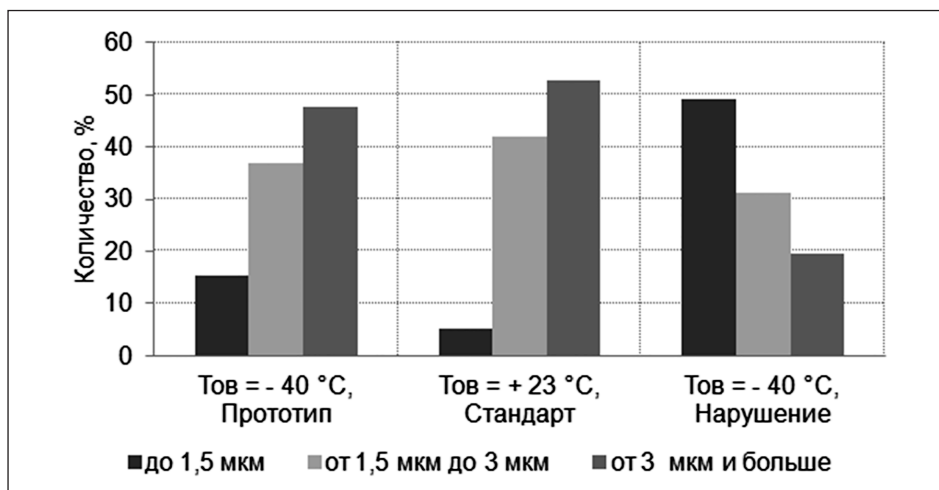


Рис. 5. Доля надмолекулярных образований в материале сварных соединений в процентном выражении
Примечание: составлено авторами в рамках выполнения исследования

Распределение количества надмолекулярных образований в исследуемых участках по их размерам в зависимости от режима сварки

Исследуемый участок	Тов= -40 °C, «Прототип»	Тов= +23 °C, «Стандарт»	Тов = -40 °C, «Нарушение»
Размеры образований до 1,5 мкм			
1	20,8	3,0	56,8
2	21,7	8,5	40,0
3	4,4	4,1	52,5
Размеры образований от 1,5 до 3 мкм			
1	40,3	43,0	30,5
2	43,5	41,9	33,6
3	27,5	41,2	29,5
Размеры образований от 3 мкм и больше			
1	39,0	54,0	12,6
2	34,8	49,6	26,4
3	68,1	54,7	18,0

Примечание: данные приведены в процентном соотношении. Таблица составлена авторами по результатам данного исследования.

При режиме «Прототип» при температуре минус 40 °C, за счет снижения скорости охлаждения сварного шва, структура участка 3 характеризуется снижением доли сферолитов меньшего размера и соответствующим увеличением крупнокристаллических образований до величины порядка 70% от совокупного объема микроструктурных элементов исследуемого образца. В то же время в сварных соединениях по режимам «Прототип» и «Стандарт» количество мелких сферолитов становится сопоставимым. В целом полученные дан-

ные по размерам сферолитов хорошо согласуются с утверждениями в работах ряда авторов [14; 15].

Заключение

Получены размеры и примерное количество надмолекулярных образований в материале в конкретных областях сварных соединений полиэтиленовых труб. Показано, что изменение условий сварки имеет решающее значение при формировании структуры материала. Так, при высокой скорости остывания в материале сварного соедине-

ния формируется значительное количество мелких сферолитов размерами до 1 мкм. При сварке в условиях естественно низких температур необходимо замедлить темп остывания, например подачей определенного напряжения через закладной нагреватель электромуфты. Исследованиями структуры материала показано, что предложенный режим сварки, разработанный для использования при низких температурах окружающего воздуха, устанавливает термический цикл в сварном соединении, как при стандартной сварке при комнатной температуре. Таким образом, при установлении температурного поля в сварном соединении при низких температурах путем подогрева и управляемого охлаждения, как при допустимых температурах (в данном случае при 23 °С), формируется практически идентичная надмолекулярная структура в материале полиэтилена сварного шва.

Список литературы

1. ГОСТ Р 71408-2024. Сварка термопластов. Процедуры сварки закладными нагревателями полиэтиленовых труб и соединительных деталей: национальный стандарт. М.: Российский институт стандартизации, 2024. 24 с.
2. СП 42-103-2003. Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов. Свод правил. М.: Полимергаз, ФГУП ЦПП, 2004. 86 с.
3. Прокопьев Н. В., Кимельблат В. И. Практические проблемы сварки полиэтиленовых труб // Полимерные трубы. 2015. № 2 (48). С. 60-63. URL: https://journal.plastic-pipes.ru/sites/default/files/journal/2015/05/journal_pp_2015-2_60-63.pdf (дата обращения: 15.12.2025).
4. Старостин Н. П., Герасимов А. И., Данзанова Е. В., Аммосова О. А. Способ сварки полимерных труб соединительными деталями с закладным нагревателем // Патент РФ № 2744141. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук». 2019. МПК F16L 47/03 B29C 65/34; заявлено 13.05.2019; опубл. 03.03.2021 Бюл. № 7.
5. Старостин Н. П., Ботвин Г. В., Данзанова Е. В. Способ муфтовой сварки полимерных труб // Патент РФ № 2450202. Патентообладатель Учреждение Российской академии наук Институт проблем нефти и газа СО РАН. 2010. МПК F16L 47/03 B29C 65/34; заявлено 19.07.2010; опубл. 10.05.2012 Бюл. № 13.
6. Старостин Н. П., Аммосова О. А., Петров Д. Д. Управление охлаждением при электромуфтовой сварке полиэтиленовых труб при низких температурах с помощью закладного нагревателя // Сварка и диагностика. 2022. № 3. С. 51-55. DOI: 10.52177/2071-5234_2022_03_51.
7. Старостин Н. П., Аммосова О. А. Управление тепловым процессом электромуфтовой сварки полиэтиленовых труб при низких температурах // Сварка и диагностика. 2017. № 5. С. 21-25. EDN: ZNAFBP.
8. Старостин Н. П., Аммосова О. А., Петров Д. Д. Обратная задача определения мощности закладного нагревателя при электромуфтовой сварке полиэтиленовых труб в условиях низких температур // Сварка и диагностика. 2023. № 3. С. 27-32. DOI: 10.52177/2071-5234_2023_03_27.
9. Алифанов О. М., Будник С. А., Ненарокомов А. В., Титов Д. М. Обработка датчиков тепловых потоков на основе методологии обратных задач // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. 2019. Т. 18. № 4. С. 7-17. DOI: 10.18287/2541-7533-2019-18-4-7-17.
10. Петров Д. Д. Прототип сварочного аппарата для электромуфтовой сварки полимерных труб при низких температурах окружающего воздуха: Сборник трудов XI Евразийского симпозиума по проблемам прочности и ресурса в условиях климатически низких температур, посвященного 85-летию со дня рождения академика В. П. Ларионова (г. Якутск, 11-15 сентября 2023 г.). Киров: Издательство МЦИТО, 2023. С. 464-469. EDN: LYCZZS.
11. Каган Д. Ф., Попова Л. А. Применение метода травления при микроскопическом исследовании надмолекулярной структуры блоков полиэтилена высокой плотности // Высокомолекулярные соединения. 1970. Т. 12. № 12. С. 2774-2777. URL: http://polymsci.ru/static/Archive/1970/VMS_1970_T12_12/VMS_1970_T12_12_2774-2777.pdf (дата обращения: 15.11.2025).
12. Охлопкова Т. А. Триботехнические материалы на основе СВМПЭ, модифицированного наноразмерными оксидными керамиками: дис. ... канд. техн. наук. Томск: Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, 2018. 160 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54456902> (дата обращения: 15.12.2025).
13. Шишенок М. В. Химия высокомолекулярных соединений: учебное пособие. Минск: Вышэйшая школа. 2021. 624 с. URL: <https://www.gstu.by/sites/default/files/files/resources/2023/05/shishonok.pdf> (дата обращения: 20.11.2025). ISBN: 9789850633859.
14. Кайгородов Г. К., Каргин В. Ю. Влияние скорости охлаждения полиэтиленового сварного шва на его прочность // Трубопроводы и экология. 2001. № 2. С. 13-14. URL: https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=9863 (дата обращения: 20.11.2025).
15. Шурайц А. Л., Каргин В. Ю., Вольнов Ю. Н. Газопроводы из полимерных материалов: Пособие по проектированию, строительству и эксплуатации. Саратов: Журнал «Волга – XXI век». 2007. 612 с. URL: <https://scinetwork.ru/disk/file/23674> (дата обращения: 20.09.2025). ISBN: 978-5-91320-003-7.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Финансирование: Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (рег. №122011100162-9).

Financing: The work was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (reg. No. 122011100162-9).

УДК 004.048
DOI

CC BY 4.0

АЛГОРИТМЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРОСТРАНСТВЕННО ПРИВЯЗАННЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ В ЗАДАЧЕ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИМ СОПРОВОЖДЕНИЕМ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ

Егунова А. И., Сидоров Д. П., Егунова О. И., Ямашкин С. А., Вечканова Ю. С.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Мордовский государственный университет
имени Н.П. Огарёва», Саранск, Российская Федерация, e-mail: sidorovd@mail.ru*

Современная тенденция цифровизации государственных процессов приводит к необходимости автоматизировать анализ данных о взаимодействии граждан с электронными сервисами в целях формирования управленческой отчетности. При этом формируемые данные обладают пространственной привязкой, обусловленной рабочим местом и офисом многофункциональных центров, в рамках которых осуществляется пользовательская сессия. Проблема заключается в выделении интернет-адресов записей, которые действительно отражают получение услуг, поскольку традиционные методы ручной фильтрации требуют значительных трудозатрат и подвержены ошибкам. Целью исследования является разработка алгоритма обработки интернет-адресов, посещенных пользователями государственных сервисов, на основе средств кластеризации данных для идентификации фактов получения услуг и последующей статистической обработки. Для решения поставленной задачи использовались методы анализа текстовых данных, включая вычисление расстояния по алгоритму Левенштейна и последующее применение иерархической кластеризации методом Уорда. Расстояние между строками рассчитывалось как минимальное количество операций редактирования, что позволило формировать непрерывное пространство схожести интернет-адресов. Полученная матрица расстояний применялась в качестве основы для построения кластеров, отражающих смысловую близость посещенных страниц. В ходе исследования были сформированы группы интернет-адресов, что позволило выделить основные посещаемые ресурсы и отделить целевые страницы сервисов от вспомогательных переходов. Отдельные кластеры формировались за счет различий структуры динамических адресов, включая параметры сессии и идентификаторы, что подтвердило необходимость использования метрических методов сравнения строк. В результате установлено, что применение алгоритма Левенштейна в сочетании с кластеризацией методом Уорда существенно повышает эффективность анализа данных о посещениях, позволяет автоматизировать выделение значимых запросов и уменьшает объем ручной работы специалистов. Полученный подход обеспечивает возможность дальнейшего углубленного исследования обращений на порталах и в многофункциональных центрах предоставления государственных услуг. Учет пространственной привязки статистических данных позволяет интерпретировать результаты кластеризации в контексте организации пользовательского сопровождения без изменения используемых алгоритмов обработки.

Ключевые слова: госуслуги, управление пользовательским сопровождением, кластеризация, пространственная привязка данных, метод Уорда

CLUSTERING ALGORITHM FOR PROCESSING SPATIALLY LINKED STATISTICAL DATA IN THE TASK OF MANAGING USER SUPPORT FOR MULTIFUNCTIONAL CENTERS

Egunova A. I., Sidorov D. P., Egunova O. I., Yamashkin S. A., Vechkanova Yu. S.

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“National Research Mordovian State University named after N.P. Ogarev”,
Saransk, Russian Federation, e-mail: sidorovd@mail.ru*

The current trend of digitalization of government processes leads to the need to automate the analysis of data on citizens' interaction with electronic services in order to generate management reports. At the same time, the generated data has a spatial reference due to the workplace and office of multifunctional centers within which the user session is carried out. The problem lies in identifying the Internet addresses of records that truly reflect the receipt of services, since traditional manual filtering methods require significant labor and are error-prone. The aim of the study is to develop an algorithm for processing Internet addresses visited by users of government services, based on data clustering tools to identify facts of service receipt and subsequent statistical processing. To solve this problem, methods of text data analysis were used, including calculating the distance using the Levenshtein algorithm and the subsequent application of hierarchical clustering by the Ward method. The distance between the lines was calculated as the minimum number of editing operations, which made it possible to form a continuous space of similarity of Internet addresses. The resulting distance matrix was used as the basis for constructing clusters reflecting the semantic proximity of the visited pages. During the research, groups of Internet addresses were formed, which made it possible to identify the main visited resources and separate the landing pages of services from auxiliary traffic. Individual clusters were formed due to differences in the structure of dynamic addresses, including session parameters and identifiers, which confirmed the need to use metric string comparison methods. As a result, it was found that the use of the Levenshtein algorithm in combination with the Ward clustering method significantly increases the efficiency of session data analysis, automates the allocation of significant queries and reduces the amount of manual work of specialists. The obtained approach provides an opportunity for further in-depth research of appeals on portals and in multifunctional centers for the provision of public services. Taking into account the spatial reference of statistical data allows you to interpret the clustering results in the context of the organization of user support without changing the processing algorithms used.

Keywords: government services, user support management, clustering, spatial data referencing, Ward's method

Введение

Многофункциональные центры (МФЦ) являются бюджетными учреждениями, обеспечивающими предоставление государственных и муниципальных услуг населению. Часть услуг предоставляется в электронном виде через специализированные интернет-порталы [1]. В связи с тем, что не все граждане располагают собственными техническими средствами и доступом к интернету, в офисах МФЦ организованы рабочие места с доступом к необходимым информационным ресурсам и поддержкой со стороны сотрудников. В рамках настоящей работы система пользовательского сопровождения МФЦ рассматривается как организационная система, функционирование которой опирается на анализ статистических данных обращений.

Использование таких рабочих мест требует формирования отчетности о фактически оказанных услугах. Данные отчетности используются как информационная основа управления нагрузкой рабочих мест и регламентацией процессов сопровождения. Для автоматизации сбора статистических данных на рабочих местах применяется браузерное расширение, фиксирующее активность пользователя в ходе сессии [2], включая URL-адреса и заголовки посещенных страниц, а также пространственную привязку данных, определяемую рабочим местом и офисом МФЦ. Объем собираемых данных значителен и содержит большое количество нерелевантных записей, не относящихся непосредственно к получению услуг. В рамках исследования под пространственной привязкой понимается связь каждой пользовательской сессии с конкретным рабочим местом и подразделением МФЦ, без использования географических координат. Пространственная привязка данных задает организационно-структурный контекст формирования обращений и позволяет учитывать различия между рабочими местами и подразделениями МФЦ. В связи с этим возникает задача автоматического выделения и группировки интернет-ссылок, соответствующих страницам сервисов государственных услуг [3]. В данной статье рассматривается разработка алгоритма группировки часто посещаемых страниц на платформах государственных организаций на основе методов кластеризации и обработки текстовых данных.

Цель исследования – разработка алгоритма обработки интернет-адресов, посещенных пользователями государственных сервисов, на основе средств кластеризации данных для идентификации фактов полу-

чения услуг и последующей статистической обработки.

Материалы и методы исследования

В настоящее время автоматизация анализа пользовательской активности реализуется преимущественно на основе перебора данных и фильтрации с применением регулярных выражений. Серверный обработчик принимает данные сессий и формирует массив посещенных веб-страниц, который затем очищается от нерелевантных записей. Фильтрация выполняется с использованием справочников ресурсов государственных и муниципальных услуг и характерных фрагментов URL-адресов страниц оказания услуг [4]. Формирование таких справочников требует предварительного ручного анализа необработанных данных активности, после чего возможна их программная обработка [5, 6]. Данный подход обладает существенными ограничениями. Его настройка связана с высокими трудозатратами, а влияние человеческого фактора приводит к неполному учету страниц услуг и искажению итоговой статистики, что негативно сказывается на качестве данных, используемых для управленческих решений [7]. Применение нейросетевых методов в данной задаче также затруднено, поскольку состав и структура сервисов существенно различаются между регионами, что осложняет формирование устойчивых и интерпретируемых кластеров [8, 9].

Фильтрация ссылок по различным сервисам может быть реализована с использованием алгоритма Кнута – Морриса – Пратта (КМП), однако данный подход требует ручного задания строгих критериев схожести и шаблонов поиска в базе URL-адресов посещений сайтов государственных услуг. Вся собранная информация хранится в файлах JSON в строковой форме, что значительно упрощает процесс обработки. Работать с записями активности можно как с простыми строками, но для более подробного анализа стоит учитывать не только строки, в которых содержатся ссылки страниц, но и строки заголовков.

Первым этапом построения кластеров являлось определение матрицы степеней сходства строк, выраженной в метрике расстояния Левенштейна [10]. Расстояние между каждой парой строк вычислялось с использованием метода Вагнера – Фишера, основанного на построении матрицы, размерность которой определяется длинами сравниваемых строк, и поэлементном заполнении на основе рекуррентной формулы [11]. В результате формировалась матрица, элементы которой отражают минимальное

количество операций редактирования, необходимых для преобразования одной строки в другую. Значение в правой нижней ячейке матрицы соответствует общему числу требуемых преобразований и представляет собой искомое расстояние Левенштейна. В данном случае строки URL-адресов интерпретируются как формализованные описания событий обращений, а расстояние Левенштейна – как мера их сходства.

Для оценки эффективности выбранного подхода был проведен сравнительный анализ алгоритма Левенштейна и классического алгоритма КМП, который предназначен для точного поиска подстроки в строке и показывает наилучшие результаты при наличии заранее известных шаблонов, что характерно для задач синтаксического поиска, но не для анализа вариативных URL-адресов. Он оперирует бинарным результатом – совпадение найдено или нет, и не позволяет оценить степень близости строк. В отличие от КМП, алгоритм Левенштейна обеспечивает метрическую оценку различий между строками, определяя минимальное количество операций редактирования, необходимых для их совпадения. Это делает его особенно эффективным при работе с динамическими адресами, содержащими параметры сеансов, идентификаторы пользователей и временные метки.

В экспериментальной части сравнение показало, что КМП корректно обрабатывает не более 10–15 % записей, совпадающих дословно, тогда как Левенштейн позволяет формировать непрерывное пространство расстояний и использовать его для построения кластеров по смысловой близости [12]. Таким образом, выбор метрики Левенштейна оправдан способностью учитывать частичные совпадения и вариативность структуры URL, что делает ее базовым инструментом для последующего применения иерархической кластеризации методом Уорда. Минимизация внутрикластерной дисперсии при использовании метода Уорда позволяет формировать однородные классы обращений, что повышает пригодность результатов для задач управления пользовательским сопровождением. С целью ускорения расчетов использовали готовую библиотеку Python Strsimpy для определения расстояния между строками и в процессе построения кластеров.

Решение по выбору наиболее подходящего алгоритма может быть затруднительным, однако можно обратиться к опыту схожих исследований, работающих с анализом строк [13]. Алгоритм КМП использует шаблон подстроки для поиска по строке, что заранее сделать затруднительно, пото-

му что на сайтах разных государственных организаций сервис реализован по разным ссылкам. На первом этапе нужно формировать кластеры по подобным ссылкам URL посещенных сервисов и далее уменьшать в следующем поиске базу, выделяя только узлы соответствующих сервисов. По конечным данным можно уже получить статистику сформированных обращений. Самым популярным из методов вычисления дистанции между двумя строками является расстояние Левенштейна. В данной работе выбор остановился на методе Уорда, так как он имеет меньшую восприимчивость к шуму и выбросам и эффективен даже на небольших выборках [14, 15].

Предлагаемый алгоритм кластеризации включает следующие этапы:

- 1) формирование массива URL-адресов и заголовков посещенных страниц по пользовательским сессиям;

- 2) вычисление парных расстояний между строками с использованием метрики Левенштейна и формирование матрицы расстояний;

- 3) преобразование матрицы расстояний к формату, совместимому с иерархическими методами кластеризации;

- 4) применение метода Уорда для построения дендрограммы и последовательного объединения объектов в кластеры;

- 5) выбор порога отсечения по дендрограмме и определение числа кластеров;

- 6) интерпретация полученных кластеров как типовых классов пользовательских обращений и исключение кластеров, соответствующих нерелевантным переходам.

Сравнение с альтернативными подходами показало, что использование классических методов разбиения, таких как k-means, а также других агломеративных критериев (например, по ближайшему соседу или полному связыванию) менее эффективно в рассматриваемой задаче. Методы разбиения требуют заранее задавать число кластеров и чувствительны к шумовым и единичным записям, характерным для пользовательских сессий. Альтернативные критерии агломерации демонстрируют более высокую чувствительность к выбросам и приводят к менее интерпретируемой структуре объединений. В отличие от них, сочетание метрики Левенштейна и метода Уорда обеспечивает компактные и устойчивые к шуму кластеры, которые удобно интерпретировать как типовые классы обращений.

Результаты исследования и их обсуждение

С помощью функции levenshtein() были вычислены редакционные расстояния в

массиве статистических данных о ссылках на посещенные страницы, сформированных в различных пространственных контекстах пользовательского сопровождения. На основании полученных значений был сформирован вектор расстояний. Для дальнейшей работы с данными вектор был преобразован в квадратную матрицу. К полученной матрице был применен метод Уорда для построения иерархического дерева. Расстояние R между кластерами U и V вычисляется как прирост суммы квадратов расстояний от точек до центроидов кластеров при объединении этих кластеров.

$$R_{ward}(U, V) = \frac{|U||V|}{|U|+|V|} \rho^2 \left(\sum_{u \in U} \frac{u}{|U|}, \sum_{v \in V} \frac{v}{|V|} \right),$$

где U, V – объединяемые кластеры;

$|U|, |V|$ – количество объектов в кластерах U, V ;

u, v – объекты, принадлежащие кластерам U, V ;

ρ^2 – квадрат расстояния между центроидами кластеров.

Сформированные кластеры могут рассматриваться как типовые классы пользовательских обращений, используемые при агрегировании данных и формировании управленческой отчетности.

На каждом шаге иерархического алгоритма кластеризации с использованием метода Уорда выполняется процедура выбора двух кластеров, объединение которых минимально увеличивает значение целевой функции. В качестве целевой функции используется общая внутрикластерная сумма квадратов – показатель, отражающий степень компактности кластеров и величину разброса объектов внутри них. Для каждой пары кластеров U и V вычисляется величина увеличения этой суммы квадратов при гипотетическом слиянии кластеров. Эта величина показывает, насколько возрастет суммарная дисперсия в данных, если два кластера будут объединены. Фактически это прирост ошибки кластеризации, поэтому алгоритм стремится выбирать пару кластеров с минимальным значением $R(U, V)$.

Далее процесс выглядит так:

1. На начальном шаге каждый объект считается отдельным кластером, центроид совпадает с объектом, внутрикластерная дисперсия равна нулю.

2. Для всех пар кластеров рассчитывается значение прироста внутрикластерной суммы квадратов при их объединении. Выбирается пара с минимальным приростом дисперсии, то есть наиболее «похожих» или «близких» с точки зрения критерия Уорда кластеров.

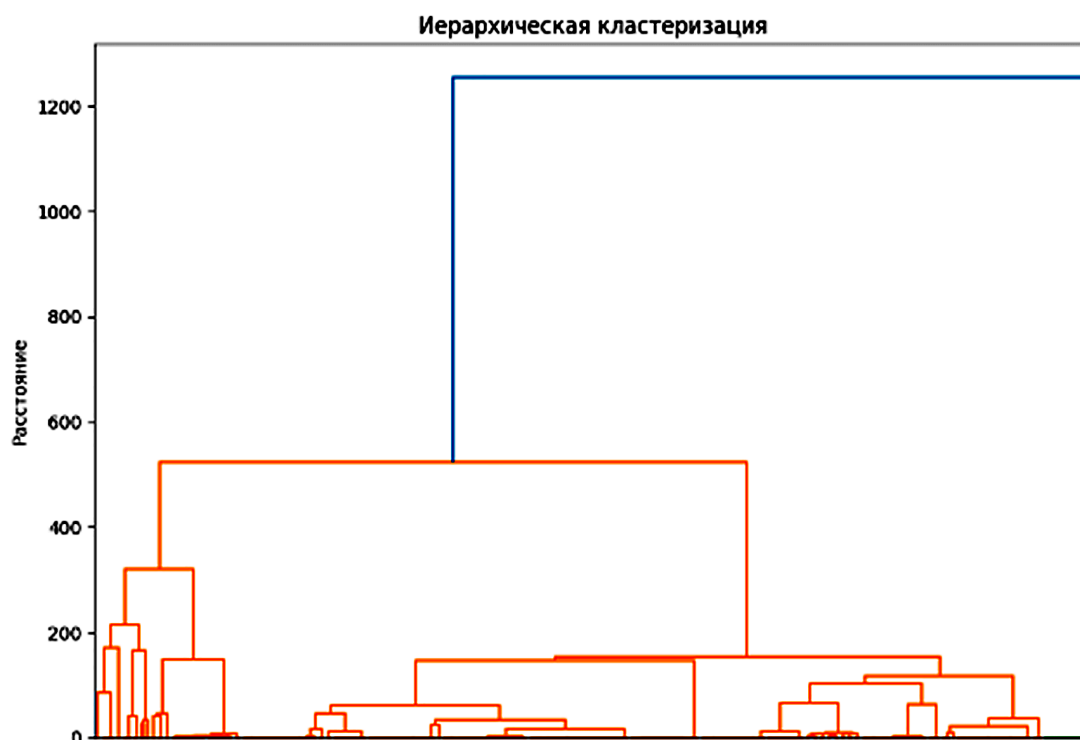
3. Кластеры объединяются, вычисляется новый центроид объединенного кластера. Матрица расстояний пересчитывается, так как расстояния до нового кластера уже не равны расстояниям до исходных двух.

4. Шаги 2–3 повторяются до тех пор, пока все объекты не будут объединены в единый кластер.

Метод Уорда формирует кластеры таким образом, чтобы внутри каждого кластерного объединения сохранялась максимальная однородность. Алгоритм избегает объединения групп, которое привело бы к заметному росту внутрикластерной дисперсии, и, наоборот, последовательно соединяет наиболее компактные и близко расположенные группы данных. В результате получается иерархическое дерево (дендрограмма), уровни которого отражают моменты объединения кластеров и величину увеличения дисперсии, что делает структуру кластеризации легко интерпретируемой. С помощью функции `dendrogram()` на основании полученных данных было построено дерево, отображающее взаимное расположение страниц и групп посещенных страниц в зависимости от меры сходства между URL-адресами. Дерево, полученное при анализе данных о 300 записях из 15 различных сессий, указано на рисунке.

На вертикальной оси дендрограммы указана дистанция между кластерами. Таким образом, чем ближе к вершине, тем больше расстояние и менее схожи между собой посещенные страницы. На основании этого рисунка можно выбрать количество кластеров, на которое разумно поделить данные. Если анализировать ссылки с одного из наиболее популярных порталов для получения услуг, можно отметить что расстояние между различными посещенными URL-адресами не будет превышать 100–200 замен. В рамках одного ресурса наблюдается такая закономерность, что большая часть страниц имеет между собой минимальные различия. Исключением может стать обращение к адресу на ресурсе, в ссылке посещения которого может отобразиться достаточно длинный `get`-параметр, однако по различным данным средняя длина URL адреса ограничивается 75–100 символами.

Получается, что в основании дендрограммы, в пределах значений до 100 кластеры еще не будут в полной мере отражать разбиение по различным ресурсам и в разных кластерах с высокой вероятностью могут встретиться обращения к одному и тому же portalу. На основании рисунка можно выбрать количество кластеров, на которое разумно поделить данные.



Дендрограмма разделения по кластерам

Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

В результате анализа получившихся кластеров удалось выделить основные группы адресов, по которым обращались пользователи, а с ними и определить посещаемые ресурсы. Отдельную большую группу образовали страницы портала регионального многофункционального центра, основная часть которых представляет собой страницы начала сессии и навигации. Далее в отдельную группу попали преимущественно все страницы домена «Госуслуги», включая авторизацию, получение услуг и просмотр информационных страниц. В отдельную группу попали страницы просмотра заявлений на портале «Госуслуги», по причине длинной строки GET-параметров, что значительно увеличило расстояние строк от других адресов того же домена. Оставшаяся группа сформировалась вокруг менее значимых для исследования адресов, на которых находился пользователь: промежуточные страницы открытия новой вкладки для перехода на целевой адрес.

В отличие от стандартных подходов к кластеризации строковых данных, предложенный алгоритм учитывает не только содержательное сходство URL-адресов, но и их пространственную привязку к рабочим местам и офисам МФЦ. При использовании классических методов разбиения и агломеративных алгоритмов простран-

ственная компонента, как правило, либо игнорируется, либо учитывается отдельно от процесса кластеризации, что затрудняет интерпретацию результатов в организационном контексте. В рассматриваемой методике пространственная привязка выступает дополнительным измерением анализа: кластеры URL-адресов сопоставляются с конкретными рабочими местами и подразделениями, что позволяет выявлять типовые классы обращений не только по структуре ссылок, но и по их распределению в системе пользовательского сопровождения. Это обеспечивает более полное представление о нагрузке на инфраструктуру МФЦ и делает результаты кластеризации непосредственно пригодными для решения задач управления пользовательским сопровождением.

Заключение

Таким образом, применение алгоритмов кластеризации позволяет существенно сократить трудоемкость анализа больших массивов данных пользовательской активности за счет автоматизированного выявления и группировки однородных обращений. Использование кластерного разбиения обеспечивает возможность формирования типовых классов обращений и исключения из анализа нерелевантных переходов, не связанных с фактическим

получением услуг, что повышает качество подготавливаемой управленческой информации. Повторное применение алгоритмов кластеризации к данным выделенных кластеров позволяет проводить более детальный анализ обращений внутри отдельных ресурсов и выявлять закономерности, характеризующие процессы получения услуг. В рамках проведенного исследования это дало возможность идентифицировать группы обращений, относящиеся к portalу государственных услуг, и отделить их от вспомогательной пользовательской активности. Учет пространственной привязки статистических данных, определяемой рабочими местами и подразделениями МФЦ, формирует основу для анализа распределения обращений в организационной системе пользовательского сопровождения. Полученные результаты могут быть использованы для информационного обеспечения задач управления, включая оценку нагрузки рабочих мест, анализ структуры обращений и поддержку принятия решений по организации процессов пользовательского сопровождения без изменения базовой методики кластеризации.

Список литературы

1. Сысоева Л. А. Модели процессов при реализации цифровых информационно-документационных услуг обучающимся университета // Научное обозрение. Технические науки. 2022. № 1. С. 5–10. URL: <https://s.science-engineering.ru/pdf/2022/1/1378.pdf> (дата обращения: 29.10.2025).
2. Родионов А. В. Исследование посещаемости электронных курсов для построения профилей активности пользователей с использованием нейронной сети Кохонена // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 1. С. 37–43. URL: <https://s.top-technologies.ru/pdf/2023/1/39496.pdf> (дата обращения: 29.10.2025).
3. Акимов А. А., Валитов Д. Р., Кубряк А. И. Предварительная обработка данных для машинного обучения // Научное обозрение. Технические науки. 2022. № 2. С. 26–31. URL: <https://s.science-engineering.ru/pdf/2022/2/1391.pdf> (дата обращения: 29.10.2025).
4. Егунова А. И., Сидоров Д. П., Шибайкин С. Д., Василькин В. А. Разработка системы автоматической классификации и приоритизации задач сотрудников информационных компаний с применением методов машинного обучения // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 12. С. 604–606. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=59886633> (дата обращения: 29.10.2025).
5. Пархоменко П. А., Григорьев А. А., Астраханцев Н. А. Обзор и экспериментальное сравнение методов кластеризации текстов // Труды ИСП РАН. 2017. Т. 29. Вып. 2. С. 161–200. DOI: 10.15514/ISPRAS-2017-29(2)-6.
6. Кошкин Д. Е., Багдасарова Н. В. Анализ и сравнение алгоритмов кластеризации данных применительно к кластеризации текстового контента // Информатизация образования и науки. 2018. № 4 (40). С. 116–128. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36295550> (дата обращения: 29.10.2025).
7. Шибайкин С. Д., Егунова А. И., Аббакумов А. А. Анализ применения нейронных сетей, градиентного бустинга и метода ближайших соседей для классификации нормативно-справочной информации // Научно-технический вестник Поволжья. 2020. № 2. С. 54–58. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42593958> (дата обращения: 29.10.2025).
8. Жилов Р. А. Интеллектуальные методы кластеризации данных // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 6. С. 152–159. URL: <https://www.mathnet.ru/rus/izkab730> (дата обращения: 29.10.2025).
9. Айдагулов Р. Р., Главацкий С. Т., Михалев А. В. Модели кластеризации // Фундаментальная и прикладная математика. 2020. Т. 23. Вып. 2. С. 17–36. URL: <https://www.mathnet.ru/rus/fpm1881> (дата обращения: 29.10.2025).
10. Гладили А. В., Рыжаков В. В., Портнова И. М., Герасимова А. В. Меры сходства кластеризации текстовых документов // Современные информационные технологии в управлении качеством: сборник статей VI Международной научно-прикладной конференции (г. Пенза, 04–05 июня 2018 г.) С. 20–24. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35561253> (дата обращения: 29.10.2025).
11. Николаева О. В. Статистический метод в задачах кластеризации данных // Математическое моделирование. 2022. Т. 34. № 10. С. 110–122. URL: <https://www.mathnet.ru/links/b43ddc4c339e9e68580c019017e469a4/mm4414.pdf> (дата обращения: 29.10.2025).
12. Егоркин А. А. Кластеризация текстов финансовых сообщений // Управление большими системами. 2025. Вып. 116. С. 47–67. URL: <https://ubs.mtas.ru/upload/library/UBS11603.pdf> (дата обращения: 29.10.2025).
13. Тюрин А. Г., Зуев И. О. Кластерный анализ, методы и алгоритмы кластеризации // Вестник МГТУ МИРЭА. 2014. № 2. Июнь. С. 86–97. URL: <https://rtj.mirea.ru/upload/medialibrary/fba/09-tyurin.pdf> (дата обращения: 29.10.2025).
14. Долженков С. Д. Сравнительный анализ агрегативных методов кластеризации на примере модельного множества точек евклидовой плоскости // Процессы управления и устойчивость. 2022. Т. 9. № 1. С. 215–222. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48867606> (дата обращения: 29.10.2025).
15. Булыга Ф. С., Курейчик В. М. Кластеризация слабоструктурированных текстовых данных методами иерархической кластеризации // Труды международного научно-технического конгресса «Интеллектуальные системы и информационные технологии – 2022» (г. Таганрог, 2022 г.). С. 64–71. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50196329> (дата обращения: 29.10.2025).

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

УДК 004.4
DOI

CC BY 4.0

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ ГЛОБАЛЬНО РАСПРЕДЕЛЕННОЙ АДАПТИВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОТОКОВ ДАННЫХ

Ермаков С. Р. ORCID ID 0000-0001-6082-1765

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет радиотехники,
электроники и автоматики – Российский технологический университет»,
Москва, Российская Федерация, e-mail: ermakov_s@mirea.ru*

Цель работы заключается в экспериментальном исследовании надежности интеллектуальных систем с применением методов организации глобально распределенной адаптивной обработки потоков данных путем оценки основных показателей обеспечения надежности информационных систем (SRE, Site Reliability Engineering) – задержки адаптивной обработки потоков данных, насыщения и степени разгрузки узлов. В исследовании проводится анализ поведения интеллектуальной системы, реализованной на основе трехуровневой архитектуры на экспериментальном стенде, при различных сценариях эксплуатации, включая резкие всплески пользовательской активности и потерю связи с центральным сервером. Проведено нагрузочное тестирование системы с моделированием сценариев резкого роста трафика и полной потери связи с облачным центром. Применены методы динамической разгрузки вычислительных задач (оффлоадинга) на клиентские устройства. В результате установлена нелинейная зависимость между насыщением туманного узла и интенсивностью выгрузки вычислений. Выявлено, что активация адаптивного оффлоадинга (с регулированием доли внешних вычислений от 30 до 78 %) позволяет стабилизировать время отклика системы на уровне 1,1–1,2 с при перегрузке, переводя ее в устойчивое квазистационарное состояние. Количественно подтвержден эффект мягкой деградации качества сервиса при разрыве соединения с облаком и показано, что снижение точности инференса происходит линейно и предсказуемо по мере устаревания данных, что обеспечивает сохранение уровня доступности системы.

Ключевые слова: распределенные интеллектуальные системы, адаптивная обработка данных, надежность, туманные вычисления, федеративное обучение

EXPERIMENTAL STUDY OF INTELLIGENT SYSTEMS RELIABILITY USING GLOBALLY DISTRIBUTED ADAPTIVE DATA STREAM PROCESSING METHODS

Ermakov S. R. ORCID ID 0000-0001-6082-1765

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Moscow State Technical University of Radio Engineering, Electronics and Automation –
Russian Technological University”, Moscow, Russian Federation, e-mail: ermakov_s@mirea.ru*

The objective of this study is to experimentally investigate the reliability of intelligent systems using methods for organizing globally distributed adaptive data flow processing by assessing the key metrics of information system reliability assurance (SRE, Site Reliability Engineering) – adaptive data flow processing latency, node saturation, and node offloading. The study analyzes the behavior of an intelligent system, implemented using a three-tier architecture on an experimental setup, under various operational scenarios, including sudden surges in user activity and loss of connection to the central server. Load testing of the system was conducted, simulating scenarios of a sharp increase in traffic and complete loss of connection to the cloud center. Dynamic offloading of computational tasks to client devices was applied. As a result, a nonlinear relationship was established between fog node saturation and the intensity of computational offloading. It was found that activating adaptive offloading (with the proportion of external computations adjusted from 30 % to 78 %) stabilizes the system's response time at 1.1–1.2 seconds during overload, transitioning it to a stable, quasi-steady state. The effect of soft service degradation upon cloud connection loss was quantitatively confirmed, and it was shown that the decline in inference accuracy occurs linearly and predictably as data ages, ensuring the system's availability remains intact.

Keywords: distributed intelligent systems, adaptive data processing, reliability, fog computing, federated learning

Введение

Стремительное развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ) инициирует пересмотр традиционных подходов к проектированию архитектуры вычислительных систем. Классическая централизованная модель, предполагающая обработку всех запросов на мощностях удаленных дата-

центров (серверов), в текущее время вызывает все больше существенных ограничений при масштабировании [1]. Расширение дата-центров требует дорожающих компьютерных комплектующих, «силовое масштабирование» становится экономически и физически нецелесообразно для многих организаций, в том числе образовательных

[2]. Тем не менее конкуренция в области ИИ возрастает, все больше предприятий и вузов планируют внедрение собственных интеллектуальных систем и сервисов. Это в том числе связано с повышающимися сегодня требованиями к безопасности и предотвращению утечки данных. Технически ключевыми проблемами централизованных архитектур являются непредсказуемая сетевая задержка, высокая стоимость передачи больших объемов данных и критическая зависимость от доступности и скорости магистральных каналов связи, что отрицательно влияет на надежность вычислительных систем и может приводить к их неприменимости. Особенно остро данные проблемы проявляются в интеллектуальных системах, где требуется принятие решений в режиме реального времени [3].

В качестве перспективного решения автором рассматривается переход к организации глобально распределенной обработки потоков данных, основанной на концепции туманных вычислений и федеративного машинного обучения [4–6]. Суть данного подхода заключается в переносе части вычислительной нагрузки из центрального облака на промежуточные узлы, расположенные на границе сети, и непосредственно на клиентские устройства, что могло бы обеспечить масштабирование архитектуры путем оптимизации, а не расширения вычислительных характеристик оборудования.

Цель исследования – экспериментальное исследование надежности интеллектуальных систем с применением методов организации глобально распределенной адаптивной обработки потоков данных путем оценки основных показателей обеспечения надежности информационных систем (SRE, Site Reliability Engineering) – задержки адаптивной обработки потоков данных, насыщения и степени разгрузки узлов.

Материалы и методы исследования

Для проведения исследования была спроектирована и программно реализована архитектура распределенной интеллектуальной системы, структурно состоящая из трех функциональных уровней (рис. 1). Верхний уровень иерархии занимает *облачный сервер*, выполняющий роль глобального координатора и агрегатора. Его основной задачей является поддержание актуальной версии глобальной интеллектуальной модели, которая формируется путем объединения обновлений, поступающих от нижестоящих узлов. В модели облачный сервер реализует алгоритмы федеративного машинного обучения, принимая дифференциальные

изменения весов моделей и рассчитывая метрику глобального качества.

Средний уровень образуют *туманные («вузовские») узлы*, которые располагаются в непосредственной близости к группам пользователей, например, в локальной сети организации или образовательного учреждения, но могут располагаться географически далеко друг от друга. Эти узлы берут на себя основную нагрузку по выполнению инференса – обработки запросов к интеллектуальной модели. Ключевой особенностью туманного узла в разработанной архитектуре является его способность к автономной работе. Узел хранит локальную копию модели и периодически, в асинхронном режиме, синхронизирует ее состояние с облачным сервером. Такой подход позволяет обслуживать запросы пользователей даже при временной недоступности глобальной сети [7, 8].

Туманные узлы включают в себя модель библиотек учебных заведений с коллекцией объемом 1000 документов (~6 ГБ размер файлов .pdf и .docx, размер чистого текста ~763 МБ, $\sim 1,6 \times 10^8$ токенов). Данный текстовый корпус моделирует реальный поток данных для последующей обработки и дообучения интеллектуальной большой языковой модели A-vibe [9], которая также установлена на туманных узлах.

Нижний уровень представлен *клиентскими (периферийными) устройствами*, под которыми понимаются персональные компьютеры или мобильные терминалы конечных пользователей. В предложенной архитектуре эти устройства не являются пассивными потребителями контента, а участвуют в вычислительном процессе. При высокой загрузке туманного узла часть задач по предварительной обработке данных, например токенизация или извлечение признаков из документов, передается на клиентские устройства. Это позволяет реализовать методы динамической разгрузки (оффлоадинга), который снижает нагрузку на компоненты туманного узла [10, 11].

Научная новизна исследования заключается в экспериментальном выявлении нелинейной зависимости между насыщением туманного узла и интенсивностью разгрузки вычислений, подтверждающей, что адаптивные методы динамической разгрузки могут переводить интеллектуальные системы в квазистационарное состояние со стабилизацией времени отклика при пиковых нагрузках; в определении границ эффективности гибридной обработки данных, обеспечивающих снижение нагрузки на вычислительные узлы за счет динамического перераспределения задач предварительной обработки в исследуемой архитектуре.

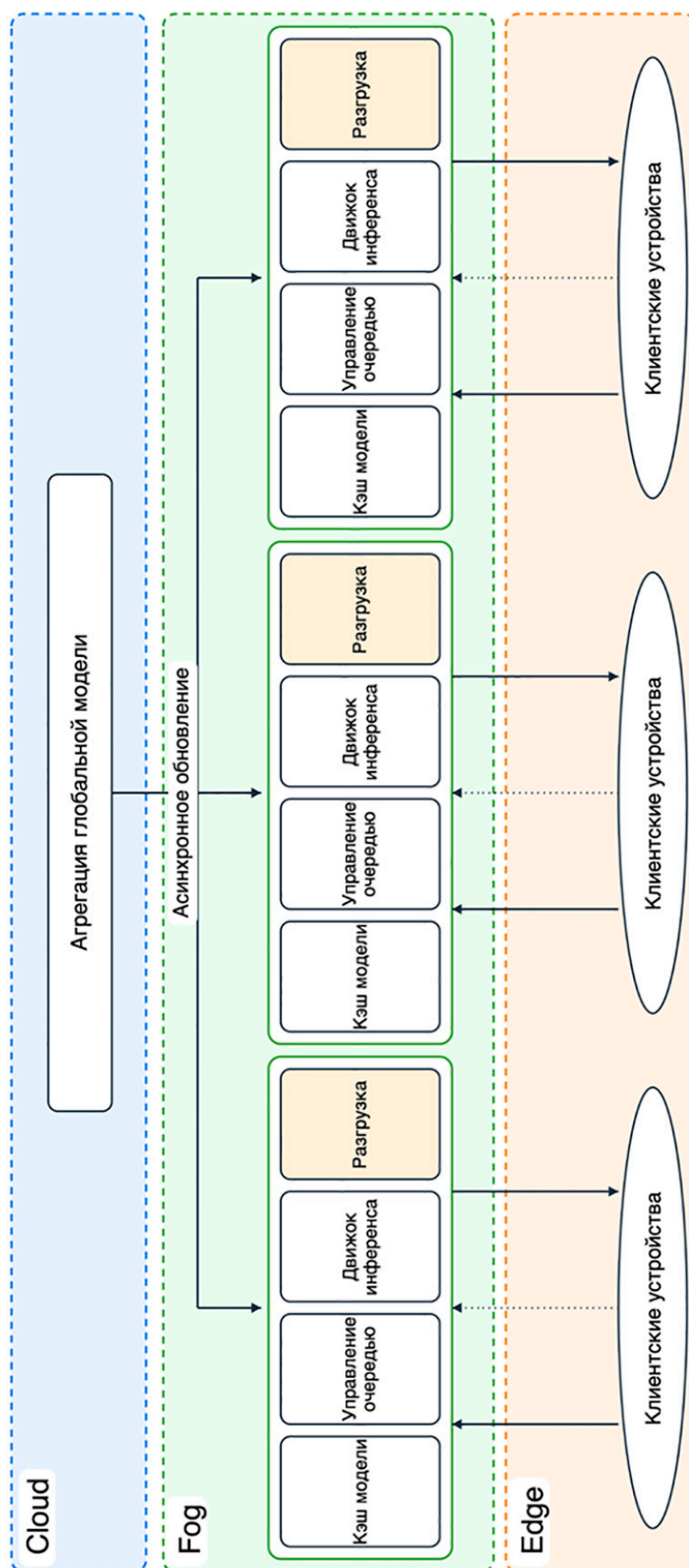


Рис. 1. Предлагаемая архитектура интеллектуальных систем
Примечание: составлен автором по результатам данного исследования

В общем виде архитектура и математическая модель системы основаны на концепции многокритериальной оптимизации качества обработки потоковых данных [12]. Для оперативного управления надежностью выполняется задача максимизации вероятности корректного ответа P_{ok} :

$$P_{ok} = \sigma(S_{net}) = \frac{1}{1 + e^{-(aQ_{model} - bD_{task} - cT_{stale} - dP_{queue})}}. \quad (*)$$

Здесь Q_{model} отражает качество модели (аналог Φ_A), T_{stale} – показатель устаревания данных (Δ), P_{queue} характеризует нагрузку и задержки (Φ_P), а D_{task} – ресурсоемкость задачи (Φ_R). Коэффициенты a, b, c, d задают чувствительность системы к различным видам возмущений и служат эмпирическими аналогами весов w .

Характеристики экспериментального стенда

Параметр / Характеристика	Облачный сервер	Туманный узел	Периферийное устройство
Процессор (CPU/vCPU)	Intel Core i9-12900K (16 ядер / 24 потока)	Intel Core i7-11700 (8 ядер / 16 потоков)	Intel Core i5-10400 (6 ядер / 12 потоков)
Оперативная память (RAM)	64 ГБ	32 ГБ	16 ГБ
Графическая подсистема (GPU)	NVIDIA GeForce RTX 3090 (24 ГБ vRAM)	NVIDIA GeForce RTX 3060 (12 ГБ vRAM)	Intel UHD Graphics 630 (Интегрированная)
Накопитель (SSD)	1 ТБ	512 ГБ	256 ГБ
Операционная система (OS)	Ubuntu Server 24.04 LTS	Ubuntu Server 24.04 LTS / k3s	Ubuntu Desktop 24.04 LTS

Примечание: составлена автором на основе технической конфигурации экспериментального стенда.

Экспериментальный стенд был развернут в среде оркестрации контейнеров Kubernetes (дистрибутив k3s), что позволило максимально приблизить условия тестирования к реальной эксплуатационной среде (таблица). Для генерации синтетической нагрузки использовался инструмент k6, позволяющий моделировать сложное поведение множества виртуальных пользователей. Система мониторинга была построена на базе стека Prometheus и Grafana, обеспечивая сбор метрик с дискретностью в одну секунду [13]. В ходе экспериментов фиксировались стандартные метрики производительности SRE.

Результаты исследования и их обсуждение

Механизм оффлоадинга реализован на Python с использованием NumPy (рис. 2); класс ReliabilityManager (метод calculate_p_ok) напрямую реализует модель (*), по телеметрии узла (очередь P_{queue} , рассинхронизация T_{stale}) вычисляет P_{ok} для каждого запроса и при падении ниже порога надежности (threshold = 0.85) переключает обработку на оффлоадинг задач на клиентские устройства [14, 15].

В рамках нагрузочного тестирования были заданы несколько сценариев эксперимента: базовый сценарий для калибровки и получения эталонных показателей, линейный рост нагрузки для выявления предельной пропускной способности и точки деградации качества, а также стресс-сценарий всплеска нагрузки и отказа связи с облачным сегментом, представляющие основной интерес для анализа надежности.

В ходе эксперимента моделировался резкий восьмикратный рост входящей нагрузки (с 10 до 80 запросов в секунду), имитирующий начало массовой активности пользователей. На графике на рис. 3 зафиксирован момент нарастания пиковой нагрузки (ось Y) в интервале 10–35 тыс. итераций (ось X). Длина очереди ожидающих задач обработки продемонстрировала экспоненциальный рост, достигнув абсолютного максимума в 85 запросов в районе 37 тыс. итераций. Согласно (*) (параметр P_{queue}), это состояние соответствует критическому риску отказа в обслуживании.

Однако реализованная на экспериментальном стенде интеллектуальная система продемонстрировала корректную работу механизма адаптивной защиты.

```

1  import numpy as np
2
3  class ReliabilityManager:
4      def __init__(self, a=1.2, b=0.8, c=1.5, d=0.5):
5          # Настроечные коэффициенты модели (эмпирические веса)
6          self.a = a # Вес качества модели (Q_model)
7          self.b = b # Вес сложности задачи (D_task)
8          self.c = c # Вес устаревания данных (T_stale)
9          self.d = d # Вес длины очереди (P_queue)
10         self.threshold = 0.85 # Порог вероятности для оффлоадинга
11
12         def sigmoid(self, x):
13             return 1 / (1 + np.exp(-x))
14
15         def calculate_p_ok(self, q_model, d_task, t_stale, p_queue):
16             s_net = (self.a * q_model) - \
17                     (self.b * d_task) - \
18                     (self.c * t_stale) - \
19                     (self.d * p_queue)
20             return self.sigmoid(s_net)
21
22         def should_offload(self, task, node_state):
23             q_model = node_state.current_accuracy # Q_model
24             d_task = task.complexity # D_task
25             t_stale = node_state.time_since_last_sync # T_stale
26             p_queue = len(node_state.request_queue) # P_queue
27             p_ok = self.calculate_p_ok(q_model, d_task, t_stale, p_queue)
28             if p_ok < self.threshold:
29                 return True # Offload to Edge
30             return False # Process Locally

```

Рис. 2. Программная реализация механизма динамической разгрузки
Примечание: составлен автором по результатам данного исследования

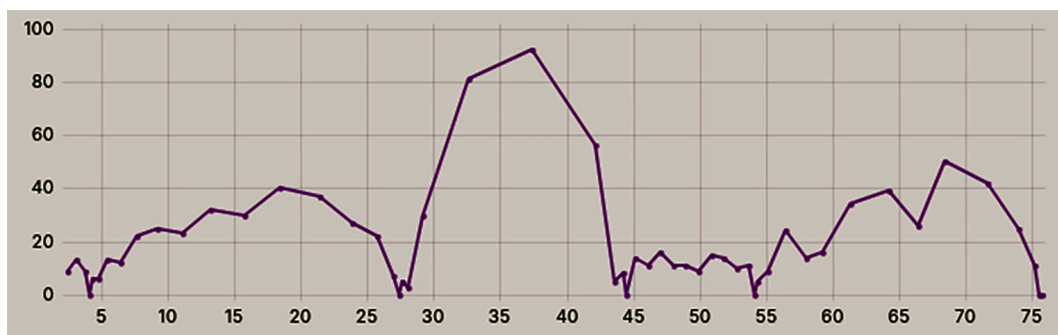


Рис. 3. Насыщение узлов туманного уровня
Примечание: составлен автором по результатам данного исследования

Сопоставление данных с графиком (рис. 4) показывает, что в момент роста очереди запросов выше порогового значения заранее произошла активация динамической разгрузки. Доля вычислительных задач предварительной обработки данных (токенизация, векторизация), передаваемых на периферийные устройства, резко возросла с фоновых 30–35 до 78 %.

Эффект от перераспределения нагрузки наблюдается мгновенно: начиная с 40-тысячной итерации длина очереди на туманном узле принудительно снижается и стабилизируется в диапазоне 5–20 запросов, несмотря на продолжающийся поток входящих запросов.

Анализ времени задержки узлов туманного уровня на рис. 5 подтверждает эффективность выбранной стратегии.

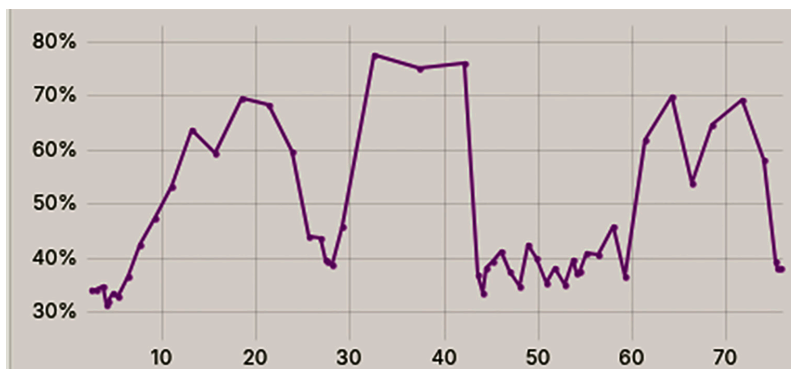


Рис. 4. Степень разгрузки узлов туманного уровня

Примечание: составлен автором по результатам данного исследования

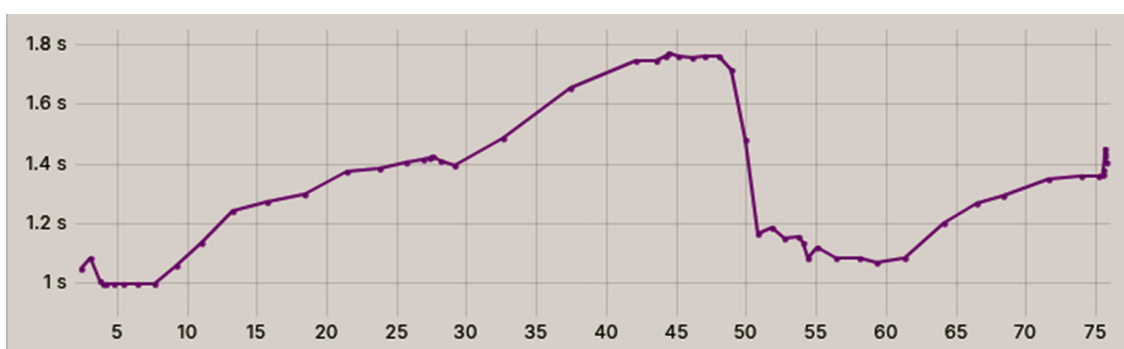


Рис. 5. Средняя задержка узлов туманного уровня

Примечание: составлен автором по результатам данного исследования

В фазе насыщения 95-й перцентиль задержки закономерно вырос с 1,0 до 1,78 с. Однако благодаря массовому сбросу задач на клиентские устройства система избежала неконтролируемого роста задержек. После стабилизации очереди задержка вернулась к значению 1,1–1,2 с, что является приемлемым показателем для интерактивных интеллектуальных систем.

Также в эксперименте исследовалась устойчивость системы к потере связи с облачным сервером с 60-тысячной итерации. При потере связи с облаком в традиционных системах сервис останавливается ($P_{ok} \rightarrow 0$), в предлагаемой же архитектуре T_{stale} растет, вызывая мягкую деградацию по (*). Точность снижается плавно и постепенно, сервис работает автономно, сохраняя доступность.

Заключение

В работе выполнено экспериментальное исследование надежности распределенных интеллектуальных систем с трехуровневой архитектурой и адаптивной разгрузкой вычислений на клиентские устройства при сценариях пиковых нагрузок и потери

связи с облачным сегментом. Показано, что при восьмикратном росте интенсивности запросов (с 10 до 80 запросов/с) применение методов организации глобально распределенной адаптивной обработки потоков данных, увеличивающих долю внешних вычислений с 30–35 до 78 %, переводит систему в устойчивое квазистационарное состояние: очередь задач стабилизируется в диапазоне 5–20 запросов, а время отклика удерживается на уровне 1,1–1,2 с (после кратковременного роста р95-задержки до 1,78 с). Экспериментально подтвержден эффект «мягкой деградации» при разрыве связи с облаком: туманный узел сохраняет доступность сервиса за счет локальной копии модели, а качество инференса снижается плавно и предсказуемо по мере устаревания данных. Полученные результаты демонстрируют практическую применимость адаптивной разгрузки как механизма повышения надежности (устойчивости к перегрузке и сетевой изоляции) для интеллектуальных систем. В дальнейших исследованиях планируется автоматизировать настройку параметров математической модели для повышения точности и переноса

симости механизма управления в различных профилях нагрузки и инфраструктурных конфигурациях.

Список литературы

1. Gundla N. K. Building Castles in the Cloud: Architecting Resilient and Scalable Infrastructure // *International Journal of Computer Trends and Technology*. 2024. Vol. 72. Is. 9. P. 77–92. URL: <https://ijctjournal.org/archives/ijctt-v72i9p113> (дата обращения: 04.02.2026). DOI: 10.14445/22312803/IJCTT-V72I9P113.
2. Strubell E., Ganesh A., McCallum A. Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP // *ACL Anthology*. 2019. P. 3645–3650. URL: <https://aclanthology.org/P19-1355/> (дата обращения: 04.02.2026). DOI: 10.18653/v1/P19-1355.
3. Villar-Rodriguez E., Arostegi Pérez M., Torre-Bastida A. I., Regueiro-Senderos C. Edge Intelligence Secure Frameworks: Current State and Future Challenges // *Computers and Security*. 2023. Vol. 130. Art. 103278. URL: <https://www.researchgate.net/publication/370376605> (дата обращения: 04.02.2026). DOI: 10.1016/j.cose.2023.103278.
4. Al-Ansi A., Al-Ansi A. M., Muthanna A., Elgendy I. A., Koucheryavy A. Survey on Intelligence Edge Computing in 6G: Characteristics, Challenges, Potential Use Cases, and Market Drivers // *Future Internet*. 2021. Vol. 13. Is. 5. Art. 118. URL: <https://www.mdpi.com/1999-5903/13/5/118> (дата обращения: 04.02.2026). DOI: 10.3390/fi13050118.
5. Heydari S., Mahmoud Q. H. Tiny Machine Learning and On-Device Inference: A Survey of Applications, Challenges, and Future Directions // *Sensors*. 2025. Vol. 25. Is. 10. P. 3191. URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/25/10/3191> (дата обращения: 04.02.2026). DOI: 10.3390/s25103191.
6. Ермаков С. Р., Зыков С. В. Повышение эффективности потоковой обработки данных в интеллектуальной образовательной системе // *Информационно-измерительные и управляющие системы*. 2025. № 5. С. 41–53. URL: http://radiotec.ru/ru/journal/Information-measuring_and_Control_Systems/number/2025-5 (дата обращения: 04.02.2026).
7. Bandara E., Bouk S. H., Shetty S., Mukkamala R., Rahman A., Foytik P. SRE-Llama – Fine-Tuned Meta’s Llama LLM, Federated Learning, Blockchain and NFT Enabled Site Reliability Engineering (SRE) Platform for Communication and Networking Software Services // *2025 7th International Conference on Blockchain Computing and Applications (BCCA)*. 2025. P. 344–351. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/11229660> (дата обращения: 04.02.2026). DOI: 10.1109/BCCA66705.2025.11229660.
8. Gogineni K., Suvizi A., Venkataramani G. A Survey on Large Language Model Acceleration based on KV Cache Management // *Transactions on Machine Learning Research (TMLR)*. 2025. URL: <https://huggingface.co/papers/2412.19442> (дата обращения: 04.02.2026).
9. AvitoTech. AvitoTech/avibe [Электронный ресурс] // Hugging Face. 2025. URL: <https://huggingface.co/AvitoTech/avibe> (дата обращения: 03.02.2026).
10. Palanisamy B., Xu J. Efficient and Resilient Edge Computing: Algorithms, Techniques and Research Opportunities // *Proceedings of the 25th International Conference on Distributed Computing and Networking (ICDCN '24)*. 2024. P. 1–2. URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3631461.3632515> (дата обращения: 04.02.2026). DOI: 10.1145/3631461.3632515.
11. Nemati A. M., Mansouri N. Resource allocation in fog computing: a survey on current state and research challenges // *Knowledge and Information Systems*. 2025. Vol. 67. P. 2091–2170. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10115-024-02274-5> (дата обращения: 04.02.2026). DOI: 10.1007/s10115-024-02274-5.
12. Geldenhuys M. K., Scheinert D., Kao O., Thamsen L. Demeter: Resource-Efficient Distributed Stream Processing under Dynamic Loads with Multi-Configuration Optimization // *Proceedings of the 15th ACM/SPEC International Conference on Performance Engineering (ICPE '24)*. 2024. P. 135–145. URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3629526.3645048> (дата обращения: 04.02.2026). DOI: 10.1145/3629526.3645048.
13. Ермаков С. Р., Зыков С. В. Внедрение моделей машинного обучения в потоковой интеллектуальной образовательной системе // *Современные наукоемкие технологии*. 2025. № 2. С. 45–53. URL: <https://top-technologies.ru/ru/issue/view?id=698> (дата обращения: 04.02.2026).
14. Zilic J., de Maio V., Ilager S., Brandic I. FRESCO: Fast and Reliable Edge Offloading With Reputation-Based Hybrid Smart Contracts // *IEEE Transactions on Services Computing*. 2025. Vol. 18. Is. 6. P. 3810–3823. DOI: 10.1109/TSC.2025.3520361.
15. Liang F., Liang C., Lu W., Zhao J., Zhang S. Decentralized and Network-Aware Task Offloading for Smart Transportation via Blockchain // *Sensors*. 2025. Vol. 25. Is. 17. Art. № 5555. URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/25/17/5555> (дата обращения: 04.02.2026). DOI: 10.3390/s25175555.

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The author declares that there is no conflict of interest.



К ВОПРОСУ О ПРОЕКТИРОВАНИИ НЕЙРОРЕДАКТОРА ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ СЕРВИСА ОБМЕНА СООБЩЕНИЯМИ

¹Иванова Н. А. ORCID ID 0000-0001-5135-9310,

²Кубанских О. В. ORCID ID 0000-0003-0320-1652,

¹Михалева О. А. ORCID ID 0000-0001-6374-2827

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Брянский государственный технический университет», Брянск, Российская Федерация,
e-mail: ivanova_natala@mail.ru;

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского»,
Брянск, Российская Федерация

Современные онлайн-платформы для обмена информацией (мессенджеры) играют важную роль как в повседневной жизни, так и в профессиональной деятельности, обеспечивая высокую скорость передачи сообщений с поддержкой мультимедийных форматов данных и безопасность коммуникаций. Исследование направлено на разработку программного решения – нейроредактора изображений для сервиса обмена сообщениями с реализацией алгоритмов фильтрации для улучшения качества передаваемых изображений. В рамках работы мессенджеров активно используются различные диалоговые агенты (интеллектуальные ассистенты, боты). В статье исследуются возможности применения чат-ботов для обработки изображений с акцентом на их использование в рамках деятельности малого бизнеса (на примере студии мыловарения). Рассматриваются преимущества интеграции нейротехнологий в мессенджеры, такие как быстрая обработка изображений, наложение фильтров (резкость, контраст, размытие фона, сепия и др.) и автоматическое улучшение качества фото. Подчеркивается значимость нейротехнологий в оптимизации процессов коммуникации и повышении эффективности цифровых сервисов. Результаты исследования свидетельствуют о значительном потенциале подобных решений. Описана программная реализация нейроредактора для сервиса обмена сообщениями Telegram на языке Python с применением специализированных библиотек. Интеграция нейроредакторов изображений в мессенджеры представляет собой перспективное направление развития цифровых технологий. Их применение позволяет существенно сократить временные затраты на подготовку визуального контента без использования дорогостоящего программного обеспечения при сохранении высокого качества обработки.

Ключевые слова: нейроредактор, обработка изображений, чат-бот, Telegram, Python, искусственный интеллект

ON THE ISSUE OF DESIGNING A NEURO-IMAGE EDITOR FOR A MESSAGING SERVICE

¹Ivanova N. A. ORCID ID 0000-0001-5135-9310,

²Kubanskikh O. V. ORCID ID 0000-0003-0320-1652,

¹Mikhaleva O. A. ORCID ID 0000-0001-6374-2827

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Bryansk State Technical University”, Bryansk, Russian Federation,
e-mail: ivanova_natala@mail.ru;

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Bryansk State Academician I. G. Petrovski University”,
Bryansk, Russian Federation

Modern online platforms for information exchange (messaging services) play an important role both in everyday life and in professional activities, providing high-speed transmission of messages with support for multimedia data formats and secure communications. The research is aimed at developing a software solution – a neural image editor for a messaging service with the implementation of filtering algorithms to improve the quality of transmitted images. Various dialog agents (intelligent assistants, bots) are actively used as part of the work of messengers. The article explores the possibilities of using chatbots for image processing with an emphasis on their use in small business activities (using the example of a soap making studio). The advantages of integrating neurotechnologies into messengers are considered, such as fast image processing, applying filters (sharpness, contrast, background blur, sepia, etc.) and automatic photo quality improvement. The importance of neurotechnologies in optimizing communication processes and increasing the efficiency of digital services is emphasized. The results of the study indicate the significant potential of such solutions. A software implementation of a neural editor for the Telegram messaging service in Python using specialized libraries is described. The integration of neural image editors into messengers is a promising area of digital technology development. Their use makes it possible to significantly reduce the time spent on preparing visual content without using expensive software while maintaining high-quality processing.

Keywords: neural network editor, image processing, chatbot, Telegram, Python, artificial intelligence

Введение

Сервисы для мгновенного обмена сообщениями (платформы для переписки, мессенджеры) играют важную роль как в повседневной жизни, так и в профессиональной деятельности. Они обеспечивают высокую скорость передачи информации, доступность и удобство использования, поддержку мультимедийных форматов и безопасность коммуникаций. На сегодняшний день существует множество платформ, которые обеспечивают быстрый обмен сообщениями между пользователями вне зависимости от их географического положения (MS Teams, WhatsApp, Telegram, Яндекс.Мессенджер, VK Messenger и др.).

Изначально созданные исключительно для передачи личных сообщений, современные мессенджеры служат не только средством взаимодействия пользователей, но и инструментом ведения профессиональной деятельности, где особое значение приобретает визуальная составляющая информационного обмена.

Многие сервисы позволяют вместе с текстовыми сообщениями передавать фото, видео, голосовые сообщения, стикеры, гиф-анимацию и другие типы медиаконтента [1]. Это расширяет возможности взаимодействия между пользователями и позволяет более полно выражать мысли и эмоции, передать настроение, акцентировать внимание на важных моментах. Это особенно актуально для современной молодежи, которой, как правило, трудно (долго) описывать словами ситуацию, проще отправить фотографию или короткое видео, что значительно упрощает понимание собеседника.

Мессенджеры постоянно дополняются новым функционалом с возможностью запуска мини-приложений непосредственно в приложении через специальный класс виртуальных собеседников – чат-ботов. Чат-боты, являясь автономными программными агентами, встроенными в мессенджер, предназначены для обработки запросов пользователей и предоставления соответствующих ответов в режиме реального времени [2].

Искусственный интеллект (Artificial intelligence, AI) лежит в основе функционирования большинства современных чат-ботов, определяя их способность к пониманию естественного языка, обучению и принятию решений [3]. Алгоритмы машинного обучения, применяемые в чат-ботах, позволяют предсказывать поведение пользователя, исходя из прошлых бесед и текущих вводимых данных [4]. Чем дольше и активнее

пользователи взаимодействуют с ботом, тем точнее он сможет рекомендовать товары, предлагать услуги и давать советы. Одним из важнейших аспектов AI является его способность к обучению [5–7].

Цель исследования – разработка программного решения – нейроредактора изображений для сервиса обмена сообщениями с реализацией алгоритмов фильтрации для улучшения качества передаваемых изображений.

Материалы и методы исследования

Выбор языка программирования для разработки чат-бота выполнялся с учетом ряда факторов: требования и сложность реализуемого проекта, его производительность и масштабируемость, доступные инструменты и стек технологий, экосистема выбранной платформы и даже личные предпочтения разработчика.

В ходе исследования проведен анализ функциональных возможностей внешних библиотек, реализующих алгоритмы машинного обучения для работы с графическими данными и мультимедиа.

Разработка программного решения включала проектирование интерфейсной части, написание исходного кода, устранение ошибок и последующую проверку работоспособности. Особое внимание было уделено исследованию возможностей применения разработанного интеллектуального ассистента в рамках деятельности малого бизнеса на примере студии мыловарения.

Результаты исследования и их обсуждение

Быстрая обработка изображений, наложение фильтров и добавление текстовых данных оказывают значительное влияние на скорость и качество производства контента [8]. Так, использование встроенных инструментов непосредственно в мессенджере способствует значительному сокращению временных затрат и улучшению удобства процесса создания контента по сравнению с традиционным способом редактирования в специализированных графических редакторах, поскольку не требуется создания отдельных графических файлов и их переноса непосредственно в приложение-мессенджер. Кроме того, интуитивно понятные интерфейсы встроенных инструментов редактирования позволяют даже при первом знакомстве большинству пользователей независимо от их уровня компьютерной грамотности быстро освоить предлагаемый функционал.

Telegram – популярная облачная платформа для мобильных устройств и компью-

теров, которая поддерживает большое количество полезных функций, делающих ее удобным инструментом не только для личной переписки, но и для ведения бизнеса, образовательных проектов и коммуникаций сообществ [9]. Платформа Telegram открыта для разработчиков, предлагая удобный и понятный специализированный интерфейс Telegram Bot API для создания и управления ботами.

Одним из направлений развития экосистемы Telegram является создание ботов, ориентированных на выполнение специфических задач, таких как обработка изображений [10]. Интеграция нейроредактора изображений позволяет пользователю отправлять фотоснимок и цифровые рисунки в редактор через чат-бот и получать обработанный вариант прямо в окне мессенджера.

Благодаря своей простоте и гибкости Python является одним из наиболее популярных языков программирования для создания чат-ботов. Помимо базовых функциональных возможностей Python располагает мощным набором библиотек, облегчающих работу с графикой и мультимедиа [11]. Среди основных можно выделить следующие:

- библиотека Pillow (Python Imaging Library) для базовой обработки графики, включая изменения размеров, фильтрацию, наложение текста и цветов;

- основанная на алгоритмах компьютерного зрения библиотека OpenCV для распознавания объектов и анализа изображений;

- библиотеки глубокого обучения TensorFlow, Keras, PyTorch для классификации изображений, детекции лиц, сегментации объектов и генерации новых изображений [12];

- библиотека SciPy прежде всего предназначена для решения различных математических задач, но и предоставляет несколько модулей, которые могут быть полезны для работы с изображениями (интерполяция и геометрические преобразования, морфинг);

- библиотека ImageIO для чтения и записи изображений в различных форматах;

- модуль Python Scikit-Image для обработки изображений, использующий массивы NumPy (сегментация, извлечение признаков);

- библиотека Mahotas, используемая для компьютерного зрения, обработки и манипулирования изображениями (фильтрация и свертка, обнаружение границ).

Создание нейроредактора для редактирования и улучшения качества изображений непосредственно в интерфейсе мессен-

джера Telegram было выполнено на Python с применением вышеописанных библиотек и Python-telegram-bot¹ – высокоуровневой объектно-ориентированной оболочки над официальным API Telegram, которая предоставляет удобный и гибкий интерфейс для быстрой разработки телеграм-ботов на языке Python.

Помимо базовых команд и сообщений пакет Python-Telegram-bot поддерживает разнообразные типы событий, включая обратные вызовы кнопок клавиатуры, голосовые сообщения, фото, стикеры и многое другое. Это позволило комбинировать обработчики событий и создавать цепочки поведения бота.

Высокая скорость обработки клиентских запросов и оперативность работы обеспечиваются благодаря асинхронной архитектуре, построенной на Python-библиотеке asyncio [13]. Применение этой библиотеки позволило значительно повысить производительность и уменьшить потребление ресурсов при выполнении большого количества операций ввода-вывода за счет параллельного выполнения задач и автоматического переключения между ними в периоды ожидания².

Обработка и коррекция визуального контента посредством нейронных сетей может улучшить качество изображений без участия профессиональных дизайнеров или фотографов [14, 15]. Чат-бот с нейроредактором помогает адаптировать изображения под разные форматы соцсетей, обеспечивая оптимальное отображение на всех платформах. Например, компания может предложить клиентам возможность самостоятельно изменить свое фото перед публикацией на сайте или социальных сетях. Клиент отправляет изображение в чат-бот, выбирает нужные опции (например, улучшение качества или наложение фильтров) и получает готовый файл обратно.

Чат-бот мгновенно модифицирует загруженное изображение согласно выбранному пользователем действию и присылает готовый вариант обратно. Это позволяет обойтись без установки специализированного и, как правило, дорогостоящего программного обеспечения, занимающего большой объем дискового пространства.

Приветственное сообщение чат-бота о его возможностях и функциональное меню представлены на рис. 1.

¹ A Python framework for the Telegram Bot API. [Электронный ресурс]. URL: <https://python-telegram-bot.org> (дата обращения: 22.10.2025).

² Asyncio – Asynchronous I/O. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.python.org/3/library/asyncio.html> (дата обращения: 13.11.2025).

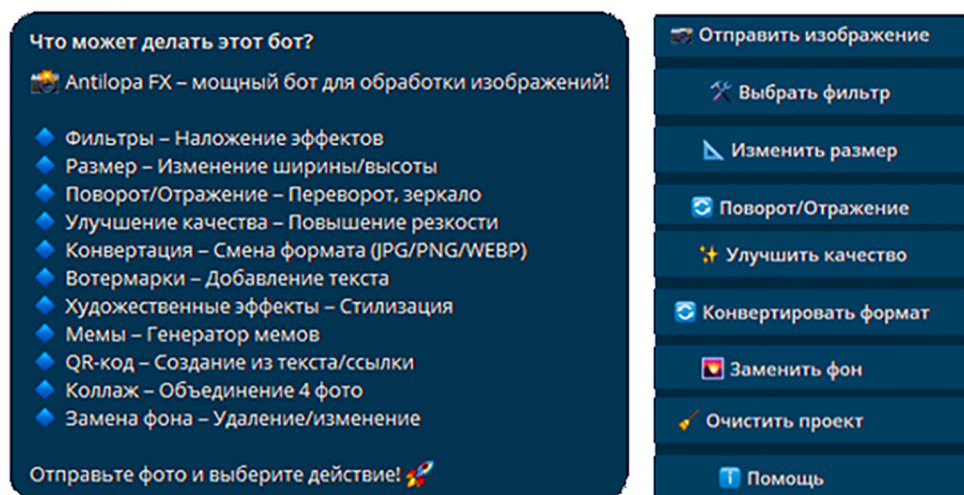


Рис. 1. Интерфейс чат-бота

Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

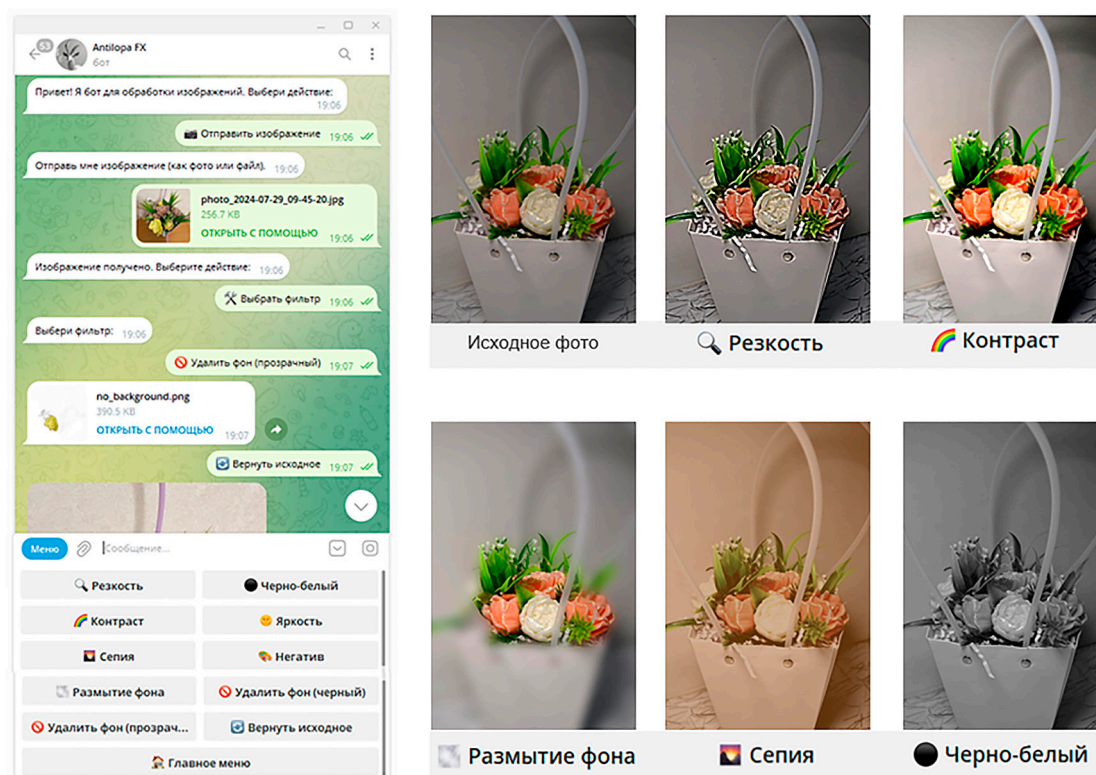


Рис. 2. Применение фильтров

Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

В рамках демонстрации функциональных возможностей покажем работу чат-бота на примере фотоматериалов, полученных от мастеров мыльной флористики небольшой студии «Мыло-Дар», где нет штатного дизайнера, но важно грамотно презентовать свою готовую продукцию для целевой аудитории.

Для начала работы с изображением его нужно загрузить в чат-бот. Файл может быть прикреплен в одном из форматов: bmp, jpeg, png или webp. Если отправка прошла удачно, пользователь получит уведомление об успешной загрузке и предложение выбрать вариант для выполнения действий.

Для загруженного изображения можно изменить резкость, добавить или уменьшить контраст и яркость, применить эффект сепии или негатива, размыть фон. Помимо этого, реализована возможность удаления фона в png-файлах с сохранением прозрачности. Варианты выбора фильтров и результаты их применения представлены на рис. 2.

Кроме непосредственного редактирования в чат-боте можно изменять размеры картинки, задавая желаемые параметры в формате «ширина – высота». На выходе бот пришлет вариант с новыми размерами. Можно поворачивать картинку, изменяя угол наклона по часовой или против часовой стрелки ($\pm 90/\pm 180^\circ$), или отражать ее зеркально по вертикали или горизонтали.

Добавление водяного знака (watermark, так называемая вотермарка) поможет подтвердить авторство работы и послужит защитой от заимствования и размещения недобросовестными пользователями на других ресурсах. На изображение поверх основного контента накладывается полупрозрачный текст, указанный пользователем.

Функционал предусматривает заменить имеющийся фон за счет наложения другого изображения в качестве заднего плана (выбирается и загружается дополнительно). При этом желательно, чтобы основной объект на исходном фото был четко очерчен. Пользователь, загрузив дополнительный файл со своим вариантом заднего плана, получит комбинацию из двух изображений.

Использование чат-бота для редактирования изображений – удобный способ для быстрого создания привлекательного визуального контента. Например, можно получить чистое изображение товара путем быстрого удаления фона, сделав его прозрачным (png-формат) или заменив другим подходящим. Создание чистых белых фонов можно использовать при подготовке каталога готовой продукции или интернет-магазина.

Кроме того, бот поможет добиться улучшения качества фотографии за счет применения фильтров коррекции. Добавление резкости, яркости и контраста позволит добиться улучшения детализации мелких деталей на фото, провести коррекцию цвета (например, из-за освещения цвет фото не соответствует реальному) и подчеркнуть текстуру мыла, наглядно демонстрируя свойства продукта (например, вкрапления кофе в мыло для пилинга). Или, наоборот, фильтр ретуши сгладит некоторые дефекты товара (на мыле видны пузырьки воздуха после заливки в форму, проступили трещины или царапины на поверхности мыла, неровный край изделия).

Для каждого выпущенного продукта, как правило, необходимо придумать фирменную наклейку (этикетку). Можно загрузить один вариант фото куска мыла. Чат-бот сгенерирует серию эскизов оформления упаковки на основании заданных критериев (цвет, размер, стиль, надписи, фон и др.). Выбор оптимального варианта с оригинальным дизайном позволит студии повысить привлекательность товара и привлечь новых клиентов.

Добавление чат-ботом брендированного логотипа в качестве водного знака на фото мыла ручной работы позволит не только повысить узнаваемость бренда (продукция становится легко узнаваемой), но и защитить автора, минимизируя риск нарушения авторских прав.

При организации мероприятий, подразумевающих различные форматы проведения (и онлайн, и офлайн) важно иметь оперативную возможность фотофиксации проходящего события с мгновенной ретушью (коррекцией) снимков и их последующей публикацией.

Еще один способ применения чат-бота – создание коллажей (объединение четырех фотографий) и добавление подписи к изображению (название бренда, ключевая фраза, пожелание...), например, для проведения тематической рекламной акции «Подарки для любимых». Компоную загруженные изображения, нейроредактор сформирует композиционные снимки, из которых можно выбрать наиболее подходящие варианты. Размещение таких коллажей на веб-странице студии и в соцсетях стимулирует продажи.

Приведенные примеры наглядно доказывают практическую значимость специализированного чат-бота, который помогает существенно сократить временные затраты на обработку изображений и обеспечивает качественное представление продукции потребителям. Кроме того, позволит повысить узнаваемость компании, усилит воздействие маркетинговых материалов и, как следствие, привлечет внимание подписчиков и потенциальных клиентов.

Заключение

Современные чат-боты адаптируются к новым данным, повышают качество взаимодействия с пользователями, учатся избегать ошибок и предлагать более точные и актуальные ответы. Применение интеллектуальных помощников для редактирования изображений выходит далеко за пределы традиционного графического дизайна и охватывает различные области науки, техники и бизнеса. Например, для лучшего

понимания студентами материала преподаватель сможет быстро добавить пояснительный текст на иллюстрации, адаптируя образовательный контент. Коррекцию изображению с помощью нейроредакторов можно использовать для нужд библиотек и архивов с целью улучшения читаемости текста на отсканированных старых газетах и журналах, повышения качества фотографий исторических артефактов, делая доступнее культурное наследие человечества.

Современные технологии позволяют расширить функциональность чат-ботов, интегрируя их с искусственным интеллектом и технологиями машинного обучения. Использование глубоких нейронных сетей позволит повысить точность понимания естественного языка, ускорять обработку запросов и оптимизировать поведение чат-бота. Использование языка программирования Python и широкий спектр возможностей библиотек для обработки и анализа изображений позволяет реализовать multifunctional решения задач по модификации и улучшению визуального контента.

Интеграция нейроредакторов изображений в мессенджеры представляет собой перспективное направление развития цифровых технологий, способствующее повышению эффективности коммуникации и улучшению пользовательского опыта. Чат-боты становятся неотъемлемым элементом эффективной цифровой экосистемы, ориентированной на интересы и потребности конечных пользователей.

Список литературы

1. Shamoyan F. R., Borchaninova I. P. Chatbots Based on Neural Networks for Business Productivity // Язык в сфере профессиональной коммуникации: сборник материалов международной научно-практической конференции (г. Екатеринбург, 20 апреля 2023 г.). Екатеринбург: ООО «Издательский Дом «Ажур», 2023. P. 89–96. EDN: NCGVKC.
2. Коваленко А. В., Сюсюра Д. А., Шарпан М. В. Чат-бот с использованием технологий нейронных сетей и методов обработки текста для повышения лояльности клиентов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2022. Т. 10. № 2 (37). DOI: 10.26102/2310-6018/2022.37.2.014.
3. Алексахин А. Н., Алыменко М. А., Анисимов А. Ю., Артамонов А. А., Балобанова Н. П., Батищев А. В., Валиев Р. Ш., Валиев Н. Р., Вершинина Н. М., Волков А. В., Волкова Л. В., Волкова С. Н., Данилин А. Н., Дорофеев О. В., Жудина В. М., Зайцев А. И., Захаров А. В., Коломиец В. М., Кондратенко Н. А., Корепанова В. С., Люблинская Н. Н., Люблинский В. А., Маль Г. С., Мастяев Ф. А., Рагулина В. А., Токмакова Е. Н., Трубин А. Е., Филимонова Е. В., Чантурия Г. Т. Прикладные аспекты применения искусственного интеллекта и нейросетевых технологий. М.: Русайнс, 2024. 176 с. EDN: DJPAKM. ISBN 978-5-466-07072-9.
4. Никуйко Е. А., Мызникова М. Н., Лапшаков В. М., Газизуллин Р. М. Искусственный интеллект – цифровые технологии и когнитивные функции // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2025. Т. 22. № 5 (251). С. 24–33. DOI: 10.14489/vkit.2025.05.pp.024-033. EDN: YNOOCV.
5. Верекубова Н. А., Петракова Н. В., Петраков М. А. Технологии искусственного интеллекта в процессах обработки информации // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2023. № 9–2. С. 58–62. DOI: 10.37882/2223-2982.2023.9-2.05.
6. Tadic V., Odry P. Advances in Image Processing, Artificial Intelligence, and Intelligent Robotics // Electronics. 2025. Vol. 14. Is. 1. P. 19. DOI: 10.3390/electronics14010019.
7. Li X., Zhang Sh., Zhang W. Applied Computing and Artificial Intelligence // Mathematics. 2023. Vol. 11. Is. 10. P. 2309. DOI: 10.3390/math11102309.
8. Гебгардт А. В., Ткаченко А. Л. Применение искусственного интеллекта для анализа и обработки информации // Калужский экономический вестник. 2023. № 4. С. 22–26. EDN: PKOGMX.
9. Кулакова Е. В., Шарабаева Л. Ю. Проектирование чат-бота корпоративного помощника // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2025. Т. 22. № 11 (257). С. 45–51. DOI: 10.14489/vkit.2025.11.pp.045-051. EDN: SAXUPF.
10. Гуркина А. О., Иванова Н. А., Кубанских О. В. Технологии преобразования изображений с помощью нейронных сетей // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании: сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции (г. Ижевск, 23–24 мая 2024 г.). Ижевск: Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова, 2024. С. 78–83. EDN: XKRATN.
11. Губашева Х. А., Сунгатуллина Л. М., Ахметвалеева Л. В. Эффективность проектирования чат-бота с интегрированной нейросетью на одном из известных языков программирования Python // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 5. № 5 (146). С. 200–204. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2024.05.05.026.
12. Громов Ю. Ю., Карасев П. И., Кириченко Р. Л., Терлоев Э. З. Сверточные нейронные сети классификации изображений // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2023. № 8. С. 10–20. DOI: 10.25791/pribor.8.2023.1430.
13. Токторбаев А. М., Карабаев С. Э., Токтомураева Ж. Э. Сравнительный анализ методов асинхронного и многопоточного программирования в Python для обработки больших данных // Бюллетень науки и практики. 2025. Т. 11. № 5. С. 131–138. DOI: 10.33619/2414-2948/114/19. EDN: WIBBOY.
14. Yeom S. Special Issue on Intelligent Processing on Image and Optical Information II // Applied Sciences (Switzerland). 2023. Vol. 13. Is. 15. P. 8896. DOI: 10.3390/app13158896.
15. Матвеев Я. М., Атоманенко Д. С., Белаш В. Ю. Использование нейросетей для обработки фотографий достопримечательностей // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 104–114. С. 58–61. DOI: 10.18411/tmio-12-2023-778.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.



ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦЕПИ ПОСТАВОК В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ И ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Михайлова С. А. ORCID ID 0009-0004-5884-6559,

Горшков К. А. ORCID ID 0000-0003-4872-2195

*Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования
«Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Москва,
Российская Федерация, e-mail: sofya.mixajlova.12@mail.ru*

В статье рассматривается проблема устойчивости функционирования многозвенной цепи поставок в условиях ограниченной информации и децентрализованного принятия управленческих решений. Объектом исследования является логистическая цепь, состоящая из производителя, дистрибьютора, оптового продавца и розничного магазина, в которой каждый участник принимает решения автономно, опираясь исключительно на локальную информацию о текущих запасах, поступающих заказах и величине дефицита. Целью работы является анализ динамики функционирования многозвенной цепи поставок в условиях ограниченной информации и децентрализованного принятия управленческих решений, а также выявление системных эффектов, влияющих на её устойчивость. В качестве методов исследования использованы натуральный игровой эксперимент, являющийся аналогом классической «игры с пивом», а также имитационное моделирование на основе системной динамики по Дж. Форрестеру. Построена модель цепи поставок в среде AnyLogic, формализующая процессы управления запасами, размещения заказов, поставок и формирования дефицита с учетом логистических задержек. Результаты моделирования и игрового эксперимента показали, что даже незначительные изменения спроса конечного потребителя приводят к усилению колебаний объемов заказов и запасов на последующих уровнях цепи. Данное явление интерпретируется как проявление эффекта хлыста, снижающего устойчивость и эффективность функционирования децентрализованной цепи поставок.

Ключевые слова: имитационное моделирование, цепь поставок, эффект хлыста, децентрализация, запасы, дефицит, логистика

SIMULATION MODELING OF THE SUPPLY CHAIN UNDER CONDITIONS OF INFORMATIVE DEFICIENCY AND DECENTRALIZED DECISION-MAKING

Mikhailova S. A. ORCID ID 0009-0004-5884-6559,

Gorshkov K. A. ORCID ID 0000-0003-4872-2195

*Federal State Educational Budgetary Institution of Higher Education
“Financial University under the Government of the Russian Federation”,
Moscow, Russian Federation, e-mail: sofya.mixajlova.12@mail.ru*

The article deals with problems arising in conjunction with the functional sustainability of multiple-links' supply chain under conditions of informative deficiency and decentralized administrative decision making. The object of the study is one logistic chain, formed out of the manufacturer, distributor, wholesaler and a retailer, each of which decides autonomously, according only to the local, particular information relating to the state of current stocks, incoming orders and the deficiency parameters. The aim of this article is to analyze the dynamics of the multi-link supply chain's functioning as well as clarification of those system effects, that arise due to the lack of co-ordination and information exchange. The research methods used were a full-scale game experiment analogical to the proverbial “beer distribution game” and simulation of the J. Forrester's system dynamics. Also, one supply chain was modelled within AnyLogic conditions, which formalized the processes of residue and deficiency management, placement of new orders and renewing supplies taking in consideration the logistic delays. The results of those research methods proved that even smallest changes of consumers' behavior cause an increased fluctuation of order volumes and subsequently of residue in the further chains' links. This fact may be interpreted as a manifestation of the bullwhip effect, reducing the sustainability and efficiency of one functioning deliverance chain.

Keywords: simulation modeling, deliverance chain, bullwhip effect, decentralization, stocks, deficiency, logistics

Введение

Современные производственно-сбытовые системы представляют собой многоуровневые логистические цепочки поставок, где каждый участник (производитель, дистрибьютор, оптовик, розничный продавец) должен принимать решения на основе локальной информации и в режиме меня-

ющихся данных. Из-за сложности организационной структуры часто приходится прибегать к распределенному (децентрализованному) управлению [1]. При таком управлении и недостаточной видимости данных возникают характерные системные эффекты, прежде всего эффект хлыста (bullwhip) [2], связанный с нарастанием ко-

лебаний заказа и запасов по мере продвижения вверх по цепи. Этот эффект обусловлен тем, что звенья цепи пытаются предугадать спрос, оптимизируя собственные издержки, но при этом не учитывают состояние всей цепочки поставок. В ряде источников [1; 3] показано, что даже при незначительных изменениях конечного спроса амплитуда заказов у производителя может значительно увеличиваться.

Поиск методов, позволяющих безопасно проверять различные сценарии и стратегии без реальных затрат, выявляя потенциальные проблемы и эффективные решения, является важной задачей современной логистики и подтверждает актуальность исследования. Для прогнозирования и предотвращения негативных системных эффектов применяются методы априорного моделирования [4], включая предиктивные модели на основе нейронных сетей [5]. В частности, имитационное моделирование цепей поставок позволяет учитывать задержки доставки, вариативность спроса, логистические ограничения и стратегию управления запасами [3]. В отличие от упрощённых аналитических подходов, динамические модели отражают поведение системы во времени и показывают влияние управленческих политик на всю цепь [6]. Например, системная динамика Форрестера описывает систему через запасы и потоки, позволяя выявлять условия неустойчивости [7], а «игра с пивом» (beer distribution game) демонстрирует последствия отсутствия обмена информацией, когда задержки усиливают эффект хлыста [2].

Целью исследования является анализ динамики функционирования многозвенной цепи поставок в условиях ограниченной информации и децентрализованного принятия управленческих решений, а также выявление системных эффектов, влияющих на её устойчивость.

Материалы и методы исследования

Исследование выполнено в формате натурального игрового эксперимента с участием 4 человек, выполнявших роли звеньев цепи поставок: производитель (завод), дистрибьютор, оптовый продавец и розничный магазин. Эксперимент построен как аналог классической «beer distribution game» и реализован с дискретным по времени шагом в 1 неделю при отсутствии обмена информацией между участниками. Каждое звено принимает решения автономно, располагая исключительно локальной информацией о собственных запасах, поступающих заказах и величине накопленного дефицита [8].

Начальные условия были одинаковыми для всех звеньев: начальные запасы на складах равнялись 12 единицам, ранее размещённые заказы составляли 4 единицы. Задержка между размещением заказа и поступлением поставки к следующему участнику составляла 2 недели, что моделировало логистическую задержку в цепи.

Для проверки результатов, полученных в ходе проведения натурального эксперимента, дополнительно применялось имитационное моделирование на основе системной динамики Дж. Форрестера в среде AnyLogic с использованием тех же параметров (шаг – 1 неделя, задержка – 2 недели, одинаковые стартовые запасы и правила формирования поставок при дефиците). Анализ проводился по показателям динамики заказов, запасов, дефицита и денежных затрат (денежного потока) участников цепи.

Результаты исследования и их обсуждение

Организация информационных и товарных потоков в исследуемой четырёхзвенной цепи поставок представлена на рисунке 1. На схеме показано направление движения материальных потоков продукции от производителя к розничному магазину, а также встречное движение информационных потоков заказов от потребителя к вышестоящим звеньям цепи. Отсутствие горизонтальных информационных связей между участниками отражает децентрализованный характер управления и информационные ограничения, заложенные в условиях эксперимента [9].

В ходе натурального эксперимента участники последовательно выполняли действия на каждом «недельном» шаге: учитывали приход товара (с учётом логистической задержки), определяли доступный запас, удовлетворяли входящий заказ в пределах доступного количества, фиксировали дефицит при превышении спроса над запасом, а затем формировали новый заказ поставщику. Пошаговый алгоритм, использованный всеми участниками для обеспечения единообразия правил принятия решений, приведён в таблице.

Для интерпретации полученных в натурном эксперименте эффектов и формализации динамики цепи поставок была реализована имитационная модель на основе системной динамики Дж. Форрестера [10]. Применение данного подхода позволило описать нелинейные взаимодействия между запасами, потоками заказов и поставок, а также учесть временные задержки как ключевой источник неустойчивости многозвенных логистических систем [11].

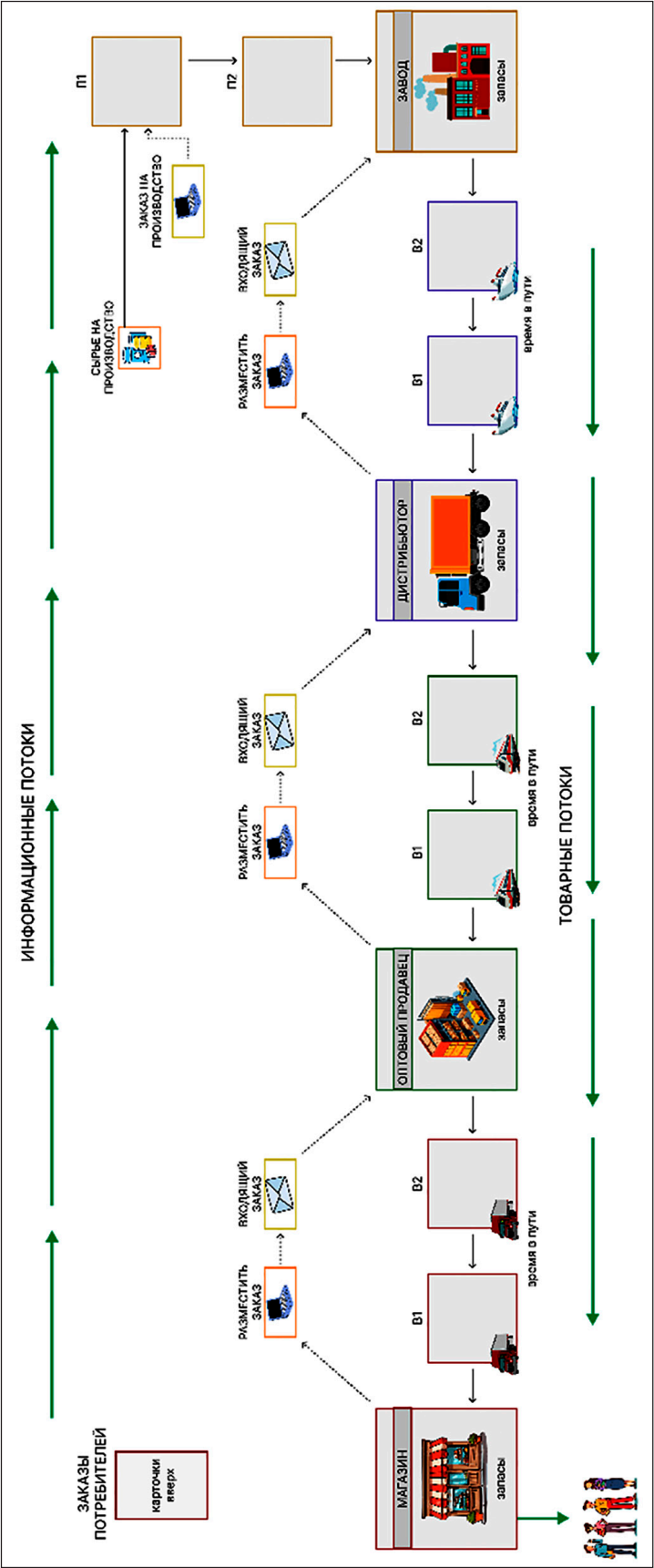


Рис. 1. Структура протекания информационных потоков в четырёхзвенной цепи поставок
Источник: составлено авторами

Алгоритм принятия решений о поставках и заказах участником цепи поставок в дискретном временном шаге

	Входящие товары	Доступно на складе	Заказ потребителя	Надо отгрузить	Ваша поставка	Дефицит	Запасы	Ваш заказ	Заграты
Неделя	(Первое движение каждого хода) 1 шаг	(После первого движения) 2 шаг	(Входящий заказ потребителей или предыдущего звена) 3 шаг	(Нужно учитывать дефицит прошлых ходов) 4 шаг	(Дефицит и заказ должны быть удовлетворены, если есть возможность) 5 шаг	(То, что не смогли отгрузить в этот ход, без знака «-») 6 шаг	(Запас до размещения заказа) 7 шаг	(Ваше решение) 8 шаг	9 шаг
	1	1+7 (с предыдущей недели)	3+6	3+6		5-4 Если 5-4, то «0»	2-5		7 шаг*1 + 6 шаг*2

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

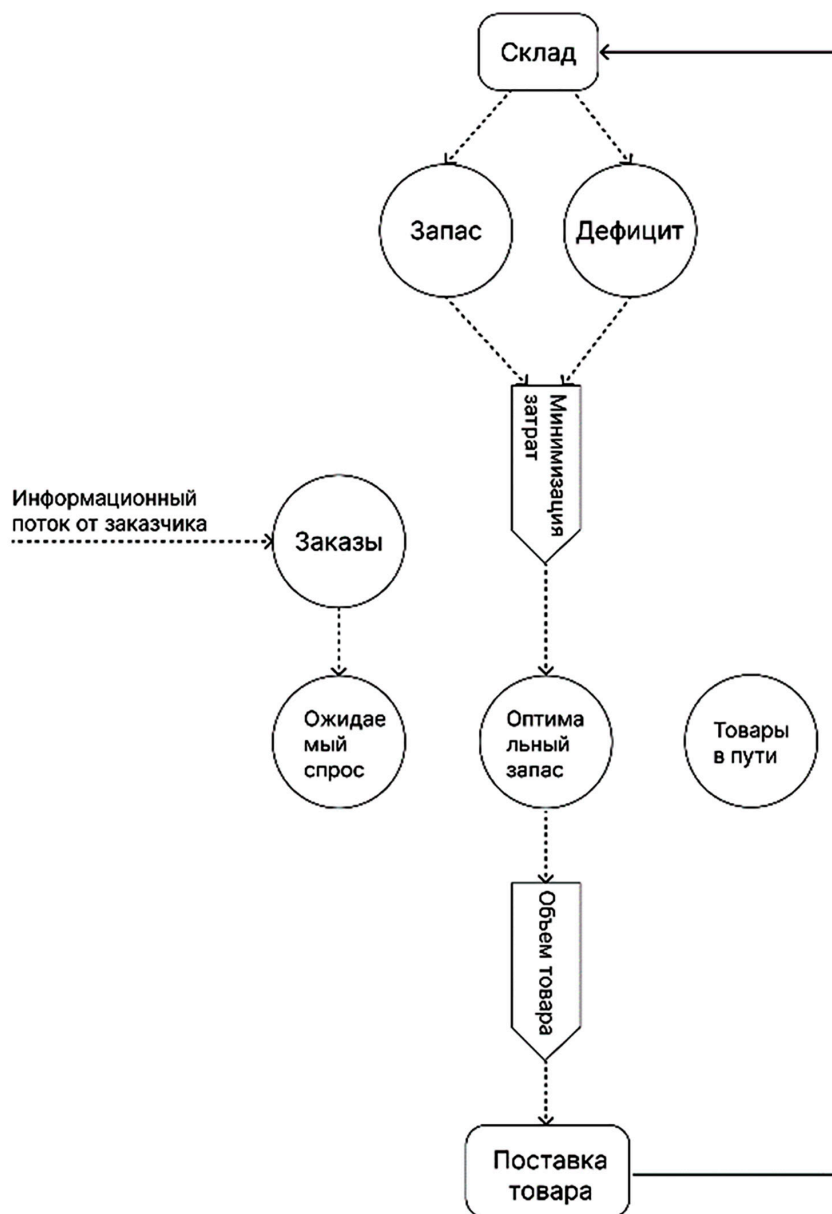


Рис. 2. Структурная модель принятия решения о размере заказа одного из участников цепи
 Источник: составлено авторами

Результаты построения структурной модели принятия решений о размере заказа для каждого участника представлены на рисунке 2. Концептуальная схема показывает, что решение о заказе формируется через сопоставление ожидаемого спроса, текущего уровня запасов, накопленного дефицита и товаров, находящихся в пути [12]. В условиях отсутствия глобальной информации о состоянии цепи каждое звено стремится локально минимизировать риск дефицита, что приводит к завышению заказов и усиливает колебания потоков [13].

Для количественного анализа динамики цепи поставок была разработана

модель системной динамики Форрестера, реализованная в среде AnyLogic. Структура модели представлена на рисунке 3 и включает запасы (накопители), потоки заказов и поставок, а также контуры обратных связей, формирующие поведение системы во времени [14].

В модели выделены экзогенные и эндогенные переменные [15]. К экзогенным параметрам относятся спрос конечного потребителя, исходные уровни запасов, а также временные задержки размещения и получения заказов. Эндогенные переменные описывают динамику запасов, поставок и дефицита для каждого звена цепи.

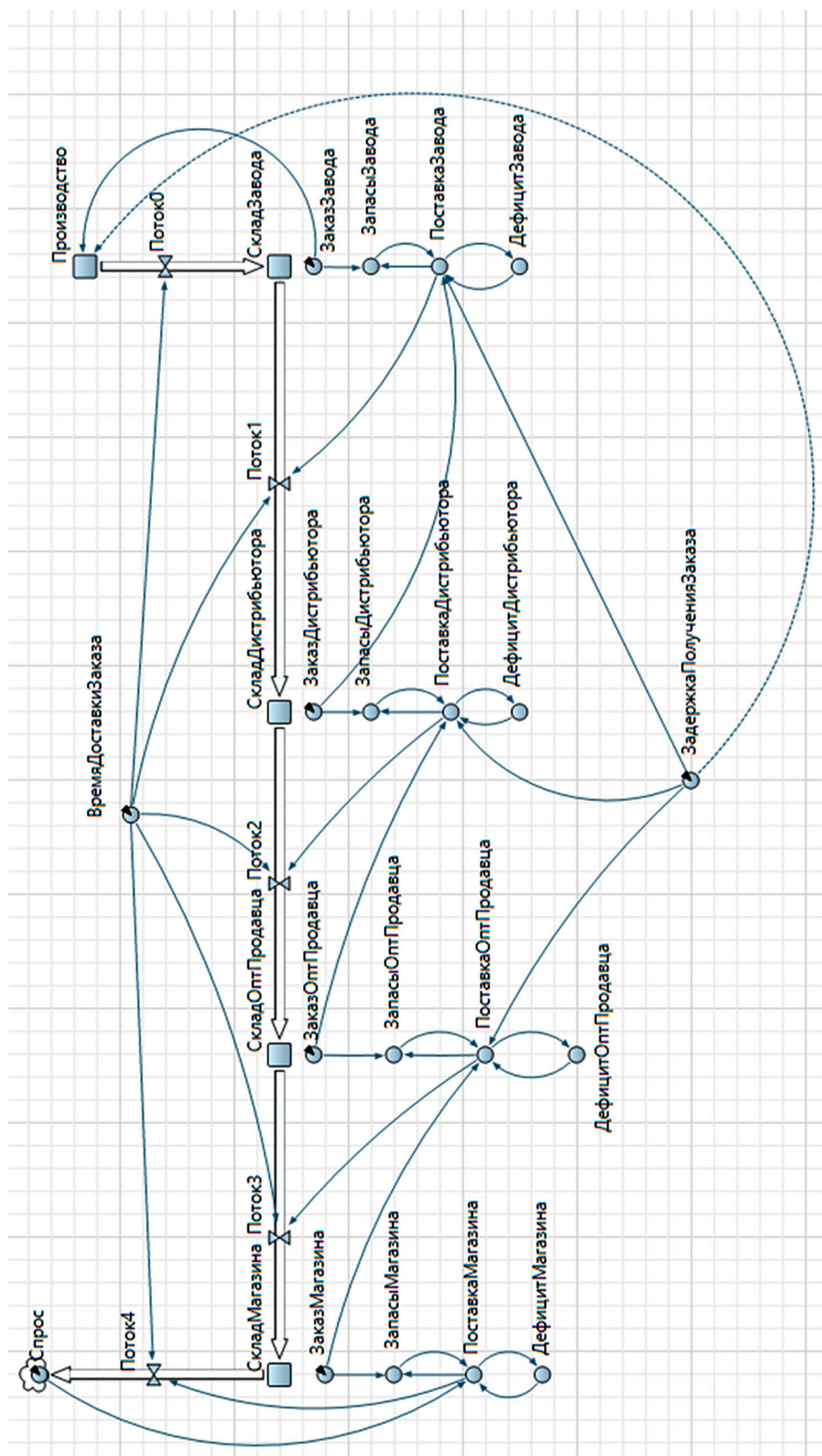


Рис. 3. Модель системной динамики Форрестера цепи поставок с децентрализованным управлением
Источник: составлено авторами

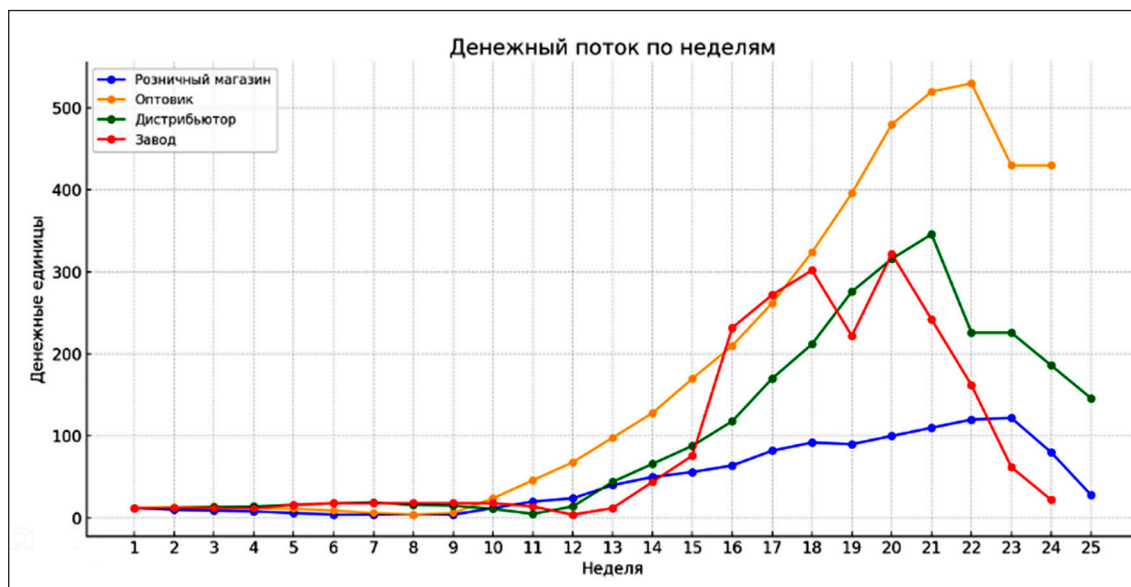


Рис. 4. Денежный поток по неделям для участников цепи поставок
Источник: составлено авторами

В обобщённом виде динамика запасов любого звена может быть представлена следующим выражением:

$$I(t) = I(t-1) - S(t-1) + O(t-\tau),$$

где $I(t)$ — уровень запасов в момент времени t ,
 $S(t-1)$ — фактическая поставка в предыдущем периоде,

$O(t-\tau)$ — заказ, поступивший с учетом логистической задержки τ .

Формирование дефицита описывается логическим условием ограничения поставок текущими запасами, что отражает физическую невозможность удовлетворения заказов сверх доступного объема продукции [16]. Такая постановка задачи позволяет адекватно моделировать реальные ограничения логистических систем.

Результаты имитационного моделирования демонстрируют неустойчивость цепи поставок в условиях децентрализованного принятия решений и отсутствия информационного обмена. Даже при относительно стабильном спросе конечного потребителя наблюдается усиление колебаний заказов и запасов по мере продвижения вверх по цепи — от магазина к заводу [17].

Динамика денежных потоков по результатам натурного игрового эксперимента представлена на рисунке 4. В начале эксперимента денежные потоки всех участников сопоставимы и остаются на относительно низком уровне. По мере накопления логистических задержек наблюдаются рост и дифференциация потоков между звеньями цепи: наиболее заметное увеличение фикси-

руется у оптового продавца и дистрибьютора, что связано с запаздывающей реакцией на рост заказов нижестоящих участников. Денежный поток производителя более волатилен, с выраженными пиками и последующим спадом, отражая влияние нестабильных заказов и накопленного дефицита.

Полученные результаты согласуются с классическим описанием эффекта хлыста (bullwhip effect), согласно которому незначительные изменения спроса на розничном уровне трансформируются в значительные колебания заказов и запасов на уровне производителя [18]. В рамках проведенного исследования данный эффект усиливается за счёт фиксированных временных задержек, а также стремления каждого участника компенсировать прошлые дефициты за счёт увеличенных заказов.

Интерпретация структурной модели принятия решений (рис. 2) позволяет выделить ключевой источник неустойчивости — наличие запаздывающих обратных связей. Поскольку решения о размере заказа принимаются на основе информации о спросе и запасах с временным сдвигом, формируется систематическое «перерегулирование» системы: чередование периодов избыточных запасов и дефицита, ухудшающее операционную и финансовую эффективность [19].

С точки зрения системной динамики модель Форрестера (рис. 3) позволяет интерпретировать эффект хлыста как результат сложного взаимодействия усиливающих и балансирующих контуров обратной свя-

зи, формирующих динамическое поведение цепи поставок. Усиливающие контуры связаны прежде всего с накоплением дефицита и последующим компенсирующим ростом объемов заказов, когда участники цепи стремятся не только удовлетворить текущий спрос, но и восполнить недопоставки предыдущих периодов. Балансирующие контуры, напротив, обусловлены физическими ограничениями запасов и фактическими возможностями поставок, что сдерживает реализацию избыточных заказов [20].

Результаты имитационного моделирования, выполненного в среде AnyLogic, показывают, что несогласованность временных лагов в указанных контурах, прежде всего задержек размещения и получения заказов, приводит к возникновению выраженного колебательного режима функционирования системы. Стоит отметить, что даже при детерминированном и относительно стабильном спросе конечного потребителя модель демонстрирует нарастание амплитуды колебаний заказов и запасов на последующих уровнях цепи.

Заключение

В ходе проведенного исследования была проанализирована динамика функционирования четырехзвенной цепи поставок в условиях ограниченной информации и децентрализованного принятия управленческих решений. На основе натурного игрового эксперимента и имитационного моделирования системной динамики Форрестера показано, что даже при простых правилах управления запасами система демонстрирует выраженную неустойчивость.

Ключевым результатом исследования является подтверждение и количественное описание эффекта хлыста, проявляющегося в усилении колебаний заказов, запасов и денежных потоков по мере продвижения от розничного звена к производителю. Показано, что основными факторами, усиливающими данный эффект, являются логистические задержки, отсутствие обмена информацией и ориентация участников цепи исключительно на локальные показатели эффективности.

Практическая значимость полученных результатов заключается в возможности использования разработанной модели для тестирования альтернативных стратегий управления цепями поставок, включая механизмы информационной координации, сглаживания заказов и адаптивного управления запасами. В перспективе дальнейшие исследования могут быть направлены на анализ влияния централизованных и гибридных схем управления, а также на оцен-

ку эффектов цифровизации и интеграции информационных платформ в логистических системах, включая методы машинного обучения и искусственного интеллекта.

Список литературы

1. Михалева Д. Н., Соколова О. В. Эффект хлыста – как избежать ошибок в управлении запасами предприятия // Тенденции развития науки и образования. 2022. № 86-4. С. 151-153. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49211144_19840676.pdf (дата обращения: 16.12.2025).
2. Козлова Е. И., Ахмед В. Н. А. «Эффект кнута» в управлении цепочкой поставок // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2022. № 3 (59). С. 267-276. URL: https://www.researchgate.net/profile/Elena-Kozlova-17/publication/365116134_THE_WHIP_EFFECT_IN_SUPPLY_CHAIN_MANAGEMENT/links/6517f1a93ab6cb4ec6ace06f/THE-WHIP-EFFECT-IN-SUPPLY-CHAIN-MANAGEMENT.pdf (дата обращения: 16.12.2025).
3. Рогулин Р. С. Систематический обзор проблемы управления цепями поставок: будущее и прошлые подходы к моделированию // Научные труды Вольного экономического общества России. 2023. № 240 (2). С. 228-256. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistematicheskiy-obzor-problemy-upravleniya-tsepyami-postavok-budushee-i-proshlye-podhody-k-modelirovaniyu/viewer> (дата обращения: 16.12.2025).
4. Pay В. Г., Горшков К. А., Поляков С. А., Pay Т. Ф., Кисляков А. Н., Тогунов И. А., Тихонюк Н. Е. Исследование теории групп нарушенной симметрии в природных, биологических и социально-экономических системах // Владимирский филиал РАНХиГС. 2020. С. 261. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_42915277_10281197.pdf (дата обращения: 16.12.2025).
5. Khasanov I. I., Alyunov A. N., Gorshkov K. A., Veliyev E. F. Application of long short-term memory neural networks for predicting paraffin deposition in crude oil pipelines // SOCAR Proceedings Special Issue. 2025. № S1. P. 1–7. URL: https://proceedings.socar.az/uploads/pdf/109/001_007_OGP2025SI101114.pdf (дата обращения: 17.12.2025).
6. Лычкина Н. Н. Имитационные модели организаций и их применение в стратегическом управлении и информационных бизнес-системах // Управленческие науки в современной России. 2014. № 2 (2). С. 396-400. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_21818064_11570718.pdf (дата обращения: 16.12.2025).
7. Данилов А. С., Шорников Ю. В. Разработка и исследование моделей системной динамики в методологии гибридных систем // XIV Международная научно-практическая конференция студентов аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии». 2016. С. 116. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_28946613_63699471.pdf#page=116 (дата обращения: 16.12.2025).
8. Евсеев А. Д., Романчик К. В., Трухан Ю. Л. Влияние эффекта «хлыста» на управление запасами в цепях поставок // 80-я Научной конференции студентов и аспирантов БГУ (г. Минск, 27–28 апреля 2023 г.). Белорусский государственный университет. Институт бизнеса БГУ. С. 361-364. URL: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/304796/1/80ИБ.pdf#page=361> (дата обращения: 17.12.2025).
9. Щепетова С. Е., Сатдыков А. И. Применение игровых технологий в преподавании «системных» дисциплин // Высшее образование в России. 2018. № 4. С. 127-134. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-igrovyyh-tehnologiy-v-prepodavanii-sistemnyh-distiplin/viewer> (дата обращения: 17.12.2025).
10. Рамазанов Р. Р. Сравнительная характеристика подходов имитационного моделирования общественных процессов // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2017. № 2 (20). С. 67-77. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnaya-harakteristika-podkhodov-imitatsionnogo-modelirovaniya-obshchestvennykh-protsessov>

podhodov-imitatsionnogo-modelirovaniya-obschestvennyh-protsessov/viewer (дата обращения: 17.12.2025).

11. Косников С. Н., Джамалян А. Г., Полещук М. А. Системная динамика: моделирование сложных экономических систем // Журнал прикладных исследований. 2025. № 4. С. 125-129. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemnaya-dinamika-modelirovanie-slozhnyh-ekonomicheskikh-sistem/viewer> (дата обращения: 17.12.2025).

12. Николокин М. С., Обухов А. Д., Алексеев В. В. Моделирование поддержки принятия решений в системе управления складским комплексом // Правовая информатика. 2023. № 3. С. 54-64. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-podderzhki-prinyatiya-resheniy-v-sisteme-upravleniya-skladskim-kompleksom/viewer> (дата обращения: 17.12.2025).

13. Muthana A., Athanasios M. The impact of information sharing factors on the bullwhip effect mitigation: a systematic literature review // Operational Research. 2025. Vol. 25. Article 36. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12351-025-00915-3> (дата обращения: 18.12.2025). DOI: 10.1007/s12351-025-00915-3.

14. Хроль Е. В., Уварова А. Г., Кузильный А. В. Разработка имитационных моделей с помощью AnyLogic // Современные инновации, системы и технологии. 2023. Т. 3. № 4. С. 0119-0130. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-imitatsionnyh-modeley-s-pomoschyu-anylogic/viewer> (дата обращения: 19.12.2025).

15. Кислицын Е. В., Городничев В. В. Имитационное моделирование развития отдельных отраслей тяжелой промышленности // Бизнес-информатика. 2021. Т. 15. № 1. С. 59-77. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/imitatsionnoe-modelirovanie-razvitiya-otdelnykh-otrasley-tyazheloy-promyshlennosti/viewer> (дата обращения: 19.12.2025).

modelirovanie-razvitiya-otdelnykh-otrasley-tyazheloy-promyshlennosti/viewer (дата обращения: 19.12.2025).

16. Леонтьев А. С. Задача управления запасами в условиях неопределённости. Модель оптимального выбора стратегии управления запасами при случайном спросе и ненадёжных поставщиках // Актуальные исследования. 2024. № 15 (197). С. 51-57. URL: <https://apni.ru/article/9001-zadacha-upravleniya-zapasami-v-usloviyakh> (дата обращения: 19.12.2025).

17. Федченко Д. А., Тупикова О. А. Подход к эффекту хлыста со стороны логистики // Вологодские чтения. 2009. № 74. С. 29. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podhod-k-effektu-hlysta-so-storony-logistiki/viewer> (дата обращения: 19.12.2025).

18. Sarkar M. The impact of information sharing and bullwhip effects on improving consumer services in dual-channel retailing // Journal of retailing and consumer services. 2023. Vol. 73. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0969698923000541> (дата обращения: 19.12.2025).

19. Романова И. В., Игишев А. В. Управление запасами на высокотехнологичных производствах с учетом колебаний спроса // Экономика и управление. 2025. Т. 14. № 4. С. 81-92. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82566600_58605935.pdf (дата обращения: 20.12.2025).

20. de Gooyert V., Awan A., Gürsan C., Swennenhuis F., Janipour Z., Gonella S. Building on and contributing to sustainability transitions research with qualitative system dynamics // Sustainability science. 2024. Т. 19. № 6. P. 1949-1962. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11625-024-01548-9> (дата обращения: 20.12.2025).

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.



МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕМА ФИНАНСИРОВАНИЯ ПЕНСИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЛОЖЕННОЙ ОДНОРОДНОЙ КУСОЧНО-ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ

Носков С. И., Медведев А. П.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения», Иркутск, Российская Федерация,
e-mail: sergey.noskov.57@mail.ru*

Прогнозирование объемов финансирования социальных и пенсионных фондов является критически важной задачей для обеспечения финансовой устойчивости социальной системы. Традиционные методы регрессионного анализа часто сталкиваются с проблемами, такими как нарушение содержательного смысла переменных, например, при наличии недопустимых знаков коэффициентов. Целью исследования является разработка способа применения однородной вложенной кусочно-линейной регрессии для моделирования объемов финансирования пенсионного обеспечения, позволяющего выявлять лимитирующие факторы. В данной работе для моделирования совокупного годового объема финансирования отделения пенсионного фонда применяется однородная вложенная кусочно-линейная регрессия первого типа. В качестве материала исследования использованы статистические данные Социального (Пенсионного) фонда России по Иркутской области за 2012–2022 гг. Данный подход позволяет выявить и учесть то, что итоговый объем финансирования может лимитироваться наиболее дефицитным ресурсом или группой факторов. Построенная модель обладает высокой степенью адекватности и хорошо интерпретируется. Выявлено, что в большинстве наблюдений лимитирующим фактором выступают взносы самозанятых лиц, что свидетельствует о необходимости уделить особое внимание этому источнику доходов при планировании бюджета пенсионного фонда и, как следствие, разработке соответствующей социальной политики: в краткосрочной и среднесрочной перспективе необходимы специальные меры по администрированию, стимулированию и контролю за уплатой страховых взносов данной категорией граждан; в долгосрочной перспективе требуется комплексный подход, объединяющий оптимизацию финансовых потоков и фундаментальные решения в демографической политике для улучшения структурного баланса системы.

Ключевые слова: регрессионная модель, вложенная кусочно-линейная регрессия, пенсионный фонд, функция Леонтьева, лимитирующий фактор, прогнозирование

MODELING OF THE PENSION FINANCING VOLUME USING A NESTED HOMOGENEOUS PIECEWISE LINEAR REGRESSION

Noskov S. I., Medvedev A. P.

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Irkutsk State University of Railway Transport”, Irkutsk, Russian Federation,
e-mail: sergey.noskov.57@mail.ru*

Forecasting the volume of financing of social and pension funds is a critically important task to ensure the financial stability of the social system. Traditional regression analysis methods often face problems such as violating the meaningful meaning of variables, for example, if there are invalid coefficient signs. The aim of the study is to develop a method for applying homogeneous nested piecewise linear regression to model pension financing volumes, which makes it possible to identify limiting factors. In this paper, a homogeneous nested piecewise linear regression of the first type is used to model the total annual financing of a pension fund department. The statistical data of the Social (Pension) Fund of Russia for the Irkutsk region for 2012–2022 were used as the research material. This approach allows us to identify and take into account the fact that the total amount of funding may be limited by the most scarce resource or a group of factors. The constructed model has a high degree of adequacy and is well interpreted. It has been revealed that in most observations, the limiting factor is the contributions of the self-employed, which indicates the need to pay special attention to this source of income when planning the budget of the pension fund and, as a result, developing appropriate social policy: in the short and medium term, special measures are needed to administer, stimulate and control the payment of insurance premiums by this category of citizens.; In the long term, an integrated approach is required that combines the optimization of financial flows and fundamental demographic policy decisions to improve the structural balance of the system.

Keywords: regression model, embedded piecewise linear regression, pension fund, Leontiev function, limiting factor, forecasting

Введение

Социальное и пенсионное обеспечение составляют, и это общеизвестно, основу социальной стабильности любого государства. Задача точной оценки и прогнозирова-

ния объемов финансирования этих систем относится к числу наиболее сложных в экономике ввиду необходимости учета множества взаимовлияющих факторов с возможными нелинейными взаимодействиями.

Применение с этой целью только классических линейных математических, в частности регрессионных моделей, как отмечено в работе [1], может давать результаты, противоречащие экономическому смыслу задействованных факторов, ярким примером тому служит возможное наличие отрицательных коэффициентов при предикторах, которые по своей сути должны положительно влиять на выходные переменные. Это обуславливает необходимость поиска и применения более адекватных нелинейных модельных конструкций. В статье [2] авторами J. G. A. Cairns, G. Parker рассматривается стохастическая составляющая уровня финансирования пенсионного плана во времени и его связь с размером взносов, проанализированы основные факторы, на него влияющие. В исследовании [3] авторами A. Omotayo Johnally, A. Bankole разработаны модели динамического накопления и минимизации рисков, которые помогают сформировать оптимальный фонд из четырех его типов, доступных в рамках накопительной пенсионной системы в Нигерии. В работе [4] рассматривается задача моделирования деятельности пенсионных фондов и оценки их финансовой устойчивости на основе стандартной модели Крамера – Лундберга. Авторы А. А. Белолипецкий, М. А. Лепская указывают на необходимость учета изменения основных демографических параметров общества: уровней рождаемости и ожидаемой продолжительности жизни при описании финансовых потоков пенсионного фонда. В работе [5] описывается модель финансового планирования InnoALM, разработанная компанией Innovest для австрийского пенсионного фонда. В модели используется многопериодное стохастическое линейное программирование с гибким количеством временных периодов разной продолжительности. Неопределенность моделируется с использованием многопериодных сценариев дискретной вероятности для случайных значений, доходности и других параметров модели. Корреляции между классами активов – облигациями, акциями, денежными средствами и другими финансовыми инструментами, как утверждают авторы, определяются множеством корреляционных матриц, которые соответствуют различным рыночным условиям. В работе [6] модель пенсионного фонда сформулирована как задача оптимального стохастического управления с ограничениями, для решения которой привлекаются методы динамического программирования. Автор S. Federico показано, что решение задачи является регуля-

рным решением связанного уравнения Гамильтона – Якоби – Беллмана, а применяемые ими методы проверки используются для получения оптимальной стратегии распределения в форме обратной связи. В статье [7] рассмотрены применение методов математического моделирования в области пенсионного обеспечения, в частности модели Хестона – Халла – Уайта в управлении пенсионным фондом, описание уровня доходов пенсионных фондов с помощью авторегрессионной модели и нейронной сети и проблема оптимального управления пенсионными фондами с установленными взносами. На основании значений вектора срабатываний авторами показаны основные факторы, определяющие динамику выходной переменной – объема финансирования фонда.

В настоящем исследовании к решению подобных проблем предлагается привлечь использование однородной вложенной кусочно-линейной регрессионной модели первого типа, подробно описанной в [8]. Основное допущение при этом состоит в том, что объем финансирования пенсионного фонда определяется совокупностью различных значимых факторов и может быть ограничен значением так называемой лимитирующей переменной. Такой подход позволяет моделировать ситуации, когда этот объем определяется с учетом наиболее дефицитных факторов.

Цель исследования – разработка способа применения однородной вложенной кусочно-линейной регрессии для моделирования объемов финансирования пенсионного обеспечения, позволяющего выявлять лимитирующие факторы и определять их вклад в формирование соответствующего результирующего показателя. Исследование направлено на решение следующих задач: построение регрессионной модели с двумя внутренними минимумами; оценка параметров модели на основе реальных статистических данных; содержательная экономическая интерпретация полученных результатов; выявление стратегически значимых факторов, определяющих финансовую устойчивость пенсионной системы.

Материалы и методы исследования

В качестве информационной базы исследования использованы официальные статистические данные Социального (Пенсионного) фонда России по Иркутской области¹ [9] за 2012–2022 гг. (таблица).

¹ Официальный сайт Социального фонда России. [Электронный ресурс]. URL: sfr.gov.ru/info/statistics/ (дата обращения: 05.09.2025).

Исходные данные

Год	y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
2012	0,103585512	0,586742	0,074342	0,066763	0,26071	2,817212	0,742123	0,262122
2013	0,105592312	0,588847	0,074933	0,060879	0,259816	2,820378	0,744887	0,261254
2014	0,106664679	0,592881	0,075988	0,061085	0,258216	2,822129	0,749655	0,263855
2015	0,119298402	0,601038	0,076735	0,061545	0,253036	2,825329	0,750825	0,265854
2016	0,125050089	0,607843	0,073124	0,06144	0,249644	2,851081	0,751863	0,269367
2017	0,134056965	0,611725	0,069998	0,063195	0,246574	2,869847	0,759958	0,161518
2018	0,135003448	0,61616	0,066077	0,064445	0,243367	2,888652	0,763728	0,171851
2019	0,140648848	0,607712	0,061404	0,064749	0,239171	2,894298	0,753849	0,164782
2020	0,147558809	0,596188	0,057703	0,072395	0,233945	2,895499	0,742732	0,155951
2021	0,158311048	0,575763	0,055652	0,109447	0,226483	2,8966	0,722231	0,150093
2022	0,167750348	0,567932	0,046879	0,149731	0,224753	2,8982	0,716026	0,139996

Здесь y – суммарный годовой объем финансирования отделения пенсионного фонда, трлн руб.; x_1 – количество получателей страховых пенсий по старости, млн чел.; x_2 – количество страхователей-работодателей, млн чел.; x_3 – количество самозанятых граждан, млн чел.; x_4 – количество получателей пособий единовременной выплаты, млн чел.; x_5 – количество застрахованных лиц, млн чел.; x_6 – количество пенсионеров, млн чел.; x_7 – количество работающих пенсионеров, млн чел.

В качестве основного метода исследования применим подход, основанный на построении однородной вложенной кусочно-линейной регрессии первого типа. Именно этот подход зарекомендовал себя как наиболее содержательный и интерпретируемый инструмент в контексте решения подобных задач.

Результаты исследования и их обсуждение

Таким образом, будем строить модель следующего вида:

$$y_k = \min \{ \min_{i \in J^1} \{a_i^1 x_{ki}\}, \dots, \min_{i \in J^H} \{a_i^H x_{ki}\} \} + \varepsilon_k, k = \overline{1, n}, \quad (1)$$

где k – номер наблюдения, y – зависимая переменная, x_i , $i = \overline{1, m}$ – независимые переменные, a_i^j – подлежащие оцениванию параметры, ε_k , $k = \overline{1, n}$, – ошибки аппроксимации, n – количество наблюдений. Индексные множества J^j , $j = \overline{1, H}$ являются подмножествами множества номеров $\{1, 2, \dots, m\}$. Способ оценивания параметров модели (1) подробно описан в [8].

Одновременно с этим построим классическую кусочно-линейную модель Леонтье-

ва. Как известно, эта модель характеризуется тем, что значение выходной переменной определяется поведением фактора, на котором сработал минимум, при этом увеличение значений других переменных не приводит к росту выходной. В [10] описан способ идентификации неизвестных параметров такой модели, сводящийся к решению задачи линейно-булева программирования. В данном случае эта модель будет иметь следующий вид:

$$y = \min(0,2789x_1, 3,3789x_2, 2,0353x_3, 0,7048x_4, 0,0547x_5, 0,2212x_6, 1,1315x_7). \quad (2)$$

Средняя относительная ошибкой аппроксимации E составила 8,10%.

Построим вектор срабатываний

$$\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n)$$

модели (2), позволяющий определять лимитирующий фактор в каждом наблюдении, где

$$\lambda_s = j, \text{ если } a_j x_{sj} \leq a_i x_{si}, i = \overline{1, m}.$$

В данном случае вектор срабатываний принял вид

$$\lambda = (3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 5, 1),$$

то есть для 9 из 11 наблюдений лимитирующим фактором является переменная x_3 – количество самозанятых граждан.

Теперь усложним задачу и займемся построением модели (1). Такой выбор типа модели основан на ряде содержательных и формальных причин.

1. Содержательно-экономическое обоснование: моделирование иерархии ограничений.

Пенсионная система, как и многие другие сложные экономические системы, функционирует в условиях не одного, а нескольких типов ограничений, которые часто носят иерархический или групповой характер. Допущение, лежащее в основе разрабатываемой вложенной кусочно-линейной модели первого порядка вложенности, состоит в том, что общий объем финансирования (y) лимитируется сначала на макроуровне (например, структурными или демографическими параметрами системы), а затем на микроуровне (текущими операционными потоками). Такая модель позволяет учесть такую структурную вложенность ограничений.

Таким образом, двухуровневая структура позволяет группировать структурные и операционные «узкие места» системы, что критически важно для разработки адекватной управленческой политики (структурные реформы или операционные улучшения). Данный подход согласуется с принципами теории иерархических многоуровневых систем [11], где сложная система управляется через согласованное взаимодействие различных уровней, каждый из которых имеет свои ограничения и целевые функции.

2. Формальное обоснование: повышение адекватности и интерпретируемости в ее традиционном понимании (в частности, [12]). Алгоритм построения модели, основанный на задаче линейно-булева программирования, не просто оценивает параметры a_j , но и оптимальным образом распределяет переменные по группам (J^1, J^2). Это эквивалентно автоматическому поиску содержательных кластеров факторов, которые вместе формируют комплексное ограничение.

Ключевым преимуществом модели с вложенными минимумами является возможность расширенной интерпретации вектора срабатывания (λ). Для каждого наблюдения он показывает, какая переменная внутри группы выступила лимитирующим фактором (где сработал минимум). В модели (1) анализ вектора λ при увеличении числа наблюдений позволит выявлять динамику смены лимитирующих факторов с течением времени и определять, какая группа в целом является «слабым звеном» в ее экономической интерпретации. В модели Леонтьева такой детальный анализ причин-

но-следственных связей невозможен, хотя вектор срабатывания, очевидно, также может быть весьма полезен.

Разделение переменных на группы позволяет, кроме того, снизить мультиколлинеарность внутри каждой группы. Так, в линейных моделях коррелированность факторов может приводить к нестабильным и плохо интерпретируемым оценкам коэффициентов. В задачах моделирования пенсионного обеспечения данное явление проявляется особенно ярко, в частности, при оценке источников доходов и расходов у таких категорий, как работающие или самозанятые пенсионеры, чьи финансовые параметры часто сильно коррелируют.

3. Обоснование через аналогии. Подобный подход – моделирование системы через поиск лимитирующего звена в нескольких контурах – широко используется в других областях. Например, в теории ограничений Голдратта [13] сложная система может иметь несколько типов ограничений: рыночные, операционные и политические. Модель вида (1) является формальным математическим представлением этой идеи применительно к пенсионной системе. Подобные методы анализа ограничений и контуров управления нашли широкое применение в системной динамике для моделирования социально-экономических процессов [14] и в современных системно-инженерных подходах к обеспечению устойчивости сложных систем [15].

Таким образом, использование модели с двумя вложенными минимумами является не произвольным усложнением, а методологически обоснованным шагом. Это позволяет:

- учесть содержательную гипотезу о наличии иерархии ограничений в пенсионной системе;
- повысить адекватность модели;
- обеспечить более глубокую и детальную интерпретацию результатов, в частности выявить динамику лимитирования факторов;
- разработать более адресные рекомендации для управления пенсионной системой, разделяя меры, направленные на структурные и операционные ограничения.

Построение модели (1), как показано в [8], может быть сведено к задаче линейно-булева программирования. Используем для этого специализированный программный комплекс [16].

В результате получим модель

$$y = \min(\min(2,0466x_5, 7,769x_6), \min(0,2766x_1, 3,3512x_2, 2,0949x_3, 0,699x_4, 1,1222x_7)) \quad (3)$$

со средней относительной ошибкой аппроксимации $E = 7,90\%$.

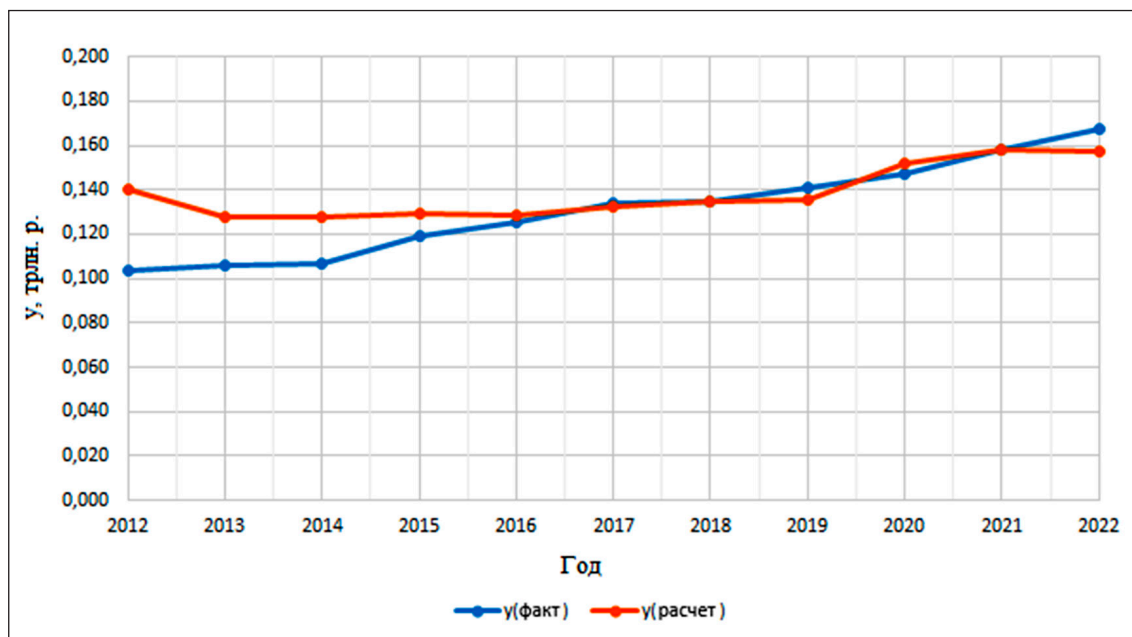


График фактических и расчетных значений

Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

Вектор срабатываний λ для нее равен (3,3,3,3,3,3,3,3,4,2). Примечательно, что для 9 из 11 наблюдений векторы срабатывания для моделей (2) и (3) совпадают. Анализ структуры модели (3) выявил иерархическую систему ограничений пенсионной системы.

На рисунке приведен график фактических и расчетных значений модели (3).

Экономическая интерпретация разбиений на множества в модели состоит в следующем:

$$-(J^1): (\min(2,0466x_5, 7,769x_6)).$$

Интерпретируется как «структурно-демографический каркас». Она определяет абсолютный, долгосрочный предел финансирования, связанный с общим масштабом системы (x_5 – все застрахованные) и ее демографической нагрузкой (x_6 – все пенсионеры). Это своего рода «потолок» возможностей системы.

$$-(J^2): (\min(0,2766x_1, 3,3512x_2, 2,0949x_3, 0,699x_4, 1,1222x_7)).$$

Трактуется как «операционно-финансовый контур». Данное множество включает показатели, определяющие текущие финансовые потоки: плательщиков взносов (x_2, x_3) и получателей выплат (x_1, x_4). Это текущие, более гибкие ограничения.

Коэффициент 7,769 для переменной x_6 (количество пенсионеров) является доминирующим в модели, что свидетельствует о том, что демографическая нагрузка выступает абсолютным системным показателем, показывающим значимость демографической обстановки. Коэффициент 0,2766 для переменной x_1 в группе 2, напротив, показывает, что при долгосрочном прогнозировании именно этот фактор потенциально может стать лимитирующим. Это согласуется с выводами некоторых исследований (в частности, [17]), где демографический кризис является ключевой проблемой пенсионных систем. В группе 2 наибольший коэффициент 3,3512 у пере-

менной x_2 (работодатели) подтверждает ее роль как основного стабильного источника доходов, что является абсолютно логичным и соответствует данным [18] о структуре поступлений в социальные фонды.

Анализ вектора срабатывания ограничений показал, что на протяжении большей части анализируемого периода (9 из 11 лет) главным лимитирующим фактором объема финансирования выступали взносы от самозанятых граждан (x_3). На этом основании можно сделать ключевой вывод о наличии высокой чувствительности бюджета пенсионного фонда к этому источнику доходов по сравнению с традиционными взносами работодателей.

Управленческие выводы и сценарный анализ

Для усиления прикладной направленности модели были рассмотрены сценарии управленческих воздействий, направленных на ослабление выявленных ограничений:

– Сценарий 1: Увеличение численности самозанятых на 10% приводит к росту объема финансирования в рамках операционно-финансового контура в среднем более чем на 2,1%.

– Сценарий 2: Повышение собираемости взносов от работодателей на 5% увеличивает финансовый поток на 1,7%, что подтверждает их роль как стабильного источника, но меньшего по чувствительности, чем взносы самозанятых.

– Сценарий 3: Снижение демографической нагрузки (отношение пенсионеров к застрахованным) на 2% приводит к значительному ослаблению структурного ограничения, что высвобождает потенциал для роста финансирования в долгосрочной перспективе.

Эти сценарии демонстрируют, что управленческие решения, направленные на активизацию взносов самозанятых, могут дать быстрый эффект, тогда как структурные демографические изменения требуют долгосрочной стратегии.

Выводы

1. Разработанная вложенная регрессионная модель обладает высокой адекватностью (ошибка 7,90 %) при моделировании объемов финансирования пенсионного обеспечения.

2. Выявлена иерархическая структура ограничений пенсионной системы, включающая структурно-демографический и операционно-финансовый уровни.

3. Установлено, что демографическая нагрузка (количество пенсионеров) является потенциально доминирующим системным фактором, а количество получателей страховых пенсий по старости может стать потенциально лимитирующим.

4. Определен главный лимитирующий фактор, определяющий наибольшую чувствительность бюджета пенсионного фонда, – количество самозанятых граждан (плательщиков взносов за себя), именно этому фактору стоит уделить особое внимание при долгосрочном планировании.

5. Подтверждена ключевая роль работодателей как основного стабильного источника доходов пенсионной системы.

Проведенное исследование демонстрирует, что бюджет Пенсионного фонда России характеризуется высокой системной

чувствительностью к динамике численности самозанятых граждан (x_3). В течение 9 из 11 лет анализируемого периода именно этот фактор выступал лимитирующим звеном, определяющим конечный объем финансирования в рамках операционно-финансового контура модели. Данное обстоятельство может свидетельствовать о структурной уязвимости доходной базы Пенсионного фонда. Несмотря на то, что взносы от работодателей (x_2) остаются основным и наиболее стабильным источником поступлений, именно менее прогнозируемые и потенциально волатильные поступления от самозанятых лиц на практике чаще всего ограничивают финансовые возможности фонда.

Таким образом, выявленный приоритет фактора x_3 в векторе срабатываний модели указывает на необходимость смещения акцентов в управлении пенсионной системой:

– в краткосрочной и среднесрочной перспективе требуется разработка специальных мер, направленных на стабилизацию и максимизацию поступлений от самозанятых граждан, включая совершенствование административных процедур, стимулирующих механизмов и контроля за уплатой страховых взносов;

– в долгосрочной стратегии подтвержденная чувствительность к x_3 , наряду с доминирующим влиянием демографического фактора x_6 , подчеркивает необходимость комплексного подхода, сочетающего в себе как меры по оптимизации текущих финансовых потоков, так и фундаментальные решения в области демографической и социальной политики, направленные на улучшение структурного баланса системы.

Проведенное исследование показало эффективность предложенного метода для анализа и прогнозирования объемов финансирования пенсионного обеспечения. Полученная модель не только обеспечивает высокую точность расчетов, но и позволяет выявлять системные ограничения и анализировать их динамику. Ключевым практическим результатом является идентификация демографической нагрузки как абсолютного ограничителя пенсионной системы, что требует принципиального изменения подходов к управлению – от операционных улучшений к стратегическим демографическим решениям. Разработанный методический аппарат может быть применен для анализа других социально-экономических систем с ограничивающим характером ресурсов.

Список литературы

1. Boulrier J.-F., Trussant E., Florens D. A Dynamic model for pension funds management // In Proceedings of the 5th AFIR International Colloquium. 1995. Vol. 1. P. 361–384.

2. Cairns J. G. A., Parker G. Stochastic pension fund modelling // *Insurance: Mathematics and Economics*. 1997. Vol. 21. Is. 1. P. 43–79. URL: https://archive.org/details/sim_insurance-mathematics-economics_1997_21_index (дата обращения: 04.09.2025).
3. Omotayo Johnally A., Bankole A. On mathematical models for pension fund optimal selection strategies // *American journal of economics and business management*. 2019. Vol. 2. Is. 4. P. 26–60. URL: https://www.researchgate.net/publication/372335576_On_mathematical_models_for_pension_fund_optimal_selection_strategies (дата обращения: 04.09.2025).
4. Белолипецкий А. А., Лепская М. А. Построение математической модели функционирования пенсионных фондов в рамках задачи оценки их устойчивости // *Известия Российской Академии наук*. 2019. № 3. С. 87–96. URL: <https://sciencejournals.ru/cgi/getPDF.pl?jid=teorsist&year=2019&vol=2019&iss=3&file=TeorSist1903003Belolipetskii.pdf> (дата обращения: 04.09.2025).
5. Geyer A., Ziemba W. The Innovest Austrian Pension Fund Financial Planning Model InnoALM // *Operation research*. 2008. Vol. 56. Is. 4. P. 797–810. URL: https://www.researchgate.net/publication/220243814_The_Innovest_Austrian_Pension_Fund_Financial_Planning_Model_InnoALM (дата обращения: 04.09.2025).
6. Federico S. A pension fund in the accumulation phase: a stochastic control approach // *Advances in mathematics of finance*. 2008. Vol. 83. P. 61–83. URL: https://www.researchgate.net/publication/228691926_A_pension_fund_in_the_accumulation_phase_a_stochastic_control_approach (дата обращения: 04.09.2025). DOI: 10.4064/BC83-0-5.
7. Носков С. И., Медведев А. П., Овсянников И. В. Анализ срабатываний предикторов в функции Леонтьева для объема финансирования отделения социального фонда // *Вестник кибернетики*. 2024. Т. 23. № 3. С. 40–45. URL: <https://www.vestcyber.ru/jour/article/view/605/378> (дата обращения: 04.09.2025). DOI: 10.35266/1999-7604-2024-3-5.
8. Носков С. И., Белинская С. И. Вычисление оценок параметров однородной вложенной кусочно-линейной регрессии // *Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки*. 2023. № 4. С. 115–120. URL: <https://vestnik.dgtu.ru/jour/article/view/1399/848> (дата обращения: 05.09.2025).
9. Носков С. И., Медведев А. П. Реализация конкурса регрессионных моделей при оценке объема финансирования социального и пенсионного обеспечения // *Инженерный вестник Дона*. 2024. № 4. URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_32N4y24_Noskov.pdf_92162022df.pdf (дата обращения: 05.09.2025).
10. Носков С. И., Жукова М. С., Кириллова Т. К., Купитман Ю. О., Хоняков А. А. Уточнение способов идентификации параметров некоторых кусочно-линейных регрессий // *Научные труды КубГТУ*. 2023. № 2. С. 75–81. URL: <https://ntk.kubstu.ru/data/mc/0094/4585.pdf> (дата обращения: 05.09.2025).
11. Калач А. В., Смоленцева Т. Е. Разработка принятия эффективных управленческих решений в иерархических многоуровневых системах // *Вестник СПб университета ГПС МЧС России*. 2022. № 1. С. 129–135.
12. Arya V., Bellamy R. K. E., Chen P.-Yu., Dhurandhar A., Hind M., Hoffman S. C., Houde S., Liao V. Q., Luss R., Mojsilović A., et al. One explanation does not fit all: A toolkit and taxonomy of AI explainability techniques // *Artificial Intelligence*. 2019. № 1. URL: <https://arxiv.org/pdf/1909.03012> (дата обращения: 05.09.2025).
13. Калько Д. В. Теория ограничений Голдратта как инструмент поиска и управления резервами производства // *Логистические системы в глобальной экономике*. 2017. № 7. С. 170–173. EDN: YMSGEZ.
14. Лисова Е. В. Моделирование социально-экономических процессов региона // *Путеводитель предпринимателя*. 2020. № 13 (1). С. 130–136. DOI: 10.24182/2073-9885-2020-13-1-130-136.
15. Туменова С. А. Адаптивная устойчивость экономических систем: факторы и условия обеспечения роста // *Вопросы инновационной экономики*. 2022. Т. 2. № 4. С. 2409–2420.
16. Носков С. И., Медведев А. П. Программа группировки переменных и идентификации параметров однородной вложенной кусочно-линейной регрессии первого типа // *Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025669430*. Правообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения». 2025; заявлено 21.04.2025; опубликовано 25.07.2025; заявка № 2025619483. URL: https://fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet (дата обращения: 05.02.2026).
17. Bikker J., Broeders D., Hollanders D., Ponds E. Pension Funds' Asset Allocation and Participant Age: A Test of the Life-Cycle Model // *Journal of Risk and Insurance*. 2012. Vol. 79. Is. 3. P. 595–895. URL: https://www.researchgate.net/publication/314376609_Pension_Funds'_Asset_Allocation_and_Participant_Age_A_Test_of_the_Life-Cycle_Model (дата обращения: 08.09.2025). DOI: 10.2139/ssrn.1508377.
18. Beath A., Betermier S., Flynn C., Spohner Q. The Canadian Pension Fund Model: A Quantitative Portrait // *The Journal of Portfolio Management Investment Models*. 2021. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3661876 (дата обращения: 08.09.2025). DOI: 10.2139/ssrn.3661876.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

УДК 004.8
DOI

CC BY 4.0

СТРАТИФИКАЦИЯ РИСКОВ В ТРАНСПОРТНОМ ПОТОКЕ: ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙРОСЕТОВЫХ И ГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ КОНФЛИКТНЫХ СИТУАЦИЙ

Подберёзкин А. А., Остроух А. В., Пронин Ц. Б., Борзенков А. М., Шмонин А. М.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет», Москва,
Российская Федерация, e-mail: shmonin03h@mail.ru*

Целью работы являлось исследование применимости сквозного видеоаналитического конвейера для раннего выявления и стратификации конфликтных взаимодействий в городском транспортном потоке. Рассматривалась полнофункциональная схема обработки видеоданных, включавшая стабилизацию, фильтрацию, нейросетевую детекцию объектов и многообъектное отслеживание с формированием непрерывных траекторий. Схема также предусматривала агрегирование траекторий во временные взаимодействия, вычисление суррогатных показателей безопасности, а также кластеризацию событий на основе эволюционного подхода для присвоения уровней риска и построения карт зон повышенного риска. В работе обосновываются критерии критичности по пространственно-временным признакам, излагаются принципы чувствительного анализа порогов и постановки целевой функции, а также требования к воспроизводимости, включая прозрачное описание этапов предобработки, детекции, отслеживания и правил агрегирования. Обсуждалась интерпретация получаемых кластеров в контексте уличной инфраструктуры и возможности интеграции результатов в городские аналитические панели, включая регламент автоматизированной подготовки аналитического отчёта, для приоритизации адресных мер безопасности. Отдельное внимание уделялось внутренней проверке согласованности кластерной структуры и внешнему сопоставлению с независимыми данными о дорожно-транспортных происшествиях. Представленный материал позиционировал подход как предмет систематического исследования его применимости в задачах проактивного мониторинга городской транспортной среды и поддержки управленческих решений.

Ключевые слова: видеонаблюдение, городской транспортный поток, дорожная безопасность, конфликтные взаимодействия, пространственно-временные параметры, время до столкновения, время после освобождения конфликтной точки, многообъектное отслеживание, кластеризация, оценка риска, зоны повышенного риска

RISK STRATIFICATION IN TRAFFIC FLOW: A STUDY OF NEURAL NETWORKS AND GENETIC CLUSTERING FOR CONFLICT DETECTION

Podberezkin A. A., Ostroukh A. V., Pronin C. B., Borzenkov A. M., Shmonin A. M.

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Moscow Automobile and Road Construction State Technical University”,
Moscow, Russian Federation, e-mail: shmonin03h@mail.ru*

The objective of this study was to investigate the applicability of an end-to-end video analytics pipeline for the early identification and stratification of conflict interactions within urban traffic flow. A comprehensive video data processing framework was examined, encompassing image stabilization, filtering, neural network-based object detection, and multi-object tracking with continuous trajectory formation. The framework also involved the aggregation of trajectories into temporal interactions, the computation of surrogate safety indicators, as well as event clustering based on an evolutionary approach for assigning risk levels and generating high-risk zone heatmaps. The paper substantiates the criteria for criticality based on spatio-temporal features, outlines the principles for sensitivity analysis of thresholds and the formulation of the objective function, and establishes reproducibility requirements, including a transparent description of preprocessing, detection, tracking stages, and aggregation rules. The interpretation of the resulting clusters in the context of street infrastructure and the potential for integrating the findings into urban analytical dashboards were discussed, including a protocol for automated analytical report generation to prioritize targeted safety interventions. Particular attention was paid to the internal validation of cluster structure consistency and external benchmarking against independent road accident data. The presented approach is positioned as a subject for systematic research into its applicability for proactive monitoring of the urban traffic environment and supporting managerial decision-making.

Keywords: video surveillance, urban traffic flow, road safety, conflict interactions, spatiotemporal features, time to collision, post-encroachment time, multi-object tracking, clustering, risk assessment, high-risk zones

Введение

Безопасность дорожного движения остаётся одной из ключевых проблем транспортной инфраструктуры. По данным официальной статистики, несмотря на общее

снижение количества дорожно-транспортных происшествий, сохраняется высокий уровень тяжести последствий, причём наибольшая концентрация рисков наблюдается в условиях городского трафика [1]. Суще-

ственную долю таких происшествий формируют ситуации, которым предшествуют скрытые либо незафиксированные конфликтные взаимодействия участников движения, из-за чего реальные очаги опасности остаются вне поля зрения традиционного учёта [2]. Под конфликтным взаимодействием далее понимается эпизод сближения участников движения, характеризующийся малыми временными/пространственными зазорами и повышенной вероятностью опасного развития событий. Классические ретроспективные методы анализа аварийности требуют длительного накопления данных, слабо адаптируются к быстро меняющимся потокам и не позволяют заблаговременно выявлять угрозы, до наступления инцидента, что ограничивает возможности превентивного управления [3].

В последние годы активное развитие методов компьютерного зрения и обработки видеопотоков на базе нейросетевых моделей открывает возможность перехода от реактивного к проактивному анализу дорожной обстановки. Однако многие существующие решения по-прежнему сконцентрированы на постфактумном распознавании событий или отслеживании отдельных объектов и не обеспечивают системного анализа взаимодействий, эволюционирующих в конфликт. Отсутствие механизмов кластеризации и ранжирования опасных ситуаций затрудняет принятие обоснованных управленческих решений и перенос результатов между локациями [4].

В данной работе рассматривается подход к проактивному выявлению и стратификации конфликтных ситуаций в транспортном потоке на основе обработки видеоданных [5]. Архитектура системы включает нейросетевую детекцию объектов (YOLOv12) и трекинг траекторий (BoT-SORT) [6], последующее агрегирование траекторий во временные взаимодействия и расчёт пространственно-временных метрик, в том числе времени до столкновения (Time to Collision, TTC) и времени после освобождения конфликтной точки (Post-Encroachment Time, PET) [7; 8], а также кластеризацию событий с использованием генетического алгоритма. На этой основе формируются карты зон повышенного риска и автоматизированные аналитические отчёты, что делает подход практически применимым для мониторинга городской сети и раннего предупреждения инцидентов.

Целью работы является исследование применимости сквозного видеоаналитического конвейера для раннего выявления и стратификации конфликтных взаимодействий в городском транспортном потоке.

Материалы и методы исследования

В качестве исходных данных использовались видеозаписи транспортного потока с уличных камер наблюдения, установленных на участках с плотным городским движением. Видеопоток анализировался с целью автоматического выявления потенциальных конфликтных взаимодействий участников дорожного движения, оценки их параметров и последующей стратификации по уровню риска. Общая структура предлагаемой системы обработки представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Структура системы анализа конфликтных ситуаций на основе видеоданных и генетического алгоритма кластеризации
Примечание: составлено авторами по результатам данного исследования

Предварительная обработка видеоданных включает стабилизацию изображения, коррекцию оптических искажений и перспективное выравнивание. Детекция объектов осуществляется с использованием нейросетевой архитектуры YOLOv12 – сверточный одношаговый детектор объектов семейства YOLO (одновременная локализация и классификация на одном проходе) – обеспечивающей высокую точность локализации транспортных средств при сохранении скорости обработки, близкой к реальному времени [9]. Алгоритм BoT-SORT – алгоритм отслеживания по детекциям, сочетающий байесовскую фильтрацию движения и повторную идентификацию (Re-ID) по визуальным признакам, применяется для отслеживания идентификаторов объектов между кадрами и поддерживает устойчивость трекинга даже при кратковременных перекрытиях и исчезновениях. Он сочетает байесовскую фильтрацию и повторное обнаружение по визуальным признакам.

Для каждого обнаруженного объекта на протяжении его движения по кадрам формируется пространственно-временная траектория. Анализ взаимного положения пар объектов позволяет идентифицировать потенциальные конфликтные ситуации. При этом для двух объектов i и j , движущихся по координатам $(x_i(t), y_i(t))$ и $(x_j(t), y_j(t))$, евклидово расстояние между ними определяется выражением:

$$d_{ij}(t) = \sqrt{(x_i(t) - x_j(t))^2 + (y_i(t) - y_j(t))^2}. \quad (1)$$

На основе траекторий вычисляются суррогатные показатели безопасности, ха-

рактеризующие риск сближения. Временная метрика Time to Collision (TTC) применяется для оценки потенциального времени до столкновения в случае сохранения текущей скорости и направления движения объектов:

$$TTC = d / v_{rel}, \quad (2)$$

где d – расстояние между объектами в момент измерения, а v_{rel} – относительная скорость сближения.

TTC позволяет обнаруживать быстро развивающиеся угрозы, особенно в случаях движения по пересекающимся траекториям.

Дополнительно используется метрика Post-Encroachment Time (PET), рассчитываемая как модуль разности времён прохождения объектами точки потенциального конфликта:

$$PET = |t_A - t_B|, \quad (3)$$

где t_A и t_B – моменты времени, в которые объекты A и B , соответственно, покидают и входят в зону конфликта.

PET характеризует временной зазор между двумя участниками движения при последовательном прохождении пересекающихся траекторий, что особенно актуально для оценки конфликтов с участием уязвимых участников (например, пешеходов и велосипедистов). Геометрическая интерпретация конфликта с расчётом PET приведена на рисунке 2, где схематически показаны пересекающиеся траектории, момент пересечения и соответствующие временные метки. Такая визуализация позволяет наглядно представить, как извлекается информация из траекторных данных.

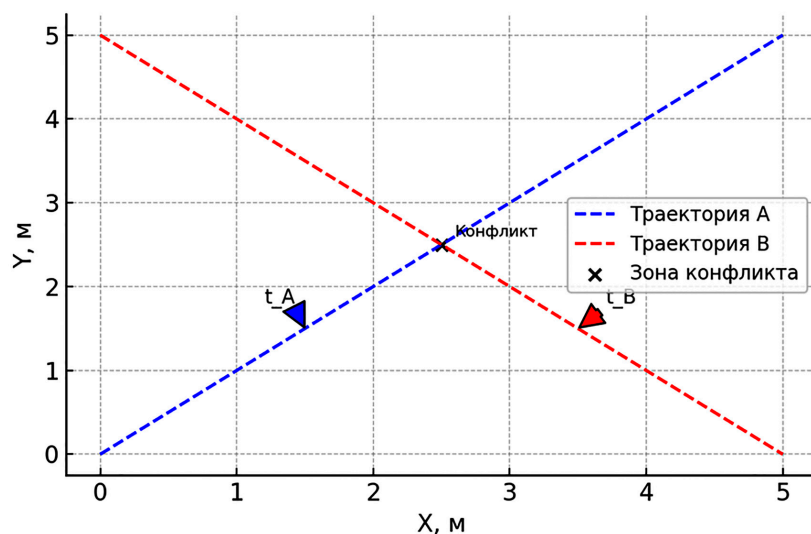


Рис. 2. Геометрическая интерпретация конфликта с расчетом метрики PET между траекториями участников движения
Примечание: составлено авторами по результатам данного исследования

На основе совокупности вычисленных параметров формируется вектор признаков для каждой конфликтной ситуации. Под вектором признаков далее понимается упорядоченный набор измеряемых параметров взаимодействия (временных и геометрических), используемых в последующей кластеризации. Вектор включает значения TTC, PET, минимальную дистанцию сближения, угол встречи, относительную скорость, продолжительность конфликта и другие вторичные признаки. Этот многомерный массив используется в задаче кластеризации, цель которой – объединение ситуаций в кластеры по степени потенциальной опасности.

В отличие от традиционных методов, таких как k-средних или иерархическая агломерация, в работе применён генетический алгоритм кластеризации. Под генетическим алгоритмом далее подразумевается эволюционный метод оптимизации, использующий популяцию решений и операторы селекции, скрещивания и мутации для поиска наилучшего разбиения. Он позволяет адаптивно подстраиваться под структуру признаков, учитывать их нелинейные зависимости и находить устойчивые разбиения без предварительного задания числа кластеров [10-12]. Каждая особь в популяции кодирует набор центров кластеров и весов признаков, отвечающих за их значимость в функции расстояния.

Фитнес-функция оценивает качество кластеризации по внутрикластерной компактности и межкластерной разделимости:

$$F(C) = \sum_{k=1}^K \sum_{i,j \in C_k} \delta(i, j), \quad (4)$$

где $C = \{C_1, C_2, \dots, C_K\}$ – разбиение выборки на K кластеров, а $\delta(i, j)$ – мера близости объектов внутри одного кластера.

В качестве метрики δ использовалось взвешенное евклидово расстояние между нормализованными признаковыми векторами. Оптимизация проводилась с помощью библиотеки DEAP (Distributed Evolutionary Algorithms in Python) [13]. В процессе эволюции применялись операции селекции по турнирной схеме, одноточечного кроссинговера и вероятностной мутации.

Результатом кластеризации является стратификация всех зафиксированных ситуаций по уровням риска, а также построение карты зон повышенного риска с указанием наиболее конфликтогенных участков городской уличной сети. Под картой зон повышенного риска далее понимается пространственная визуализация интенсивности конфликтных взаимодействий

(по сетке/ячейкам или буферам), используемая для приоритизации мер безопасности. На финальном этапе система автоматически формирует отчёт, включающий статистику по времени, координатам, типам участников и степени риска.

Результаты исследования и их обсуждение

Разработанная система была протестирована на видеозаписях общей протяжённостью 4,2 км городских улиц с плотным транспортным потоком. Среднее время полной обработки одного километра видеоданных составило 20–25 минут при использовании GPU RTX 4070, что более чем в десять раз быстрее по сравнению с традиционным экспертным анализом. Модель YOLOv12 показала среднюю точность обнаружения объектов mAP = 0.861, а алгоритм BoT-SORT обеспечил устойчивое отслеживание траекторий с долей успешного сопоставления выше 95 %. mAP (mean Average Precision) – средняя точность по классам; значение рассчитано по стандартной процедуре оценки детекторов объектов.

В результате анализа было зафиксировано 1134 потенциальных конфликтных взаимодействия. Расчёт метрик TTC и PET позволил классифицировать 17,4% событий как критические ($TTC < 1.2$ с, $PET < 0.5$ с). Пространственное распределение этих случаев выявило локальные зоны концентрации риска, преимущественно вблизи остановок и пересечений с нерегулируемыми переходами.

Применение генетического алгоритма кластеризации позволило разделить все ситуации на четыре устойчивые группы по признакам риска. Наиболее опасный кластер включал 184 конфликта с медианными значениями $TTC = 0.94$ с и $PET = 0.31$ с. По сравнению с алгоритмом k-средних, предложенный подход обеспечил прирост индекса силуэта с 0.42 до 0.61 и снижение внутрикластерной дисперсии на 27,8%, что свидетельствует о более качественном разделении событий. Индекс силуэта – безразмерная метрика $[-1; 1]$, показывающая, насколько объект ближе к своему кластеру, чем к соседнему; внутрикластерная дисперсия – среднее квадратичное отклонение точек от центров своих кластеров. Пример результатов кластеризации представлен на рисунке 3, где каждая точка отображает одно конфликтное взаимодействие, а цвет обозначает принадлежность к кластеру. Кластеры, агрегирующие события с малыми значениями TTC и PET, отражают более высокий уровень риска, поскольку характеризуются быстрым сближением и минимальными временными зазорами при пересечении траекторий.

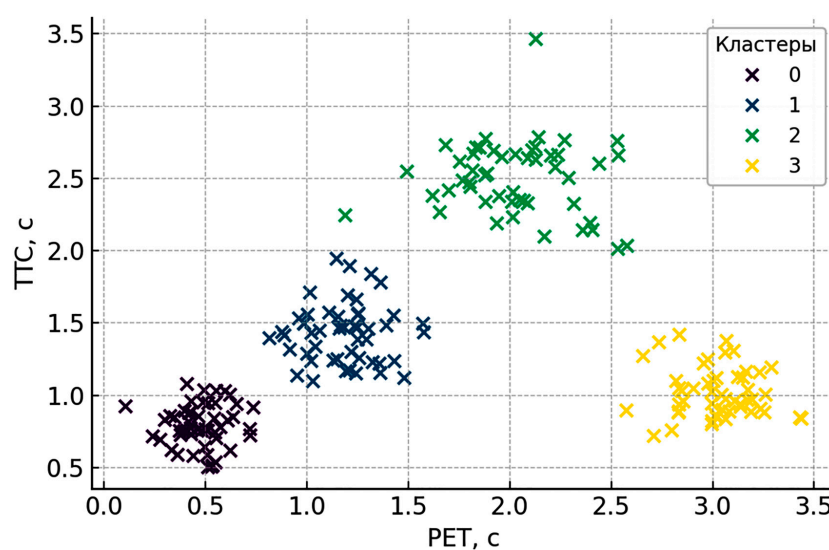


Рис. 3. Пример распределения конфликтных ситуаций по кластерам с указанием уровней риска
Примечание: составлено авторами по результатам данного исследования

Напротив, кластеры с большими TTC и/или PET соответствуют безопасным/умеренным взаимодействиям. Смещение центроидов в область малых значений по обеим осям указывает на концентрацию критичных сценариев; преобладание маркеров «ТС–пешеход» в таких группах свидетельствует о необходимости приоритизации мер в соответствующих точках уличной сети. Установленная иерархия кластеров по медианам TTC/PET используется для стратификации риска и прямой привязки к картам зон повышенного риска: ячейки/участки, на которых преобладают кластеры с малыми временными зазорами, подлежат первоочередной проверке организации движения и пешеходной инфраструктуры. Отчётливо прослеживается разделение на группы с разной степенью риска. Кроме кластера с низкими значениями PET и TTC, соответствующего наиболее опасным ситуациям, также выявлены группы с иным характером. В частности, один из кластеров соответствует событиям с низким TTC и высоким PET – то есть потенциально опасным сближениям, которые были своевременно предотвращены [14]. Такие конфликты могут служить индикаторами латентной напряжённости движения и быть полезными для оценки упреждающих мер безопасности [15].

На основе кластеризованных данных была сформирована карта зон повышенного риска, отражающая зоны с повышенной вероятностью возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Сопоставление с архивом реальных происшествий за предыдущие шесть меся-

цев показало совпадение по координатам в 86% случаев. Генерация итогового отчёта, включающего пространственный анализ, графики и агрегированные таблицы, осуществлялась автоматически и занимала менее одной минуты.

Таким образом, представленная система демонстрирует высокую точность, оперативность и пригодность для применения в задачах мониторинга дорожной инфраструктуры и раннего предупреждения транспортных инцидентов. Полученные визуализации позволяют не только количественно оценить эффективность алгоритма, но и обеспечить интерпретацию результатов для практического использования в городском управлении.

Заключение

Сформулированные в работе критерии критичности на основе пространственно-временных показателей и правила агрегирования траекторий во взаимодействия обеспечивают непротиворечивую основу для последующего анализа. Реализованный воспроизводимый конвейер предобработки, детекции и многообъектного отслеживания (YOLOv12/BoT-SORT) демонстрирует надёжное сопоставление траекторий (доля успешных ассоциаций свыше 95%) и позволяет выявлять широкий спектр потенциальных конфликтов (1134 ситуации, из них 17,4% – критические). Эволюционная кластеризация событий превосходит базовые альтернативы по качеству разбиения: фиксируется рост индекса силуэта на 45% при одновременном снижении внутрикла-

стерной дисперсии на 27,8%, что указывает на более точную стратификацию уровней риска и лучшую интерпретируемость результатов. Внутренняя проверка подтверждает устойчивость кластерной структуры к варьированию порогов и гиперпараметров, внешняя – согласованность полученных карт с независимыми данными о дорожно-транспортных происшествиях. На основе кластеризованных событий автоматически формируются карты зон повышенного риска и аналитический отчет (формирование занимает менее одной минуты), что демонстрирует практическую пригодность предложенного решения для задач оперативного мониторинга улично-дорожной сети и приоритизации адресных мер безопасности. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о применимости и устойчивости сквозного видеоаналитического конвейера для раннего выявления и стратификации конфликтных взаимодействий в условиях городской транспортной среды.

Список литературы

1. Global status report on road safety 2023. // World Health Organization. Geneva. 2023. 96 p. URL: <https://www.who.int/teams/social-determinants-of-health/safety-and-mobility/global-status-report-on-road-safety-2023>. (дата обращения: 05.07.2025). ISBN: 9789240086517.
2. Витвицкий Е. Е., Ильина И. Е. Индексы для оценки уровня безопасности дорожного движения в регионах // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2025. Т. 22. № 1 (101). С. 68–77. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_80405680_12126901.pdf. (дата обращения: 01.12.2025). DOI: 10.26518/2071-7296-2025-22-1-68-77. EDN: XVCDWQ.
3. Зеленцова В. В., Слободчиков Н. А. Сравнительный анализ традиционного подхода к безопасности дорожного движения и безопасной системы // Системный анализ и логистика. 2021. № 2. С. 78–84. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_45831390_80692574.pdf. (дата обращения: 01.12.2025). DOI: 10.31799/2077-5687-2021-2-78-84. EDN: DVCQTB.
4. Навой Д. В., Капский Д. В., Филиппова Н. В., Пугачев И. Н. Анализ алгоритмов обнаружения дорожно-транспортных инцидентов на скоростных автомагистралях, использующих стационарные детекторы транспорта // Системный анализ и прикладная информатика. 2023. № 4. С. 37–49. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_63354235_80581338.pdf. (дата обращения: 01.12.2025). DOI: 10.21122/2309-4923-2023-4-37-49. EDN: AUXZHE.
5. Redmon J., Divvala S., Girshick R., Farhadi A. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection // 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). Las Vegas, NV, USA, 2016. P. 779–788. DOI: 10.1109/CVPR.2016.91.
6. Yan S., Fu Y., Zhang W., Yang W., Yu R., Zhang F. Multi-Target Instance Segmentation and Tracking Using YOLOV8 and BoT-SORT for Video SAR // 2023 5th International Conference on Electronic Engineering and Informatics (EEI). Wuhan, China. 2023. P. 506–510. DOI: 10.1109/EEI59236.2023.10212903.
7. Kondoh T., Furuyama N., Hirose T., Sawada T. Direct Evidence of the Inverse of TTC Hypothesis for Driver's Perception in Car-Closing Situations, International Journal of Automotive Engineering // Journal of Society for Automotive Engineers of Japan. 2014. Vol. 5. Is. 4. P. 121–128. DOI: 10.20485/jsaeijac.5.4_121.
8. Nadimi N., Behbahani H., Shahbazi H. Calibration and validation of a new time-based surrogate safety measure using fuzzy inference system // Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition). 2016. Vol. 3. Is. 1. P. 51–58. DOI: 10.1016/j.jtte.2015.09.004.
9. Krishna N. M., Reddy R. Y., Reddy M. S. C., Madhav K. P., Sudham G. Object Detection and Tracking Using Yolo // 2021 Third International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA). Coimbatore, India. 2021. P. 1–7. DOI: 10.1109/ICIRCA51532.2021.9544598.
10. Borzenkov A. M., Ostroukh A. V., Pronin C. B., Podberezkin A. A., Kuftinova N. G. Multi-Criteria Analysis of Genetic Algorithm Applications in Transportation Logistics // 2024 Intelligent Technologies and Electronic Devices in Vehicle and Road Transport Complex (TIRVED). Moscow. 2024. P. 1–4. DOI: 10.1109/TIRVED63561.2024.10769798.
11. Kiselev S. A., Podberezkin A. A., Borzenkov A. M., Ostroukh A. V., Pronin C. B. Dynamic Pricing in Air Cargo: Machine Learning and Genetic Algorithm-Based Optimization // 2025 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF). St. Petersburg, Russian Federation. 2025. P. 1–5. DOI: 10.1109/WECONF65186.2025.11017136.
12. Акопов А. С. Моделирование и оптимизация стратегий принятия индивидуальных решений в многоагентных социально-экономических системах с использованием машинного обучения // Бизнес-информатика. 2023. Т. 17. № 2. С. 7–19. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_54071694_76487557.pdf. (дата обращения: 01.12.2025). DOI: 10.17323/2587-814X.2023.2.7.19. EDN: ELOVAD.
13. Radeev N., Vinogradova K. Semi-Automated Framework for Feature Engineering in Machine Learning and Data Analysis // 2025 IEEE 26th International Conference of Young Professionals in Electron Devices and Materials (EDM). Altai, Russian Federation. 2025. P. 1520–1525. DOI: 10.1109/EDM65517.2025.11096892.
14. Qi W., Wang W., Shen B., Wu J. A Modified Post Encroachment Time Model of Urban Road Merging Area Based on Lane-Change Characteristics // in IEEE Access. 2020. Vol. 8. P. 72835–72846. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2987959.
15. St-Aubin P., Saunier N., Miranda-Moreno L. Large-Scale Automated Proactive Road Safety Analysis Using Video Data // Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 2015. Vol. 58. Part B. P. 363–379. DOI: 10.1016/j.trc.2015.04.007.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

УДК 621.43
DOI

CC BY 4.0

УПРАВЛЕНИЕ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКОЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ РАСХОДА ТОПЛИВА НА РЕЖИМЕ ЧАСТИЧНОЙ МОЩНОСТИ

Пухов А. А. ORCID ID 0009-0005-9590-1614,
Черный С. П. ORCID ID 0000-0002-8410-7985

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет», Комсомольск-на-Амуре,
Российская Федерация, e-mail: lemonsqueezeasy@yandex.ru*

Известна проблема снижения эффективности выработки электроэнергии дизель-генераторной установкой при уменьшении ее относительной мощности, которая приводит к существенному удорожанию стоимости единицы генерируемой с ее помощью электроэнергии. При этом известные способы управления дизель-генераторной установкой, в том числе на уровне организации работы дизель-электрической станции целиком, своим практическим применением зачастую требуют существенных ресурсных вложений на реализацию, в связи с чем их применение в условиях недостаточного финансирования отдаленных территорий где они в основном находят свое применение, зачастую становится проблематичным. Целью данной работы является исследование возможностей экономии топлива дизель-генераторной установкой при ее работе на режиме неполной мощности (частичной нагрузки) за счет управления параметрами давления и температуры входящего в цилиндры воздуха. На основе предложенной ранее схемы осуществления управления было проведено моделирование работы двигателя дизель-генератора при различных параметрах температуры и давления воздуха в программном комплексе «РК Дизель», по итогу которого, используя полученные данные об удельном расходе топлива на единицу выработанной энергии при фиксированных значениях давления и температуры поступающего в цилиндры свежего воздуха, были выведены аппроксимирующие непрерывные зависимости для определения удельного расхода топлива дизель-генераторной установки при различных параметрах поступающего в цилиндры двигателя воздуха. Затем с использованием полученных аппроксимирующих зависимостей была разработана модель дизель-генераторной установки в системе MatLab Simulink, учитывающая влияние параметров свежего воздуха на эффективность выработки энергии. В результате исследования полученной модели была показана возможность существенной экономии топлива при использовании предложенного подхода управления дизель-генераторной установкой, что подтверждает ценность рассмотренного решения как потенциально запрашивающего малые материальные затраты на модернизацию имеющихся дизель-генераторных установок при сравнительно высокой эффективности.

Ключевые слова: снижение расхода топлива на выработку электроэнергии, управление дизель-генераторной установкой, влияние параметров воздуха на эффективность дизель-генератора

CONTROL OF A DIESEL GENERATOR SET TO REDUCE FUEL CONSUMPTION IN PARTIAL POWER MODE

Pukhov A. A. ORCID ID 0009-0005-9590-1614,
Chernyy S. P. ORCID ID 0000-0002-8410-7985

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Komsomolsk-on-Amur State University”, Komsomolsk-on-Amur,
Russian Federation, e-mail: lemonsqueezeasy@yandex.ru*

There is a well-known problem of reduced efficiency of diesel generator power generation as its relative power decreases, leading to a significant increase in the cost per unit of electricity generated. Furthermore, existing diesel generator control methods, including those for managing the entire diesel power plant, often require significant investment in their implementation, making their use in underfunded remote areas where they are primarily used problematic. The objective of this study is to investigate the potential for fuel savings by diesel generators operating at partial power (partial load) by controlling the pressure and temperature of the air entering the cylinders. Using the obtained data on specific fuel consumption per unit of generated energy at fixed pressure and temperature values of fresh air entering the cylinders, approximating continuous relationships were derived to determine the specific fuel consumption of the diesel generator set under various air parameters entering the engine cylinders. Then, using the obtained approximating relationships, a diesel generator set model was developed in the MatLab Simulink system, taking into account the influence of fresh air parameters on energy generation efficiency. The study of the resulting model demonstrated the possibility of achieving significant fuel savings using the proposed diesel generator set control approach, confirming the value of the considered solution as a potential low-cost upgrade for existing diesel generator sets while maintaining comparatively high efficiency.

Keywords: reducing fuel consumption for electricity generation, diesel generator controlling, influence of air parameters on diesel generator efficiency

Введение

Энергообеспечение удаленных от линий централизованного электроснабжения поселений является важной экономической задачей развития малонаселенных территорий Российской Федерации [1]. В особенности остро эта проблема стоит для северных и восточных регионов страны, где sporadически распределенные по территории приуроченные к местам экономического интереса (например, по добыче полезных ископаемых) населенные пункты находятся на существенной дистанции от основных промышленных центров, в связи с чем их электроснабжение с помощью строительства линий электропередач является экономически нецелесообразным из-за недопустимых потерь при передаче электроэнергии на столь большие расстояния, а также по причине высоких затрат на само строительство этих линий [2]. В данных условиях люди вынуждены прибегать к применению автономных систем электроснабжения для обеспечения своих потребностей в электроэнергии. При этом чаще всего в качестве решения используется применение дизель-генераторных установок (ДГУ), являющихся приоритетным вариантом выбора по причине таких преимуществ, как сравнительно малая стоимость ввода единицы генерируемой мощности, простота обслуживания (в том числе в виде малых квалификационных требований, предъявляемых к персоналу), возможность масштабирования электростанции на их основе [3]. Однако, несмотря на это, ДГУ обладают и рядом недостатков, наиболее существенным из которых, вносящим наибольший

вклад в конечную стоимость единицы вырабатываемой электроэнергии, является зависимость эффективности выработки энергии двигателем внутреннего сгорания от его текущей нагрузки [4].

На рис. 1 представлен характерный график зависимости эффективности выработки электроэнергии ДГУ, выраженный в относительном коэффициенте полезного действия (КПД), понимаемом как частное от КПД ДГУ на текущем мощностном режиме к КПД ДГУ на номинальном режиме. Из него видно, что по мере снижения нагрузки ДГУ эффективность ее снижается, в результате чего повышаются затраты топлива на выработку единицы электроэнергии и, как следствие, растет ее себестоимость.

С другой стороны, работа ДГУ на частичной мощности является неизбежным режимом эксплуатации вследствие проектирования электростанции на их основе с расчетом на максимально возможное потребление, которое достигается в энергосистеме в крайне ограниченные периоды работы [6]. Большую часть времени электростанция работает на частичной нагрузке, связанной с естественными колебаниями потребления электроэнергии как производствами, так и индивидуальными потребителями.

На рис. 2 показан характеристический график изменения потребления электроэнергии в автономной сети электроснабжения малого поселения. Как видно из представленного графика, колебания потребления электроэнергии развиваются в существенном диапазоне значений, при этом большая часть времени характеризуется потреблением на уровне 10–30 % от пикового значения.

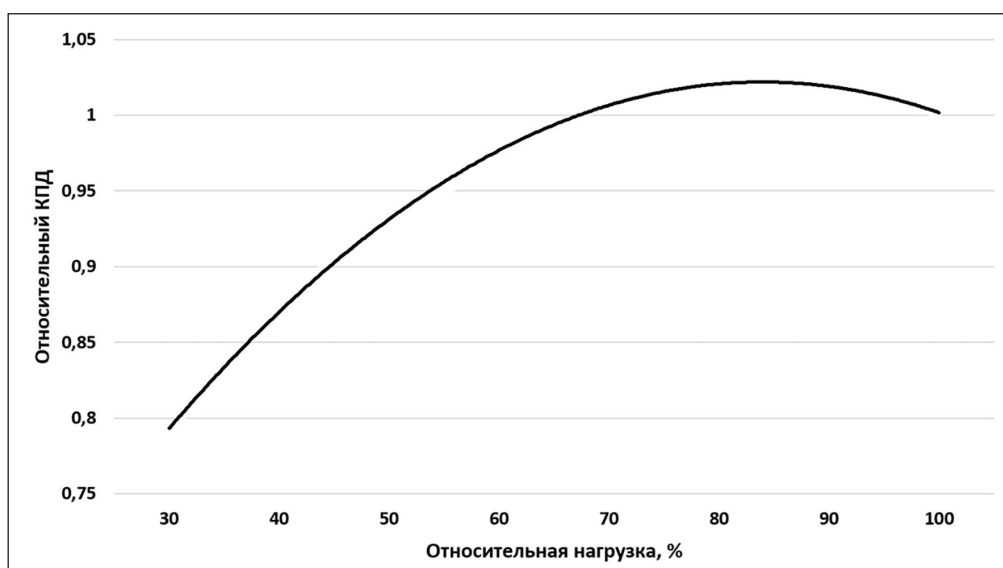


Рис. 1. Зависимость эффективности ДГУ от ее относительной нагрузки
Примечание: график составлен на основе усреднения данных, приведенных в [5, с. 41]

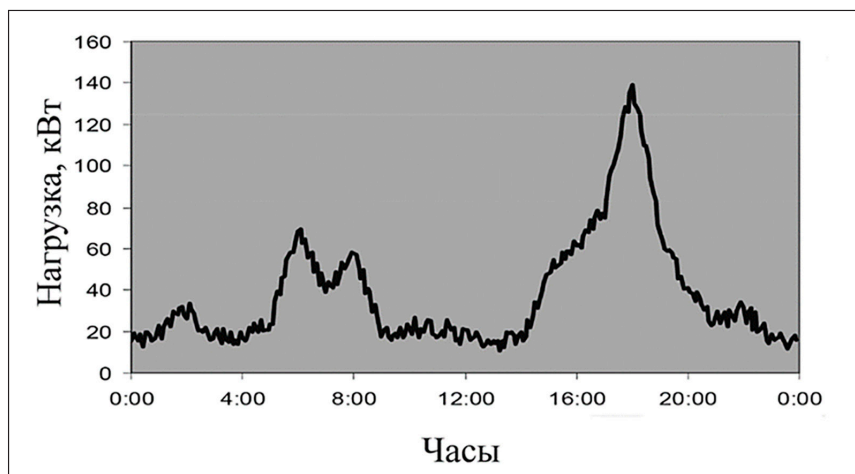


Рис. 2. График изменения потребления электроэнергии малым поселением с автономной системой электроснабжения
Примечание: график заимствован из источника [7]

Обозначенная проблема не нова и оттого имеет достаточно большое количество решений в виде различных способов управления двигателем внутреннего сгорания (ДВС) в составе ДГУ для повышения эффективности его работы на режимах частичной нагрузки [7; 8]. Однако большинство из них запрашивают внесение изменений в ключевые узлы силовой установки, такие как топливная система [9], либо даже цилиндро-поршневая группа [10], что не всегда возможно для устаревших агрегатов, находящихся в эксплуатации [11], а решения на уровне электростанции в целом, например в виде обеспечения дискретизации мощностей, запрашивают существенные материальные вложения на их реализацию. В результате этого потенциал экономии топлива на существующих ДГУ оказывается довольно часто нереализованным, что приводит к увеличению экономического бремени потребителей электроэнергии дороговизной производимой ДГУ электроэнергии.

Цель исследования — исследование возможностей экономии топлива дизель-генераторной установкой при ее работе на режиме неполной мощности (частичной нагрузки) за счет управления параметрами давления и температуры входящего в цилиндры воздуха.

Материалы и методы исследования

Анализ причин снижения эффективности выработки энергии ДВС в составе ДГУ позволяет сделать вывод о том, что наибольший вклад в уменьшение эффективности вносят изменяющиеся при снижении нагрузки ДВС процессы сгорания в сторону снижения основных параметров химиче-

ской кинетики этого процесса [12; 13]. Так, меньшая мощность ДВС приводит к снижению давления наддува при газотурбинном наддуве, в результате чего температура поступающего в цилиндры воздуха снижается. Дополнительно, поскольку давление наддува снижается непропорционально уменьшению топливоподачи, растет коэффициент избытка воздуха, что дополнительно ухудшает процесс сгорания топлива.

Ранее было предложено решение [14], в котором управляемыми параметрами ДВС в составе ДГУ являлись температура поступающего в цилиндры воздуха и его массовый расход. При этом изменение массового расхода воздуха, отвечающее необходимости поддержания коэффициента избытка воздуха на наиболее оптимальном с точки зрения экономичности ДГУ значении, осуществляется за счет частичного перепуска выхлопных газов до турбины турбокомпрессора в выхлопную систему двигателя специальным перепускным устройством таким образом, чтобы меньший расход отработавших газов на турбинную часть турбокомпрессора приводил к снижению располагаемой турбиной мощности, что вследствие ее механической связи с компрессорной частью турбокомпрессора приводит к снижению мощности компрессора, к снижению давления наддува. Изменение же температуры поступающего в цилиндры воздуха осуществляется за счет частичного перепуска выхлопных газов после турбины турбокомпрессора на несмешивающий подогреватель поступающего в цилиндры воздуха, устанавливаемый после компрессора. Схематично система управления по предложенному решению представлена на рис. 3.

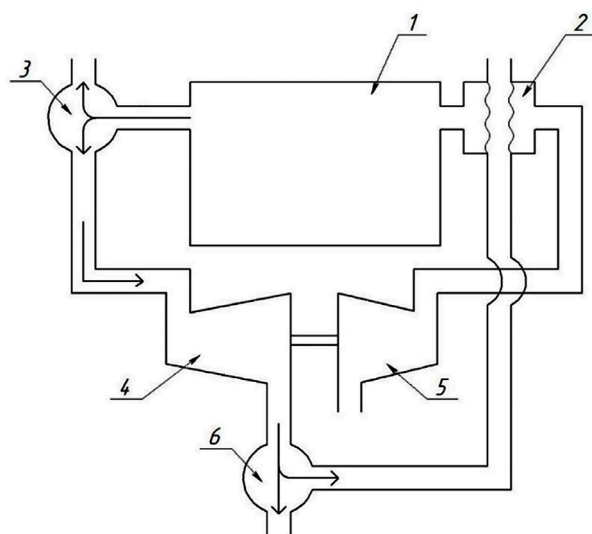


Рис. 3. Предлагаемая схема управления материально-энергетическими параметрами поступающего в цилиндры воздуха. 1 – ДВС, 2 – несмешивающий подогреватель входящего воздуха; 3, 6 – клапаны перепуска газов, 4 – турбина турбокомпрессора, 5 – компрессор турбокомпрессора. Стрелками показано движение выхлопных газов двигателя

Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

Задававшиеся при моделировании параметры ДВС

Количество цилиндров	6, рядное расположение	Система охлаждения	Жидкостная
Тактность	4	Количество впускных клапанов на цилиндр	4
Мощность (номинальная), кВт	150	Количество топливных форсунок на цилиндр / количество струй	1/7
Частота вращения, об/мин	1500	Давление впрыска топлива, бар	более 1500
Топливо	Тяжелое дизельное	Угол опережения впрыска, град. угла поворота коленвала	10
Диаметр поршней, мм	150	Продолжительность впрыска, град. угла поворота коленвала	30
Ход поршней, мм	180	Цикловая подача топлива на номинальном режиме, г	0,183
Степень сжатия	13	Кинематическая схема ДВС	Кривошипно-шатунный механизм
Давление турбонаддува в номинальном режиме, бар	2	Наличие охладителя воздуха	Нет
Давление воздуха в окружающей среде / его температура, бар/К	1/300	Система рециркуляции отработавших газов	Нет

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Однако применимость предложенного решения следует оценивать по потенциальной его эффективности, в результате чего в данной работе была поставлена цель провести исследование предложенного решения для оценки его эффективности.

Для оценки эффективности предложенного решения было проведено моделирование работы ДВС в составе ДГУ на различных мощностных режимах и параметрах входя-

щего в цилиндры воздуха в программном комплексе «РК Дизель» версии 4.3.0.189, реализующего теоретико-эмпирические методы расчета параметров работы ДВС [15]. Параметры двигателя, использованные при моделировании, представлены в таблице.

Моделирование проводилось для каждого мощностного режима в диапазоне 20–100 % номинальной мощности с шагом в 10 %, давления наддува в диапазоне

1–2 бар с шагом в 0,1 бар и температуры наддувного воздуха в диапазоне 315–450 К с шагом в 5 К. В результате моделирования для различных режимов работы были получены значения удельных расходов топлива на выработку единицы энергии, которые ввиду того, что полученные данные представляли собой совокупность конкретных дискретных значений удельных расходов топлива для заданных параметров давления и температуры входящего в цилиндры воздуха при конкретной мощности двигателя, были аппроксимированы в виде соответствующих заданному мощностному режиму и давлению наддува зависимостей расходов топлива от температуры поступающего в цилиндры воздуха следующим образом:

$$\eta_{N,P} = aT^2 + bT + c,$$

где $\eta_{T,P}$ – значение удельного расхода топлива на выработку энергии при заданных значениях относительной мощности двигателя N (в долях от номинальной) и значениях давления поступающего в цилиндры воздуха P (в барах); T – температура поступающего в цилиндры воздуха (в К); a, b, c – некоторые коэффициенты.

Аппроксимация по представленному выражению проводилась с помощью встроенной функции построения аппроксимирующих кривых в Microsoft Excel на основе графиков зависимостей удельного расхода топлива на выработку энергии от температуры воздуха на входе в цилиндры при заданных давлениях наддува и относительной мощ-

ности. Пример графического нахождения аппроксимирующей зависимости с указанием уравнения аппроксимирующей кривой для относительной мощности ДВС равной 0,3 и давления воздуха на входе в цилиндры равной 1,2 бар, представлен на рис. 4.

Далее полученные аппроксимирующие зависимости были использованы для построения блока внутри модели программного комплекса MatLab Simulink, позволявшего находить значения удельного расхода топлива при различных промежуточных по отношению к имевшимся точкам моделирования значениях давления наддува и относительной мощности двигателя для любых значений текущей мощности, давления наддувного воздуха и его температуры (а не по фиксированным значениям).

Для этого использовалась линейная интерполяция значений по полученным аппроксимирующим функциям по следующему алгоритму. Сначала определяется с помощью имеющихся в инструментарии программного комплекса блоков диапазон относительных мощностей двигателя в который попадали вводные данные в промежутке 0,1, как представлено на рис. 5.

Далее, после перехода в соответствующий выбранному диапазону нагрузок блок расчетов (Subsystem на рис. 5) внутри него аналогичным способом осуществляется выбор диапазона давлений воздуха на входе в цилиндры в диапазоне (разница между наибольшим, верхним, и наименьшим, нижним, значением) в промежутке 0,1 бар.

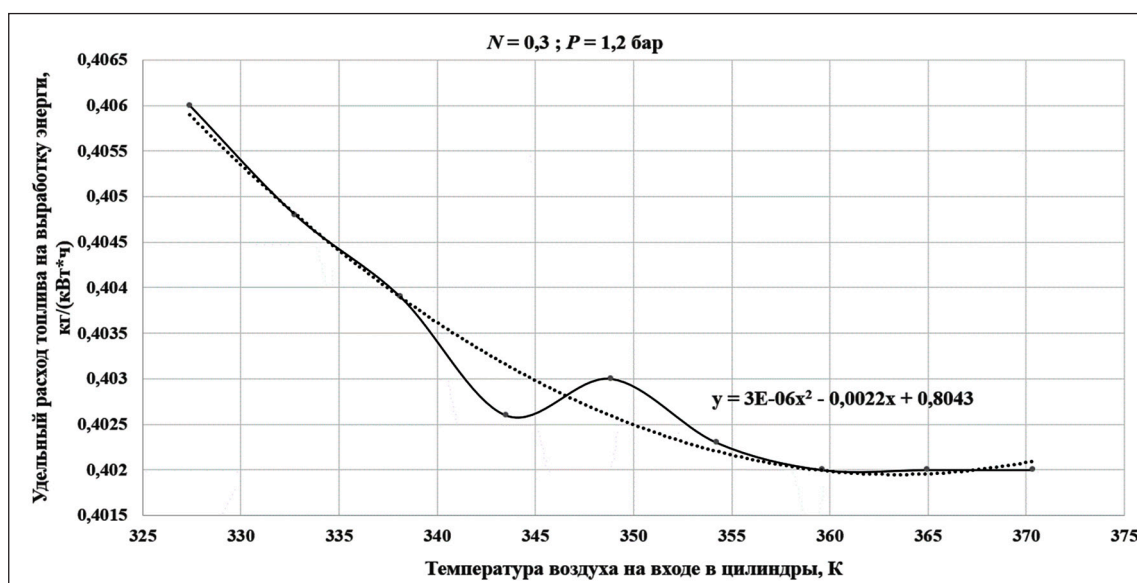


Рис. 4. Пример нахождения аппроксимирующей зависимости (графически)
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

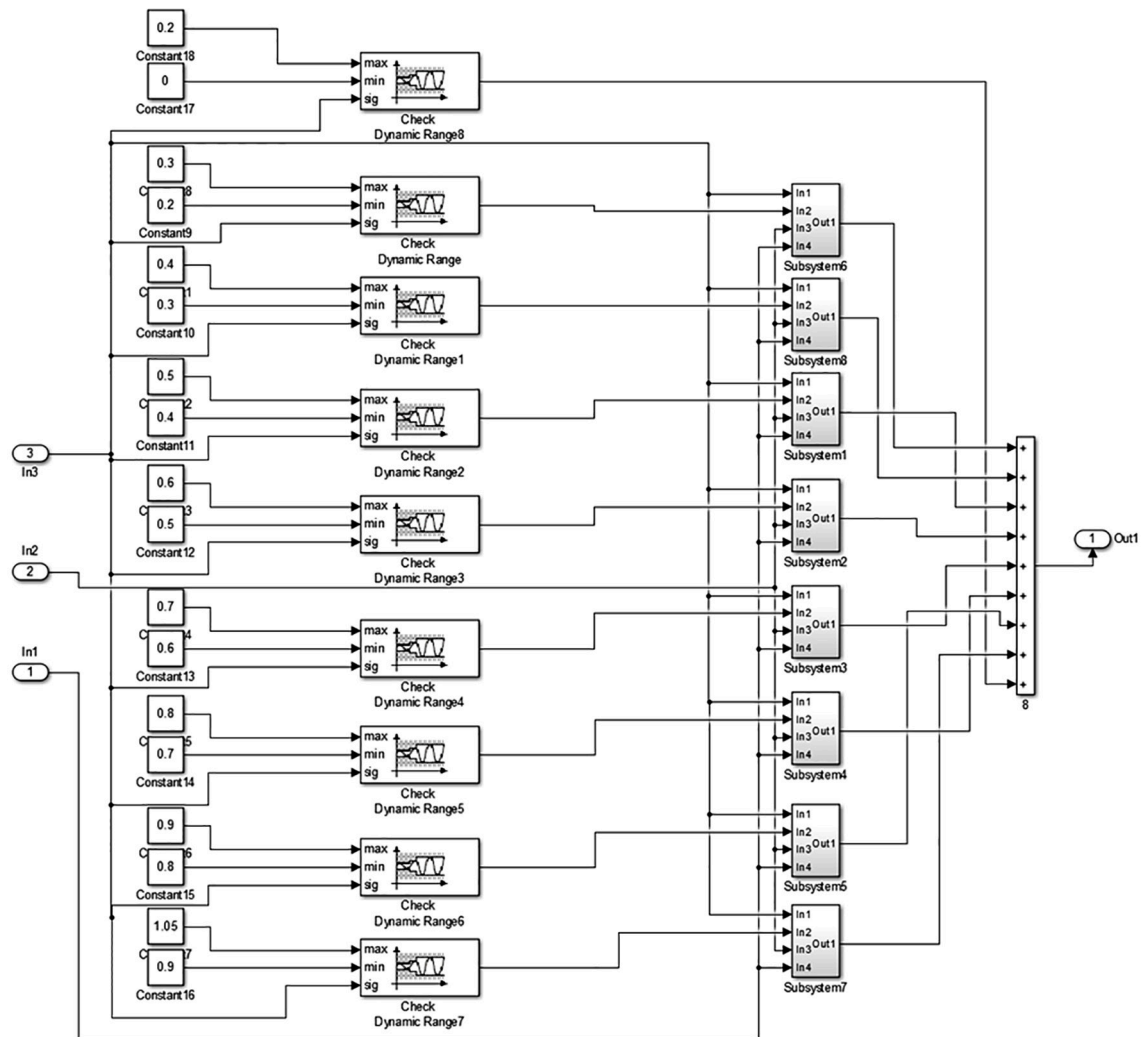


Рис. 5. Подсистема выбора диапазона мощности

Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

После этого производится вычисление значения удельного расхода топлива на выработку энергии для верхнего предела относительной мощности двигателя для верхнего и нижнего предела давлений по отдельности, после чего процедура повторяется и для нижнего предела относительной мощности по полученным ранее аппроксимирующим зависимостям. В каждом пределе мощности для верхнего и нижнего диапазона давления производится линейная интерполяция следующего вида:

$$\eta_{Nmax,T,P} = \left(a_{Pmax} T^2 + b_{Pmax} T + c_{Pmax} \right) \cdot \left(1 - \frac{P_{max} - P_m}{0.1} \right) + \left(a_{Pmin} T^2 + b_{Pmin} T + c_{Pmin} \right) \cdot \left(1 - \frac{P_{min} - P_m}{0.1} \right) \text{ и}$$

$$\eta_{Nmin,T,P} = \left(a_{Pmax} T^2 + b_{Pmax} T + c_{Pmax} \right) \cdot \left(1 - \frac{P_{max} - P_m}{0.1} \right) + \left(a_{Pmin} T^2 + b_{Pmin} T + c_{Pmin} \right) \cdot \left(1 - \frac{P_{min} - P_m}{0.1} \right),$$

где $\eta_{Nmax,T,P}$ и $\eta_{Nmin,T,P}$ – удельные расходы топлива на выработку энергии для заданного значения текущего давления P_m , бар, текущей температуры T , К, для верхнего $Nmax$ и нижнего $Nmin$ значения диапазона относительной мощности соответственно; a_{Pmax} , b_{Pmax} , c_{Pmax} – коэффициенты аппроксимирующего уравнения для верхнего диапазона давления; a_{Pmin} , b_{Pmin} , c_{Pmin} – нижнего диапазона, P_m – задаваемое значение давления, для которого производится вычисление, бар; P_{max} – давление верхнего диапазона, бар.

Затем полученные значения удельного расхода топлива повторно интерполируются по диапазону мощностей по следующему выражению:

$$\eta_{N,T,P} = \eta_{Nmax,T,P} \cdot \left(1 - \frac{N_{max} - N_m}{0.1}\right) + \eta_{Nmin,T,P} \cdot \left(1 - \frac{N_{min} - N_m}{0.1}\right),$$

где $\eta_{N,T,P}$ – удельный расход топлива на выработку энергии для любого заданного значения относительной мощности двигателя N , температуры поступающего в цилиндры воздуха T , K и давления воздуха, поступающего в цилиндры P , бар; $\eta_{N_{max},T,P}$ – значения удельного расхода топлива, рассчитанные для верхнего диапазона относительной мощности по выражению выше; $\eta_{N_{min},T,P}$ – для нижнего диапазона; N_{max} – верхний диапазон относительной мощности; N_m – задаваемая относительная мощность.

Пример внутренней структуры расчетного блока в системе MatLab Simulink, выполняющий вышеуказанные вычисления для диапазона относительной мощности в 0,3–0,4, давления поступающего в цилиндры воздуха в диапазоне 1,2–1,3 бар, представлен на рис. 6.

Данный блок расчета удельного расхода топлива на выработку электроэнергии был включен в модель ДГУ, собранную из гото-

вых и тривиальных блоков математических преобразований Matlab Simulink, структура которой представлена на рис. 7.

В результате ключевым отличием полученной модели от ранее известных в литературных источниках является учет влияния параметров входящего в цилиндры двигателя воздуха на значения удельного расхода топлива, а не только от значения текущей относительной мощности.

Результаты исследования и их обсуждение

На основе полученной модели была проведена серия экспериментов, в которых путем варьирования параметров давления и температуры поступающего в цилиндры ДВС воздуха для широкого диапазона мощностных режимов были определены наиболее эффективные с точки зрения экономичности двигателя указанные параметры, а также значения удельных расходов топлива.

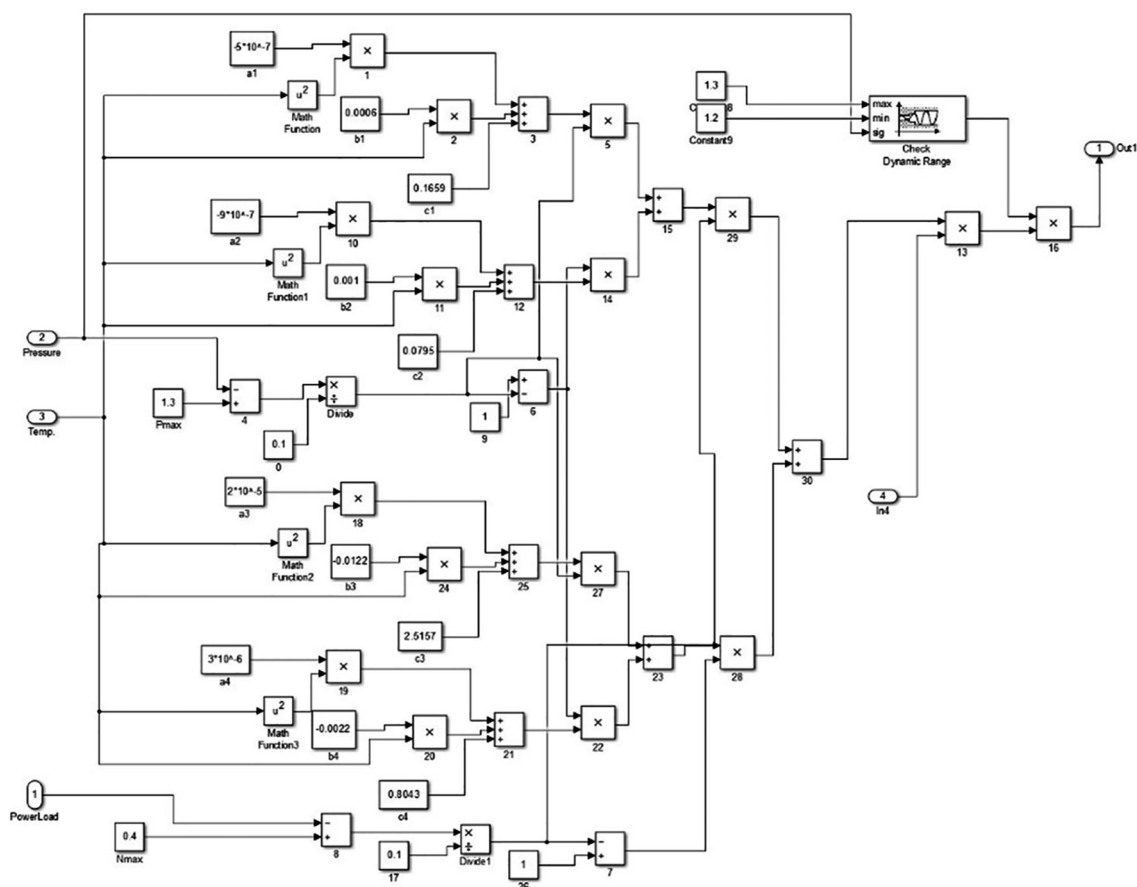


Рис. 6. Блок расчета удельного расхода топлива

Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

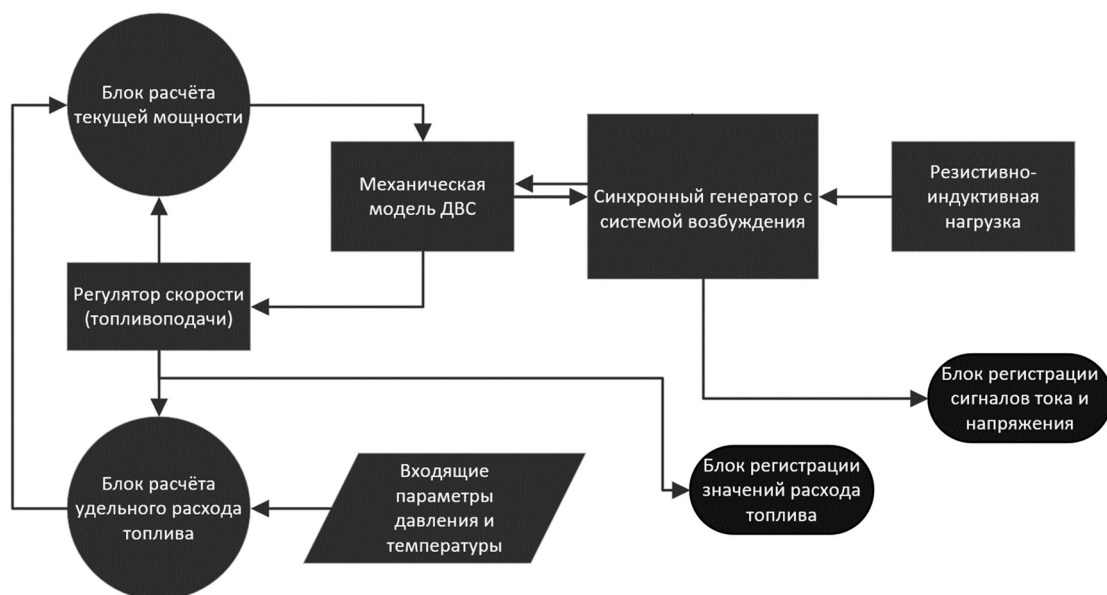


Рис. 7. Функциональная структура модели ДГУ

Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

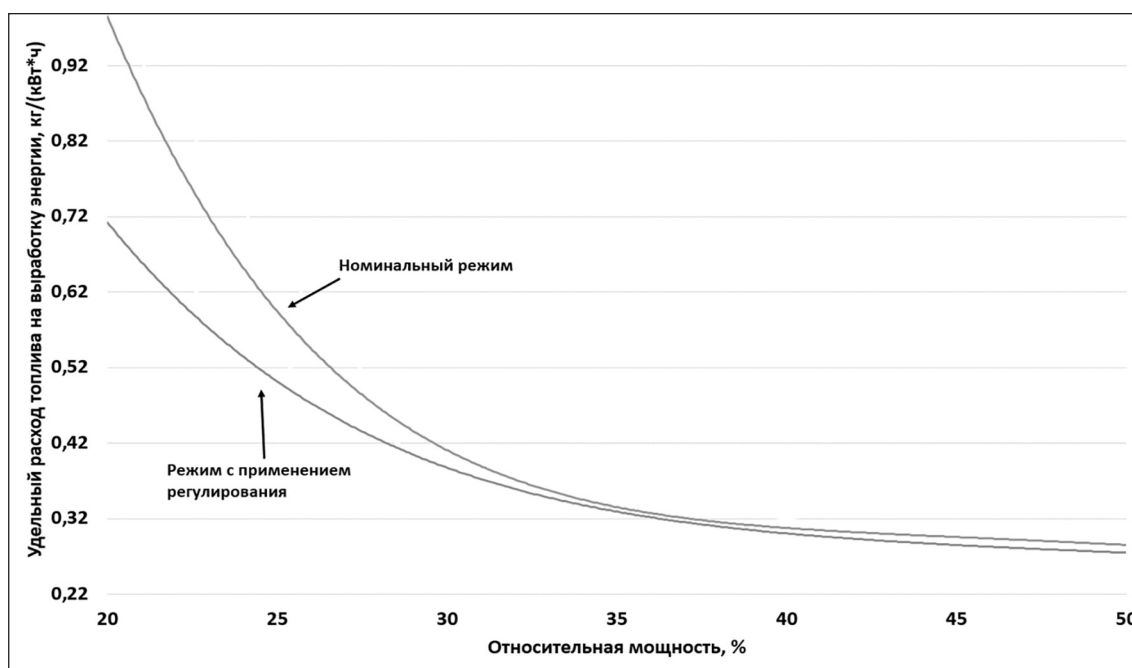


Рис. 8. Удельный расход топлива на выработку энергии на номинальном режиме и при применении регулирования

Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

Наилучшие достигаемые параметры при применении предложенного способа управления в сравнении с номинальными представлены на рис. 7.

Значения удельных расходов топлива на относительных мощностях более 50 % не показаны на рис. 7, так как разница в значениях расходов топлива при номинальном режиме

и с применением регулирования в данной области является незначительной, близкой к погрешности использовавшейся для расчетов модели (определяемой суммарной погрешностью аппроксимирующих функций и начальных данных для аппроксимации).

Как видно из рис. 8, заметный прирост эффективности работы ДВС при приме-

нии предложенного способа регулирования согласно результатам эксперимента наблюдается при снижении относительной мощности ДВС до 30 % и ниже, составляя в случае с 20 % нагрузки 27,7 % удельного расхода топлива относительно номинального режима.

Таким образом, результаты моделирования работы ДГУ показывают потенциальную существенную экономию топлива, которую можно достичь его применением для уже имеющихся в эксплуатации ДГУ путем модернизации газозооушного тракта ДВС в ее составе.

Заклучение

В ходе данной работы была рассмотрена потенциальная возможность применения нового способа управления ДГУ на основе изменения количества поступающего в ходе такта наполнения цилиндров свежего воздуха и его температуры. В результате моделирования работы ДГУ в системе MatLab Simulink с полученными на основе расчетных данных программного комплекса РК Дизель блоками вычисления удельного расхода топлива при различных параметрах входящего воздуха, было показано, что применение такого способа регулирования позволяет добиться существенной экономии топлива при работе ДГУ на режиме частичных нагрузок, достигающей 27,7 % при мощности в 20 % от номинальной.

Список литературы

1. Волчков Ю. Д., Босердт В. Ю. Электроснабжение удаленных от центров питания потребителей // *Агротехника и энергообеспечение*. 2018. № 1 (18). С. 20–25. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektrosnabzhenie-udalennykh-ot-tsentrov-pitaniya-potrebitелей> (дата обращения: 28.01.2026).
2. Атаев З. А. Территориальная организация энергосистемы Чукотского автономного округа // *Региональные геосистемы*. 2024. Т. 48. № 1. С. 5–17. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/territorialnaya-organizatsiya-energосистемы-чукотского-автономного-округа> (дата обращения: 28.01.2026). DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-1-5-17.
3. Селиванов К. В. Анализ способов малого распределенного электроснабжения // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2017. № 1–4 (55). С. 107–110. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sposobov-malogo-raspredeleenogo-elektrosnabzheniya> (дата обращения: 28.01.2026). DOI: 10.23670/IRJ.2017.55.173.
4. Пухов А. А., Гринкруг М. С. Возможный способ регулирования ДВС в составе ДГ на ДЭС для повышения эффективности выработки электроэнергии // *Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых ученых (г. Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 г.)*. В 4 ч. / Редакция А. В. Космынин (отв. ред.), А. В. Ахметова, Т. Н. Шелковникова, Н. А. Жалдак. Т. 1 Ч. 1. Комсомольск-на-Амуре: КнАГУ, 2022. С. 73–75. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49314056> (дата обращения: 28.01.2026). EDN: XGZUZZ.
5. Гринкруг Я. С. Управление режимами работы дизельных электростанций в автономных сетях электроснабжения: дис. ... канд. тех. наук. Комсомольск-на-Амуре, 2006. 170 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dslib.net/avtomatizatsiya-upravleniya/upravlenie-rezhimami-raboty-dizelnykh-elektrostancij-v-avtonomnykh-setjah.html> (дата обращения: 28.01.2026).
6. Новгородов Н. А., Гринкруг М. С., Ткачева Ю. И. Управление дизель-генераторами дизельных электростанций с учетом изменения нагрузки электростанции // *Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики*. 2014. № 1–2. С. 45–50. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21426538> (дата обращения: 28.01.2026). EDN: SAWUQD.
7. Лукутин Б. В., Муравлев И. О., Плотников И. А. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. 120 с. [Электронный ресурс]. URL: https://portal.tpu.ru/departments/kafedra/essp/literatura/Tab2/Lukutin_S_elsnab.pdf (дата обращения: 28.01.2026).
8. Гринкруг М. С., Пухов А. А. Существующие способы регулирования работы двигателей дизель-генераторов и возможные пути их совершенствования // *Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета*. 2022. № 7 (63). С. 41–51. URL: [https://www.uzknastu.ru/api/proxy-docs?bucket=uzdocs&key=archive%2F2022%262F%D0%A3%D0%97%D0%A2%D0%95%D0%A5%20VII%20\(63\).pdf&inline=true](https://www.uzknastu.ru/api/proxy-docs?bucket=uzdocs&key=archive%2F2022%262F%D0%A3%D0%97%D0%A2%D0%95%D0%A5%20VII%20(63).pdf&inline=true) (дата обращения: 28.01.2026). DOI: 10.17084/20764359-2022-63-41.
9. Zhang M., Derafshzan S., Richter M., Lundgren M. Effects of different injection strategies on ignition and combustion characteristics in an optical PPC engine // *Energy*. 2020. Т. 203. P. 117901. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544220310082> (дата обращения: 28.01.2026). DOI: 10.1016/j.energy.2020.117901.
10. Hua J., Zhou L., Gao Q., Feng Z., Wei H. Influence of pre-chamber structure and injection parameters on engine performance and combustion characteristics in a turbulent jet ignition (TJI) engine // *Fuel*. 2021. Т. 283. P. 119236. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016236120322328> (дата обращения: 28.01.2026). DOI: 10.1016/j.fuel.2020.119236.
11. Пейсахович В. Я. Особенности развития и функционирования малой энергетики (доклад) // *УРАН Институт народнохозяйственного прогнозирования. Открытый семинар «Экономические проблемы энергетического комплекса» (семинар А. С. Некрасова)*. 2011. Т. 123. С. 6–39. URL: <https://ecfor.ru/wp-content/uploads/seminar/energo/z123.pdf> (дата обращения: 28.01.2026).
12. Bari S., Esmail M. M. Effect of H₂/O₂ addition in increasing the thermal efficiency of a diesel engine // *Fuel*. 2010. Т. 89. Is. 2. P. 378–383. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016236109003974?via%3Dihub> (дата обращения: 28.01.2026). DOI: 10.1016/j.fuel.2009.08.030.
13. Dahham R. Y., Wei H., Pan J. Improving Thermal Efficiency of Internal Combustion Engines: Recent Progress and Remaining Challenges // *Energies*. 2022. 15. P. 6222. URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/15/17/6222> (дата обращения: 28.01.2026). DOI: 10.3390/en15176222.
14. Патент № 2839299 Российская Федерация, МПК F02M 31/04 (2025.01); F02D 9/02 (2025.01); F02D 2009/0225 (2025.01). Способ повышения эффективности работы двигателя внутреннего сгорания при его работе на частичных нагрузочных режимах: № 2839299 : заявл. 12.07.2025, опубл. 29.04.2025 / Пухов А. А., Гринкруг М. С.; заявитель ФГБОУ ВО «КнАГУ». // Google Patents. [Электронный ресурс]. URL: <https://patents.google.com/patent/RU2839299C1/en?q=RU+2839299> (дата обращения: 28.01.2026).
15. Кулешов А. С., Грехов Л. В. Математическое моделирование и компьютерная оптимизация топливоподачи и рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания. М.: Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет). 2000. 64 с. [Электронный ресурс]. URL: https://fuel-bmstu.ru/wp-content/uploads/2018/05_Математическое-моделирование-и-компьютерная-оптимизация.pdf (дата обращения: 28.01.2026). ISBN 5-7038-1452-9.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.



КОНЦЕПЦИЯ АППАРАТНОГО УСКОРЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ КОМБИНАТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Тырышкин С. Ю.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный технический университет имени И. И. Ползунова», Барнаул,
Российская Федерация, e-mail: service.vip-spe@yandex.ru*

Новые вычислительные парадигмы привлекают значительное внимание в условиях экспоненциального роста требований к обработке информации. Значительная часть прикладных задач относится к классу NP-трудных, что существенно осложняет получение оптимальных решений с использованием традиционных архитектур. Цель исследования – исследование особенностей и разработка эффективных способов аппаратного ускорения для повышения производительности и снижения временных затрат при решении задач комбинаторной оптимизации в автоматизированных системах управления технологическими процессами. В исследовании использованы модели типовых задач комбинаторной оптимизации в автоматизированных системах управления технологическими процессами с дискретными ограничениями и жесткими временными требованиями. Методология включает системный анализ вычислительных процессов, сравнение последовательной программной реализации алгоритмов с аппаратным ускорением и оценку временной эффективности через математическое моделирование и анализ параллельных архитектур. В статье разработана структурно-функциональная организация гетерогенной вычислительной системы, реализующая физическую декомпозицию задач управления и потокового комбинаторного поиска на базе специализированного аппаратного ускорителя. Предложена математическая модель вычислительного конвейера, подтверждающая достижение детерминированного времени реакции и кратное снижение латентности за счет параллельной аппаратной фильтрации недопустимых вариантов решений. Предложенное решение создает концептуальный базис для унификации аппаратных ускорителей в составе перспективных автоматизированных систем управления технологическими процессами, открывая возможности для внедрения интеллектуальных методов управления в критически важные отрасли промышленности.

Ключевые слова: комбинаторная оптимизация, ускорение, отжиг, данные, требования, точность, скорость, параллельная архитектура, вычисления

Благодарности: Автор благодарит ООО «НИИ Кибернетики Сибири» за оказанную техническую поддержку.

CONCEPT OF HARDWARE ACCELERATION IN SOLVING COMBINATORIAL OPTIMISATION PROBLEMS IN AUTOMATED PROCESS CONTROL SYSTEMS

Tyryshkin S. Yu.

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Altai State Technical University named after I. I. Polzunov”,
Barnaul, Russian Federation, e-mail: service.vip-spe@yandex.ru*

New computational paradigms attract substantial attention given the exponential increase in demands for information processing. A large proportion of practical problems belongs to the class of NP-hard ones, significantly complicating the attainment of optimal solutions when using conventional architectural approaches. The research objective is to explore specific characteristics and develop effective techniques for hardware acceleration aimed at enhancing performance and reducing execution times during the resolution of combinatorial optimization problems within automated industrial process control systems. Materials and Methods: The study employs models of typical combinatorial optimization problems encountered in automated process control systems under conditions of discrete constraints and rigid temporal requirements. Methodology encompasses systemic analysis of computational processes, comparative evaluation between sequential programmatic implementations of algorithms and hardware-accelerated variants, as well as assessing time-efficiency via mathematical modeling and examination of parallel architectures. The paper introduces a structurally functional organization of a heterogeneous computing system implementing physical task decomposition and streaming combinatorial search based on specialized hardware accelerators. It proposes a mathematical model of a computational pipeline verifying determinate reaction time and drastic latency reduction achieved by means of parallel hardware filtering of invalid solution candidates. This solution provides a conceptual foundation for standardizing hardware accelerators in advanced automated process control systems, thereby enabling the integration of intelligent management methodologies into critically important industrial sectors.

Keywords: combinatorial optimisation, acceleration, annealing, data, requirements, accuracy, speed, parallel architecture, computing

Acknowledgements: The author thanks the Research LLC “NII Cybernetics of Siberia” for the technical support provided.

Введение

Задачи комбинаторной оптимизации широко применяются в различных прикладных областях, таких как логистика, распределение ресурсов, проектирование коммуникационных сетей, финансовые и транспортные системы, а также вопросы вычислительной химии и фармакологии. Значительная часть этих проблемных аспектов относится к классу NP-трудных [1]. Как демонстрируют данные, приведенные в табл. 1, применение традиционных вычислительных архитектур на базе универсальных микропроцессоров (CPU) становится ограничивающим фактором при решении таких задач в реальном времени. Для целей оперативного управления, где период дискретизации составляет миллисекунды (например, управление быстропротекающими электромеханическими процессами или MPC-регулирование с дискретными ограничениями), время поиска оптимального решения на CPU многократно превышает допустимое критическое время цикла [2]. При увеличении времени вычисления управляющего воздействия в системе возникает дополнительная задержка формирования окончательного решения. В замкнутом контуре это приводит к ухудшению динамических свойств системы и снижению запасов устойчивости, а при превышении допустимых значений может вызвать нарушение технологического режима.

Как известно, решение задач комбинаторной оптимизации с помощью цифровых компьютеров, основанных на архитектуре фон Неймана, сопряжено с трудностями, учитывая экспоненциальный рост требуемых ресурсов в отношении вычислительной мощности и задержки по мере увеличения масштаба задач [3, 4]. Поэтому существует острая необходимость в изучении новых аппаратных конструкций с альтернативными архитектурами и алгоритмами, которые позволяют эффективно преодолеть отмеченные проблемы.

Таким образом, изучение возможностей использования различных ускорителей, которые могут стать мощной основой для эффективного моделирования и решения широкого спектра задач оптимизации с переменными параметрами, является актуальным направлением научного поиска, которое и обусловило выбор темы данной статьи.

Особенности применения ускорителей на основе машин Изинга для эффективного поиска решений сложных оптимизационных задач с использованием различных технологий и аппаратных архитектур, включая квантовый отжиг со сверхпроводящими кубитами, классический отжиг в мемристоре, когерентные машины Изинга с оптическим осциллятором, рассматривают М. А. Аханова, С. В. Овчинникова, Н. В. Терехова [5], С. Л. Подвальный, Е. М. Васильев [6], Bruno Silva, Luiz Guerreiro Lopes [7].

Таблица 1

Сравнительный анализ временной эффективности решения задач комбинаторной оптимизации в контуре управления АСУ ТП

Тип задачи в АСУ ТП	Характеристика пространства поиска (N)	Критическое время цикла управления	Время решения на CPU (Intel i7/ Xeon),	Время решения на ускорителе (FPGA/ ASIC)	Коэффициент ускорения	Статус (CPU)
MPC-управление с дискретными ограничениями	20–30 бинарных переменных	≤ 10 мс	150÷300 мс	0,5÷1,2 мс	250	Срыв цикла
Планирование загрузки агрегатов	50–100 технологических единиц	≤ 1 с	15÷45 с	0,08÷0,2 с	200	Недопустимая задержка
Маршрутизация транспортных потоков	30–50 узлов графа (транспортная сеть цеха)	≤ 100 мс	1,5÷5,0 с	5÷15 мс	300	Остановка линии
Динамическая балансировка энергоресурсов	200+ узлов нагрузки	≤ 5 с	> 5 мин	0,8÷1,5 с	> 300	Потеря устойчивости

Примечание: составлена автором на основе сравнительного анализа технической документации Intel FPGA (Altera) и AMD Xilinx, аналитических отчетов IEEE Industrial Electronics Society, а также материалов Gartner “Hype Cycle for Real-Time Infrastructure” и International Energy Agency (IEA) “Digitalization and Energy”

Типы задач комбинаторной оптимизации, которые могут быть решены с помощью аппаратного обеспечения квантового отжига, а также сравнение его эффективности с широким спектром эвристических алгоритмов детально описывают Jiangwei Shang, Zhan Zhang, Kun Zhang, Chuanyou Li, Lei Qian, Hongwei Liu [8], А. И. Лоскутов, В. А. Клыков, А. В. Столяров, Ю. В. Перелыгин [9], Н. Р. Трошкин, Т. И. Вишневская [10].

Над разработкой многоуровневой таксономии аппаратных ускорителей, которая учитывает общие аспекты, связь с хостом, архитектуру и программные характеристики, трудятся А. П. Солодовников, А. Л. Переверзев, А. М. Силантьев [11], Sheng-Yao Wu, Yan-Qi Song, Run-Ze Li, Su-Juan Qin, Qiao-Yan Wen, Fei Gao [12], Ehsan Ali [13].

Несмотря на достигнутые результаты, существенной проблемой остается обеспечение устойчивой работы замкнутых систем управления при использовании аппаратно ускоренных вычислений в условиях изменяющихся ограничений и параметров технологического процесса. Также требует дальнейшего исследования унификация аппаратных решений с типовыми архитектурами АСУ ТП.

Цель исследования – разработать гетерогенную архитектуру специализированного аппаратного ускорителя, объединяющую гибкость программного управления и быстродействие аппаратной логики, для улучшения производительности и сокращения временных затрат при решении задач комбинаторной оптимизации в АСУ ТП.

Материалы и методы исследования

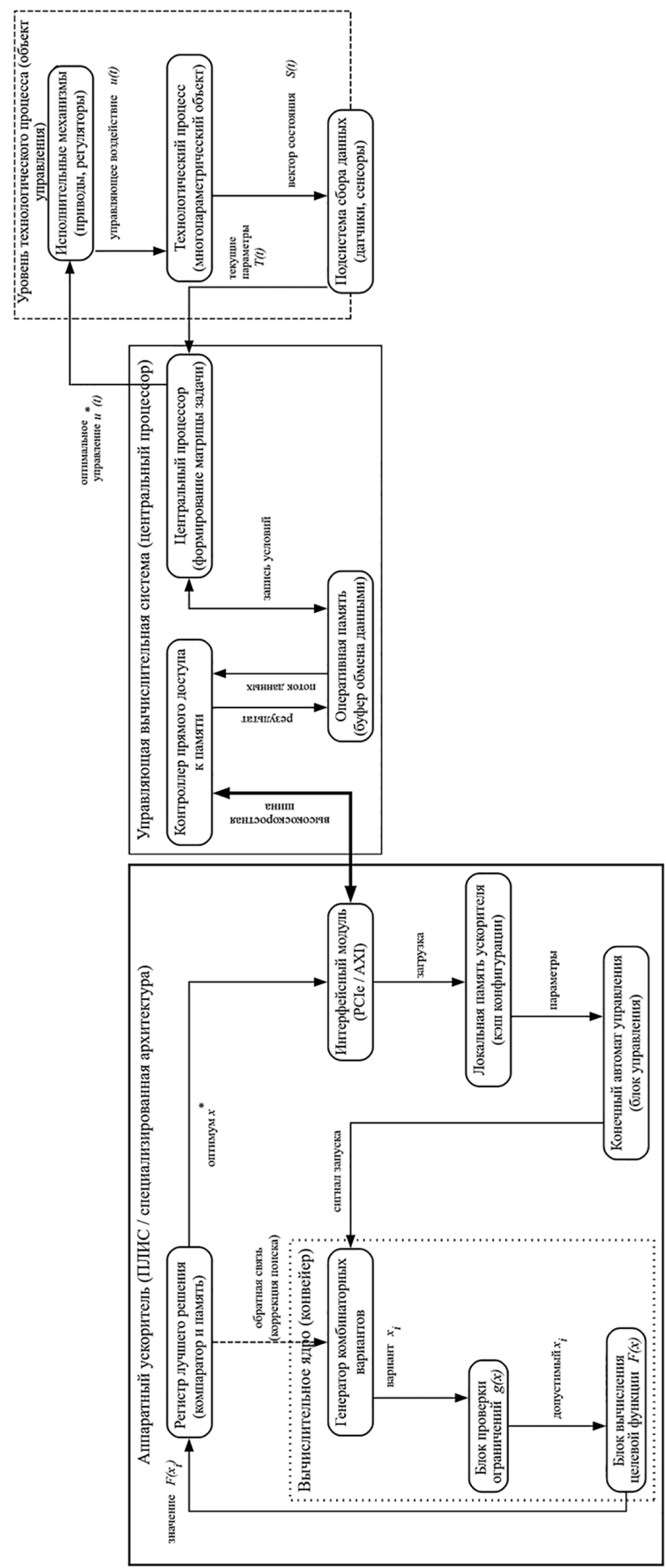
В качестве материалов исследования использовались модели типовых задач комбинаторной оптимизации, возникающих в контурах управления АСУ ТП, включая задачи управления с дискретными ограничениями, планирования загрузки оборудования, маршрутизации и распределения ресурсов. Методологической основой исследования является системный анализ вычислительных процессов, реализуемых в контуре управления АСУ ТП, с последующим сопоставлением последовательной программной реализации алгоритмов комбинаторной оптимизации на универсальных микропроцессорных архитектурах и специализированной аппаратной реализации на основе ускорителей. В работе применяется метод структурно-функциональной декомпозиции, позволяющий разделить задачи верхнего уровня (постановка оптимизационной задачи, формирование критериев и ограничений) и задачи нижнего уровня, связанные с перебором дискретного множества решений и поиском глобального оптимума.

Результаты исследования и их обсуждение

Аппаратный ускоритель в научно-экспертной литературе определяется как отдельная архитектурная подструктура, которая спроектирована с использованием другого набора целей, чем базовый процессор, где эти цели вытекают из потребностей особого класса приложений [14]. В то же время отмечается, что аппаратный ускоритель не предназначен для замены базового процессора: ЦП в системе по-прежнему необходим для выполнения задач ОС и координации выполнения на самом ускорителе [15].

Вместе с тем анализ существующих архитектурных решений показывает, что прямое использование универсальных ускорителей или квантовых вычислителей в промышленных контурах управления затруднено из-за высоких накладных расходов на интерфейсное взаимодействие и отсутствия гарантий детерминированного времени отклика. Для эффективного решения задач комбинаторной оптимизации в условиях реального времени требуется не просто повышение тактовой частоты вычислений, а глубокая структурная интеграция логики перебора с потоками данных системы управления. Необходимо обеспечить такую организацию вычислительного процесса, при которой латентность передачи данных между управляющим контроллером и ядром оптимизации была бы минимизирована, а процесс проверки ограничений выполнялся бы аппаратно, параллельно с генерацией вариантов. Реализация данного подхода предопределяет необходимость синтеза оригинальной гетерогенной архитектуры, объединяющей гибкость программного управления и быстродействие аппаратной логики. Авторский подход к решению данной задачи представлен на рисунке.

Изображенная на рисунке структурно-функциональная схема иллюстрирует концепцию построения гетерогенной вычислительной системы, спроектированной для реализации методов аппаратного ускорения при решении NP-трудных задач комбинаторной оптимизации в контурах управления технологическими объектами. Основополагающим принципом данной архитектуры является физическая декомпозиция вычислительного процесса, при которой рутинные операции перебора дискретного множества вариантов, составляющие суть комбинаторной задачи, делегируются специализированному аппаратному ускорителю, в то время как задачи верхнего уровня по формированию критериев оптимизации остаются за универсальным процессором.



Структурно-функциональная схема системы управления с аппаратным ускорителем для решения задач комбинаторной оптимизации
Примечание: составлен автором по результатам исследования

Правый сегмент схемы, описывающий уровень технологического процесса, представляет собой источник данных для задачи оптимизации. Многопараметрический объект управления характеризуется непрерывной динамикой, однако управляющие воздействия формируются на основе дискретного выбора из конечного множества альтернатив, что и порождает задачу комбинаторной оптимизации. Подсистема сбора данных осуществляет формирование вектора состояния, который определяет начальные условия для запуска процедуры оптимизации. Исполнительные механизмы, являясь конечными получателями результата, реализуют физическое переключение режимов работы оборудования на основе найденного оптимального комбинаторного решения.

Центральный сегмент схемы – управляющая вычислительная система – выполняет функцию подготовки задачи к аппаратному ускорению. Центральный процессор в данной архитектуре не занимается непосредственным решением комбинаторной задачи, что позволяет избежать экспоненциального роста времени вычислений. Вместо этого он формулирует математическую модель задачи: рассчитывает коэффициенты целевой функции и определяет границы допустимой области. Ключевым элементом, обеспечивающим эффективность ускорения, является контроллер прямого доступа к памяти (DMA). Он организует высокоскоростной поток данных с параметрами задачи в интерфейс ускорителя, минимизируя коммуникационные задержки, которые могли бы нивелировать выигрыш от аппаратной реализации вычислений.

Для систематизации предложенного подхода к разделению вычислительной нагрузки и обоснования преимуществ гетерогенной

архитектуры, основные функции и характеристики подсистем сведены в табл. 2.

Аппаратный ускоритель является ядром системы, реализующим потоковый метод решения задачи комбинаторной оптимизации. Интерфейсный модуль обеспечивает загрузку конфигурации задачи в локальную память, выполняющую роль сверхбыстрого кэша. Конечный автомат управления синхронизирует работу вычислительного конвейера, обеспечивая темп поступления данных, необходимый для поддержания максимальной производительности. Вычислительное ядро ускорителя структурно повторяет логику алгоритма комбинаторного поиска, но реализует ее на аппаратном уровне с использованием пространственного параллелизма. Блок «Генератор комбинаторных вариантов» аппаратно реализует сканирование дискретного пространства решений (пространства поиска), формируя на каждом такте новый вектор-кандидат. Это дает возможность заменить программные циклы перебора на аппаратную генерацию, что является первым фактором ускорения.

Вторым и ключевым фактором аппаратного ускорения является блок проверки ограничений. В задачах комбинаторной оптимизации проверка допустимости решения часто занимает значительное время. В предложенной схеме этот блок функционирует как аппаратный фильтр, отсеивающий недопустимые комбинаторные варианты за один такт тактовой частоты, не пропуская их на этап вычисления целевой функции. Это позволяет радикально сократить вычислительную сложность задачи за счет раннего отсеивания ветвей перебора. Блок вычисления целевой функции производит оценку качества только для валидных комбинаторных вариантов.

Таблица 2

Структурно-функциональная декомпозиция вычислительных процессов в гетерогенной системе

Структурный сегмент	Выполняемые функции (задачи)	Характер вычислений	Механизм реализации / фактор эффективности
Уровень объекта	Сбор данных ($S(t)$), исполнение управляющих воздействий	Непрерывное время, физическая динамика	Дискретизация параметров, физическое переключение режимов
Хост-система	Постановка задачи: расчет матриц критерия (H, f), обновление ограничений (G, h)	Последовательная обработка, плавающая точка	Использование DMA для прямого доступа к памяти ускорителя (разгрузка CPU)
Аппаратный ускоритель	Генерация вариантов $u \in D$, проверка ограничений, поиск глобального минимума	Массово-параллельная потоковая обработка	1. Аппаратная генерация вместо циклов. 2. Параллельная проверка ограничений за 1 такт. 3. Конвейерное вычисление целевой функции

Примечание: составлена автором на основе полученных данных в ходе исследования

Завершает процесс регистр лучшего решения, который аппаратно реализует операцию минимизации. Линия обратной связи от регистра к генератору позволяет внедрить эвристики (например, метод ветвей и границ), динамически сужая пространство поиска на основе текущего найденного оптимума, что является третьим фактором ускорения процесса комбинаторной оптимизации.

Теперь рассмотрим более подробно математическое описание решаемой задачи.

Итак, формализация процесса аппаратного ускорения базируется на сопоставлении временной сложности решения задачи комбинаторной оптимизации на универсальной и специализированной архитектурах. Предположим, что задача управления сводится к поиску вектора u из дискретного конечного множества D (комбинаторное множество), мощность которого $|D| = N$. Задача оптимизации формулируется как поиск

$$u^* = \operatorname{argmin}\{F(u) \in D, G(u) \leq 0\},$$

где $F(u)$ – целевая функция, а $G(u)$ – система ограничений.

В классической архитектуре (без ускорения) время решения задачи T_{seq} определяется последовательным выполнением операций генерации, проверки и вычисления для каждого из N вариантов. Если τ_{gen} , τ_{check} и τ_{calc} – время выполнения соответствующих операций в тактах процессора, то

$$T_{seq} = \sum_{i=1}^N (\tau_{gen} + \tau_{check} + \tau_{calc}).$$

Модель функционирования аппаратного ускорителя описывается системой разностных уравнений, характеризующих состоя-

ние конвейера. Генерация вариантов в ускорителе определяется оператором $\Psi(\tau, R_{\tau-1})$, который формирует вектор v_τ на каждом такте τ . Эффект аппаратного ускорения достигается за счет конвейеризации, где время обработки одного варианта амортизируется и стремится к единице, деленной на тактовую частоту f_{clk} и степень параллелизма P . Время решения задачи на ускорителе T_{acc} определяется формулой

$$T_{acc} = T_{setup} + \frac{N}{f_{clk} \cdot P} + \Lambda,$$

где T_{setup} – время инициализации, а Λ – латентность конвейера.

Математическая модель блока проверки ограничений вводит индикаторную функцию $\chi(v_\tau)$, которая принимает значение 1 для допустимых вариантов и 0 для недопустимых. Аппаратное ускорение здесь заключается в том, что вычисление $\chi(v_\tau)$ выполняется параллельно для всех ограничений за время $O(1)$, в то время как программная реализация требует $O(M)$ операций, где M – количество ограничений. Целевая функция

$$J_\tau = F(v_\tau) \cdot \chi(v_\tau) + \infty \cdot (1 - \chi(v_\tau)).$$

Это уравнение моделирует механизм аппаратной фильтрации: недопустимые варианты исключаются из процесса сравнения, не затрачивая ресурсы компаратора.

Коэффициент аппаратного ускорения S , являющийся ключевой метрикой эффективности системы для задач комбинаторной оптимизации, определяется пределом отношения времени выполнения:

$$S = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{T_{seq}}{T_{acc}} \approx \frac{N \cdot (\tau_{gen} + \tau_{check} + \tau_{calc})}{\frac{N}{f_{clk} \cdot P}} = (\tau_{gen} + \tau_{check} + \tau_{calc}) \cdot f_{clk} \cdot P.$$

Данное выражение доказывает, что предложенная архитектура обеспечивает линейный рост производительности пропорционально степени параллелизма P и тактовой частоте. Кроме того, использование обратной связи в генераторе позволяет уменьшить эффективное значение N до $N_{eff} \ll N$ за счет отсечения ветвей, что обеспечивает дополнительное ускорение комбинаторного поиска, недостижимое при последовательном программном переборе.

Время решения на ЦП определяется суммой элементарных операций для каждого из N вариантов. Сложность проверки L

ограничений составляет $O(L)$, вычисления квадратичной формы – $O(m^2)$.

$$T_{CPU} = N \cdot \left(\alpha \cdot \tau_{gen} + \beta \cdot L \cdot \tau_{check} + \gamma \cdot m^2 \cdot \tau_{mul_add} \right),$$

где α, β, γ – коэффициенты, зависящие от архитектуры набора команд (ISA).

Время решения на ускорителе определяется латентностью конвейера Λ (число ступеней) и пропускной способностью, зависящей от тактовой частоты f_{FPGA} и степени параллелизма P (количество параллельных вычислительных ядер). Благодаря конвейеризации и аппаратной параллельной проверке ограничений:

$$T_{FPGA} = T_{DMA} + \frac{N_{eff}}{f_{FPGA} \cdot P} + \frac{\Lambda}{f_{FPGA}},$$

где T_{DMA} – время инициализации транзакции прямого доступа к памяти.

Асимптотический коэффициент ускорения при $N \rightarrow \infty$ (для задач большой размерности) выражается пределом:

$$S = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{T_{CPU}}{T_{FPGA}} \approx \frac{(\beta L + \gamma m^2) \cdot \tau_{CPU_cycle} \cdot f_{FPGA} \cdot P}{C_{cycles}},$$

где C_{cycles} – среднее число циклов на результат в конвейере (в идеальном случае $C_{cycles} \rightarrow 1$).

Из полученного выражения следует, что коэффициент ускорения линейно зависит от числа ограничений L и квадратично от размерности вектора управления m . Это доказывает, что предложенная концепция аппаратного ускорения наиболее эффективна именно для сложных многопараметрических задач комбинаторной оптимизации с большим количеством технологических ограничений, где программная последовательная проверка вносит неприемлемые задержки в контур управления реального времени.

Закключение

В процессе исследования рассмотрены особенности использования аппаратного ускорения в задачах комбинаторной оптимизации в АСУ ТП.

Ключевым научным результатом работы является предложенная структурно-функциональная организация комплекса, в которой реализован принцип физической декомпозиции вычислительного процесса: рутинные операции перебора делегированы специализированному аппаратному ускорителю с конвейерной архитектурой, тогда как функции интеллектуальной поддержки и взаимодействия с оператором сохранены за хост-системой. Установлено, что такой подход устраняет стохастическую составляющую вычислительного запаздывания, обеспечивая детерминированность цикла управления и гарантируя устойчивость системы при высоких темпах дискретизации технологических процессов.

Также в статье разработана математическая модель функционирования аппаратного конвейера, которая формализует процессы параллельной аппаратной фильтрации недопустимых вариантов и динамического сужения пространства поиска через механизм обратной связи.

Список литературы

1. Тырышкин С. Ю. Теория комбинаторной оптимизации и задачи искусственного интеллекта // Автоматизация. Современные технологии. 2025. Т. 79. № 9. С. 416–420. DOI: 10.36652/0869-4931-2025-79-9-416-420.
2. Сохраби М., Фатхоллахи-Фард А. М., Громов В. А. Алгоритм генетической инженерии (GEA): эффективный метаэвристический алгоритм для решения задач комбинаторной оптимизации // Автоматика и телемеханика. 2024. № 3. С. 23–37. DOI: 10.31857/S0005231024030027.
3. Roberto Prado-Rodríguez, Patricia González, Julio R. Banga, Ramón Doallo Improved cooperative Ant Colony Optimization for the solution of binary combinatorial optimization applications // Expert Systems. 2024. Vol. 41. Is. 8. DOI: 10.1111/essy.13554.
4. Haixu Zhao, Dong Ding, Feng Wang, Pengcheng Hua, Ning Wang, Qin Wu, Zhilei Chai Hardware acceleration of number theoretic transform for zk-SNARK // Engineering Reports. 2023. DOI: 10.1002/eng2.12639.
5. Аханова М. А., Овчинникова С. В., Терехова Н. В. Критерии подобия динамических задач комбинаторной оптимизации // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2022. № 5. С. 41–45. DOI: 10.37882/2223-2966.2022.05.02.
6. Подвальный С. Л., Васильев Е. М. Матричная репликация в NP-полных задачах комбинаторной оптимизации // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2022. Т. 18. № 4. С. 7–14. DOI: 10.36622/VSTU.2022.18.4.001.
7. Bruno Silva, Luiz Guerreiro Lopes GPU Acceleration of the GWO Optimization Algorithm: Application to the Solution of Large Nonlinear Equation Systems // Concurrency and Computation: Practice and Experience. 2025. Vol. 37. Is. 6–8. DOI: 10.1002/cpe.70043.
8. Jiangwei Shang, Zhan Zhang, Kun Zhang, Chuanyou Li, Lei Qian, Hongwei Liu An algorithm/hardware co-optimized method to accelerate CNNs with compressed convolutional weights on FPGA // Concurrency and Computation: Practice and Experience. 2024. Vol. 36. Is.11. DOI: 10.1002/cpe.8011.
9. Лоскутов А. И., Клыкков В. А., Столяров А. В., Перельгин Ю. В. Алгоритмы синтеза минимальных программ испытаний бортовой аппаратуры с учетом требований к оперативности проведения испытаний с использованием методов комбинаторной оптимизации // Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2025. № 33. С. 99–113. EDN: YXDIVO.
10. Трошкин Н. Р., Вишневская Т. И. Метод выбора и распределения задач на основе методологии SCRUM с использованием популяционных алгоритмов // Образовательные ресурсы и технологии. 2025. № 3 (52). С. 83–95. DOI: 10.21777/2500-2112-2025-3-83-95.
11. Солодовников А. П., Переверзев А. Л., Силантьев А. М. Программно-аппаратный комплекс для ускорения функциональной верификации систем на кристалле // Известия высших учебных заведений. Электроника. 2023. Т. 28. № 4. С. 441–451. DOI: 10.24151/1561-5405-2023-28-4-441-451.
12. Sheng-Yao Wu, Yan-Qi Song, Run-Ze Li, Su-Juan Qin, Qiao-Yan Wen, Fei Gao Resource-Efficient Adaptive Variational Quantum Algorithm for Combinatorial Optimization Problems // Advanced Quantum Technologies. 2025. DOI: 10.1002/qute.202400484.
13. Ehsan Ali Innovative Hardware Accelerator Architecture for FPGA-Based General-Purpose RISC Microprocessors // Journal of Electrical and Computer Engineering. 2025. Vol. 2025. Is. 1. DOI: 10.1155/jece/6965638.
14. Ragodaya Deepthi Kadiyala, Deepti Kakarla, Nee-tu Chikyal Hybrid distributed online and alternating convex optimization-based initial value accelerated hybrid precoding for millimeter wave multiple-input-multiple-output // International Journal of Communication Systems. 2023. Vol. 37. Is. 3. DOI: 10.1002/dac.5660.
15. Ельцов В. Ю., Федотов А. М. Методы аппаратной реализации быстродействующего умножителя для искусственных нейронных сетей // Наука настоящего и будущего. 2024. Т. 1. С. 158–161. EDN: JRPQXIB.

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The author declares that there is no conflict of interest.

УДК 621.311:004.855.5
DOI

CC BY 4.0

АНАЛИЗ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ В КОНТЕКСТЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Угрюмов И. А., Царькова Н. И.

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Московский политехнический университет», Москва, Российская Федерация,
e-mail: ugrumov.i@yandex.ru*

Рост сложности современных электроэнергетических систем повышает требования к надежности и качеству электроснабжения. Существенную роль в решении данной задачи играет технология синхронизированных векторных измерений, позволяющая регистрировать параметры энергосистемы с высокой точностью, что приводит к формированию больших массивов измерительных данных и открывает возможности для их анализа и использования. Одним из ключевых показателей в работе энергосистемы является ее частота. Целью данной работы является анализ возможности прогнозирования частоты энергосистем разных классов при помощи машинного обучения. В работе исследуются данные частоты сетей разных классов напряжения за сутки: внутренней сети 220 В и высоковольтной линии 500 кВ единой энергетической системы России. Проводится предварительный анализ временных рядов, выявление особенностей их вариативности и спектрального состава, после чего выполняется краткосрочное прогнозирование в нескольких частотных диапазонах с применением методов различной сложности. Полученные метрики моделей согласуются с результатами предварительного анализа, что подтверждает его значимость. Показано, что методы машинного обучения способны эффективно выявлять закономерности во временных рядах и учитывать динамику сигнала, что позволяет использовать данные методы в качестве инструмента для мониторинга и поддержки принятия решений в управлении энергосистемой.

Ключевые слова: электроэнергетические системы, синхронизированные векторные измерения, прогнозирование временных рядов, машинное обучение, нейронные сети

ANALYSIS OF POWER SYSTEM MEASUREMENT DATA IN THE CONTEXT OF MACHINE LEARNING

Ugryumov I. A., Tsarkova N. I.

*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
“Moscow Polytechnic University”, Moscow, Russian Federation,
e-mail: ugrumov.i@yandex.ru*

The increasing complexity of modern power systems raises the requirements for the reliability and quality of electricity supply. A significant role in addressing this challenge is played by the technology of synchronized phasor measurements, which allows registering power system parameters with high accuracy, resulting in large volumes of measurement data and enabling their analysis and utilization. One of the key indicators of power system operation is its frequency. The aim of this study is to analyze the possibility of forecasting the frequency of power systems of different classes using machine learning. The work examines daily frequency signals from networks of different voltage classes: the 220 V internal network and the 500 kV high-voltage line of the Russian Unified Energy System. A preliminary analysis of the time series is conducted, identifying features of their variability and spectral composition, followed by short-term forecasting in various frequency ranges using methods of different complexity. The obtained model metrics are consistent with the results of the preliminary analysis, confirming its significance. It is shown that machine learning methods can effectively capture patterns in time series and account for signal dynamics, making these methods a useful tool for monitoring and supporting decision-making in power system management.

Keywords: power systems, synchronized phasor measurements, time series forecasting, machine learning, neural networks

Введение

Производство, передача и распределение электрической энергии осуществляется в электроэнергетических системах, представляющих собой сложные технические объекты, функционирующие в условиях непрерывно изменяющихся режимов работы. Современные электроэнергетические системы характеризуются ростом структурной и режимной сложности, увеличивается доля распределенной генерации и возобновляемых источников энергии, повышаются требования к надежности и качеству

электроснабжения. В этих условиях особое значение приобретает точная регистрация параметров режима энергосистемы. Одной из ключевых технологий для решения этой задачи являются синхронизированные векторные измерения (СВИ) [1, с. 14–16] и устройства (УСВИ), построенные на ее основе. Данные СВИ представляют собой совокупность векторных (амплитуда и фаза) и скалярных параметров, измеренных в едином дискретном времени. Сбор и агрегация данных УСВИ производится в системе мониторинга переходных режимов (СМПР).

На сегодняшний день СМПП единой энергетической системы (ЕЭС) России включает в себя более тысячи УСВИ, что открывает широкие возможности для исследования больших массивов архивных данных с применением методов машинного обучения [2].

На основе данных СВИ решается широкий круг прикладных задач. К ним относятся мониторинг переходной устойчивости [3] и выявление скрытых аномалий [4]. Активно исследуется поиск низкочастотных колебаний (НЧК) [5; 6]. В [7; 8] рассматривается прогнозирование состояния энергосистемы. Особый практический интерес представляет задача прогнозирования частоты энергосистемы на различных временных горизонтах [9]. В [10] выполняется прогнозирование по некоторым метрикам на дальности в несколько секунд. В [11] рассмотрено прогнозирование на дальности до одного часа с учетом дневных циклов. Восстановление пропущенных фрагментов сигнала описано в [12]. Частота энергосистемы напрямую отражает баланс между генерируемой и потребляемой электроэнергией, она играет ключевую роль в эффективном управлении и защите системы, оценки ее устойчивости и поддержки принятия решений.

Для прогнозирования временных рядов традиционно применяются классические статистические и аналитические методы, такие как линейная регрессия, авторегрессионные модели (ARIMA) [13], спектральные методы и методы продолжения гармонических составляющих. Данные подходы обладают достаточно низкой вычислительной сложностью и хорошей интерпретируемостью, однако их применимость ограничена предположениями о стационарности сигналов и линейности динамики, что не всегда соответствует реальным режимам работы энергосистемы.

В последние годы все более широкое распространение получают методы машинного обучения, в частности нейронные сети, способные учитывать нелинейные и нестационарные зависимости. Для прогнозирования временных рядов применяются сверточные нейронные сети (CNN), рекуррентные архитектуры, включая LSTM [14] и GRU, а также гибридные модели, сочетающие преимущества различных подходов. Данные модели позволяют учитывать сложную динамику частоты, влияющие инерционных и регуляторных свойств энергосистемы.

Ключевым этапом построения эффективных моделей прогнозирования временных рядов является предварительный анализ и преобработка исходных данных

[15, с. 15–16]. Анализ временных рядов позволяет оценить применимость разрабатываемых моделей машинного обучения к сигналам, а также обеспечить их обобщающую способность. Кроме того, результаты данного этапа важны для последующей валидации метрик точности модели.

Цель исследования – анализ возможности прогнозирования частоты энергосистем разных классов при помощи машинного обучения. Дополнительно проводится краткосрочное прогнозирование в нескольких частотных диапазонах с применением методов различной сложности.

Материалы и методы исследования

В качестве исходных данных рассмотрены суточные сигналы частоты энергосистемы, полученные от УСВИ с двух классов напряжения: внутренней сети офиса (220 В) и высоковольтной линии 500 кВ ЕЭС России, подробно рассмотренной в [10]. Сигналы регистрировались с частотой дискретизации 50 Гц, что соответствует шагу по времени 20 мс (50 измерений в секунду). Длина каждого временного ряда составляет около 4,3 млн отсчетов.

Для анализа были использованы следующие методы: фазовые портреты в разных частотных диапазонах, позволяющие оценить динамическое поведение сигналов; гистограммы плотности распределения для количественной характеристики амплитудной вариативности; амплитудный спектр и спектральная плотность мощности (PSD) для выявления частотного состава и распределения энергии по спектру; стандартное отклонение для оценки вариативности.

Прогнозирование выполнялось с использованием трех подходов различной сложности. В качестве базового метода применялся PREV, в котором прогнозным значением принималось последнее значение входного окна. Метод линейной регрессии (LR) использовался как наиболее распространенный подход для моделирования линейной зависимости между предыдущими значениями сигнала и прогнозным значением. В качестве модели машинного обучения применялась рекуррентная нейронная сеть LSTM. Модель включала в себя два слоя, размерностью 64 и 32 нейрона соответственно. Обучение проводилось на пяти итерациях по исходному набору данных, в качестве функции потерь использовалась метрика MAE.

На рис. 1 представлена схема обучения моделей. Прогнозирование выполнялось для трендовой составляющей (область до 0,1 Гц), области НЧК (от 0,1 до 5 Гц) и диапазона до 5 Гц.

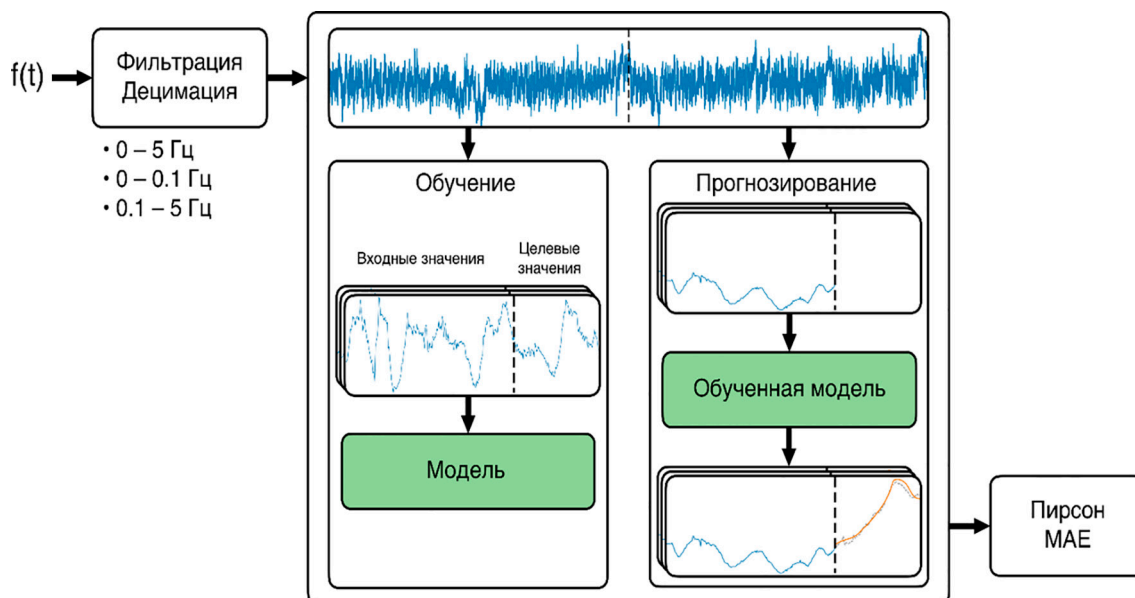


Рис. 1. Схема обучения модели

Примечание: составлен авторами на основе источника [10]

Для ускорения вычислений после фильтрации была проведена децимация сигнала. Коэффициент децимации вычислялся по следующей формуле:

$$d = \text{round}\left(\frac{r}{2f_c}\right),$$

где r – частоты дискретизации исходного сигнала, f_c – верхняя частота полосы пропускания.

Дальность прогноза в секундах определена как

$$t_p = \frac{dn}{r} = \frac{n}{2f_c},$$

где n – дальность прогноза, выражаемая в количестве точек.

На первой половине исходного набора данных проводилось обучение модели, на второй – оценка ее точности. На вход модели подавались фрагменты сигнала длительностью 50 с, модель возвращала прогноз на 10 с вперед. Фрагменты формировались с шагом в 5 кадров, что обеспечивало компромисс между объемом и информативностью выборки.

В качестве метрик для оценивания качества моделей использовались метрики Mean Absolute Error (MAE) и коэффициент корреляции Пирсона. Метрика MAE устойчива к выбросам и удобна для интерпретации в исходных единицах данных.

Формула для вычисления MAE:

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - x_i|}{n},$$

где y_i – спрогнозированное значение, x_i – истинное значение, i – индекс наблюдения, n – размер выборки. Коэффициент корреляции Пирсона позволяет оценить согласованность прогнозных значений с истинными и отражает способность модели улавливать тренд и линейную зависимость между переменными. Он определяется как

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

где x_i – истинное значение сигнала, y_i – спрогнозированное значение, $\bar{x}$ и $\bar{y}$ – средние значения x и y соответственно, n – размер выборки.

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 2 представлены сигналы линии 500 кВ (красный цвет) и сети 220 В (зеленый цвет) в различных частотных областях. В первой колонке приведены исходные сигналы, во второй – сигналы в области НЧК, в последней колонке – трендовая составляющая. В первой строке показаны сигналы во времени, во второй – их фазовые портреты. На оси ординат фазовой плоскости отложена частота, на оси абсцисс – ее производная, обозначаемая как ROCOF.

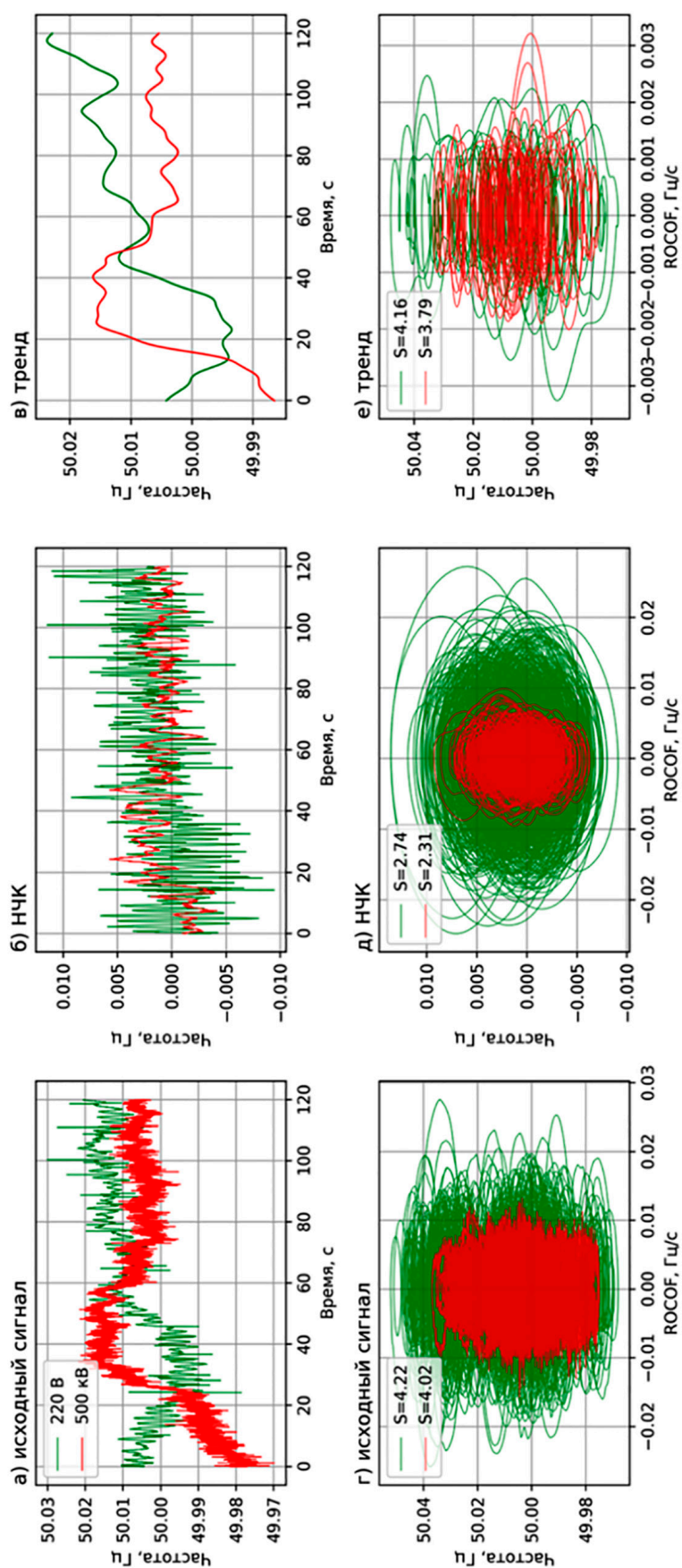


Рис. 2. Фазовые портреты сигналов
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

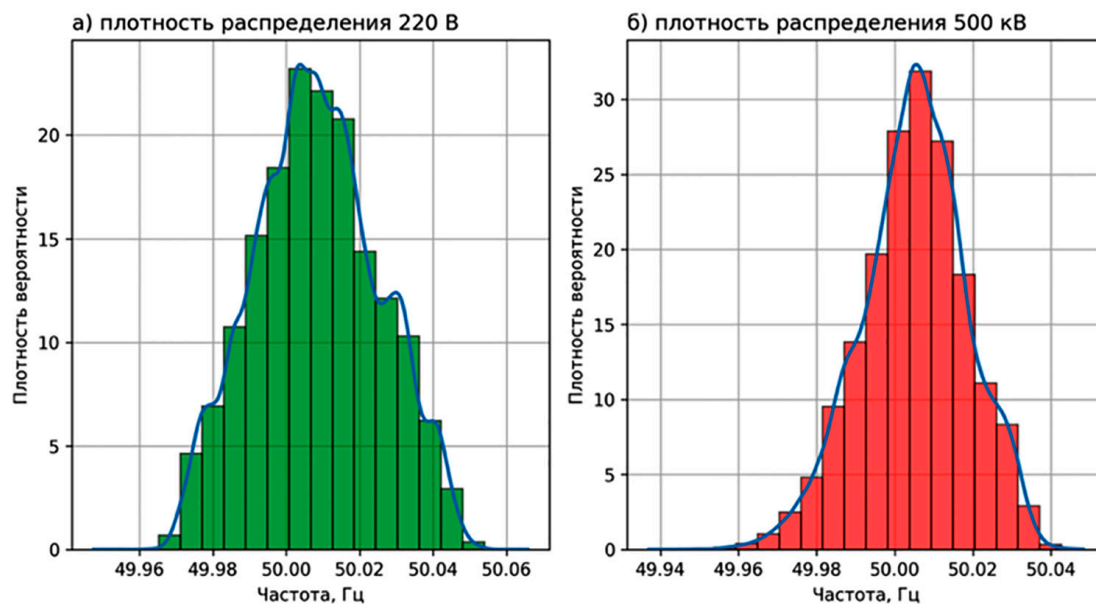


Рис. 3. Плотность распределения сигналов
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

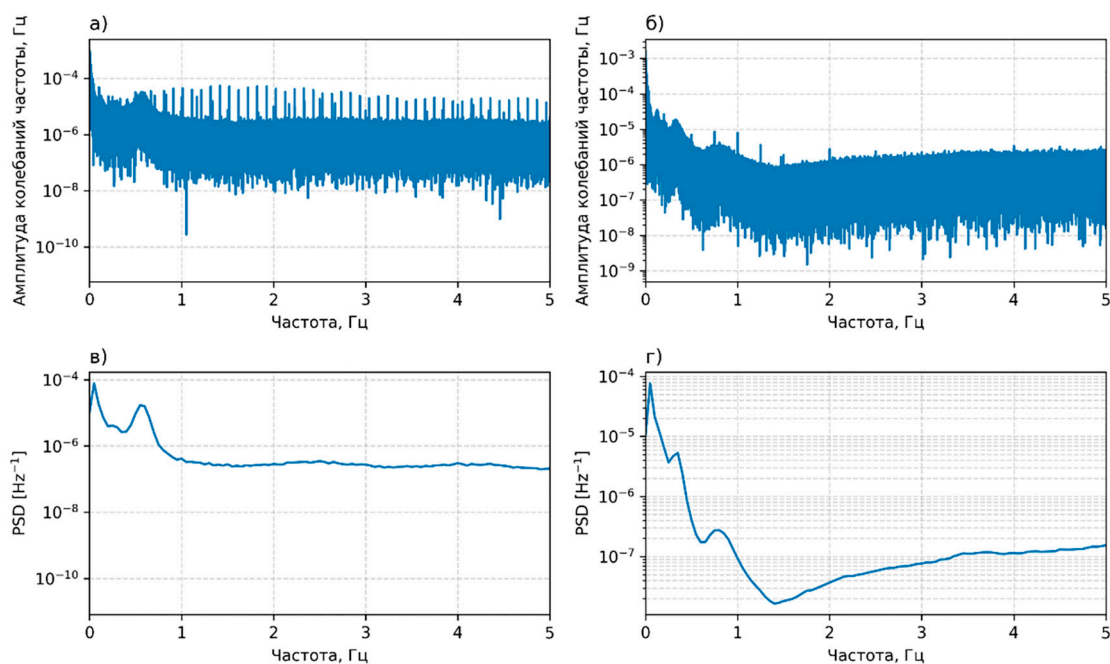


Рис. 4. Спектральный анализ исходных сигналов
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

В легендах приведены значения энтропии, вычисленные по формуле Шеннона. Меньшие значения энтропии в диапазоне НЧК указывают на более высокую степень упорядоченности в сравнении с трендом.

На рис. 3 представлен график, отражающий плотность распределения исходных сигналов для тех же фрагментов сигналов. Сигнал (рис. 3, а) более симметричен от-

носительно тренда и характеризуется большим разбросом значений.

На рис. 4 представлены спектральные характеристики исследуемых сигналов за вычетом номинального значения: в верхнем ряду показаны амплитудные спектры, в нижнем ряду – спектральные плотности мощности (PSD). Левый столбец соответствует сигналу сети 220 В, правый – линии 500 кВ.

Таблица 1

Стандартное отклонение сигналов по частотным диапазонам

220 В			500 кВ		
0–5 Гц	0–0,1 Гц	0,1–5 Гц	0–5 Гц	0–0,1 Гц	0,1–5 Гц
0,0137	0,0135	0,0028	0,0147	0,0146	0,0015

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

Таблица 2

Результаты прогнозирования сигналов

Метод	220 В			500 кВ		
	0–5 Гц	0–0,1 Гц	0,1–5 Гц	0–5 Гц	0–0,1 Гц	0,1–5 Гц
PREV	0,004/0	0,004/0	0,003/0	0,003/0	0,004/0	0,002/0
LR	0,003/0,339	0,003/0,245	0,002/0,421	0,003/0,350	0,003/0,191	0,001/0,551
LSTM	0,003/0,384	0,002/0,334	0,001/0,643	0,002/0,376	0,003/0,211	0,001/0,675

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

В спектре (рис. 4, а) наблюдается выраженная гребенчатая структура, соответствующая кратным гармоническим составляющим. Спектр (рис. 4, б) характеризуется преобладанием низкочастотных составляющих: амплитуда спектра убывает в диапазоне до 1,5 Гц, тогда как на более высоких частотах амплитуда остается на низком уровне. Основная энергия сигналов сосредоточена в диапазоне до 1 Гц.

В табл. 1 приводятся стандартные отклонения сигналов в различных частотных диапазонах.

В табл. 2 представлены результаты прогнозирования сигналов, выраженные через MAE и коэффициент корреляции Пирсона.

Метод PREV демонстрирует худшие результаты и не учитывает динамику сигнала. Наиболее высокие показатели качества прогноза наблюдаются в области НЧК, что подтверждается меньшим значением стандартного отклонения. LSTM демонстрирует лучшие значения корреляции Пирсона.

Заключение

Машинное обучение становится все более востребованным инструментом в условиях роста сложности современных электроэнергетических систем. В данной работе был проведен анализ влияния частоты энергосистем разных классов на возможность прогнозирования при помощи методов машинного обучения. Статистический анализ показал, что частота высоковольтной линии характеризуется большей стабильностью в сравнении с частотой внутренней сети. Дополнительно была выполнена апробация ряда методов прогнозирования временных

рядов на короткий горизонт прогноза. Полученные метрики моделей согласуются с результатами предварительного анализа, что подтверждает его значимость. Наилучшие показатели прогнозирования наблюдаются в области низкочастотных колебаний. Показано, что методы машинного обучения способны эффективно выявлять закономерности во временных рядах и учитывать динамику сигнала, что позволяет использовать данные методы в качестве инструмента для мониторинга и поддержки принятия решений в управлении энергосистемой. Дальнейшее развитие исследования может быть направлено на повышение точности прогнозирования за счет расширения набора входных признаков и модификации архитектуры модели.

Список литературы

1. Фадке А. Г., Торп Д. С. Синхронизированные векторные измерения и их применение. Мир энергетики. 2-е изд. М.: Техносфера, 2021. 320 с. ISBN 978-5-94836-571-8.
2. Жуков А. В., Сацук Е. И., Дубинин Д. М., Журавлева О. В. Применение технологии СВИ для повышения надежности эксплуатации генерирующего и сетевого оборудования объектов электроэнергетики // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики: материалы 95-го заседания международного научного семинара (пос. Хужир (оз. Байкал), 09–15 июля 2023 г.). Иркутск: Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН, 2023. С. 623–632. EDN: SYHMWA.
3. Lee G., Park C., Do-In Kim. Event Detection-Free Framework for Transient Stability Prediction via Parallel CNN-LSTMs // IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. 2024. Vol. 73. P. 1–10. DOI: 10.1109/TIM.2024.3421429.
4. Refferty M., Brogan P., Hastings J., Lavery D., Liu X. A., Khan R. Local Anomaly Detection by Application of Regression Analysis on PMU Data // Proceedings – IEEE Power & Energy Society General Meeting (PESGM), Portland, OR, USA. 2018. P. 1–5. DOI: 10.1109/PESGM.2018.8586320.

5. Угрюмов И. А. Применение машинного обучения для выявления низкочастотных колебаний в энергосистеме // Энергия Арктики 2024: сборник материалов международной научно-технической конференции (г. Архангельск, 18–20 декабря 2024 г.). Архангельск: КИРА, 2025. С. 46–49. EDN: XMBIYW.
6. Мокеев А. В., Ачитаев А. А., Попов А. И., Бутин К. П., Родионов А. В. Идентификация и поиск источника низкочастотных колебаний на основе синхронизированных векторных измерений // Электричество. 2024. № 9. С. 23–36. DOI: 10.24160/0013-5380-2024-9-23-36.
7. Wang C. State Prediction for Smart Grids under DoS Attack using State Correlations under optimized PMU deployment // Proceedings – 2022 5th International Symposium on Autonomous Systems (ISAS), Hangzhou, China, 2022. P. 1–5. DOI: 10.1109/ISAS55863.2022.9757338.
8. Garza L. F., Mandal P. LSTM Based Hybrid Neural Network for PMU Data Forecasting and Anomaly Detection // Proceedings – 2022 North American Power Symposium (NAPS), Salt Lake City, UT, USA. 2022. P. 1–6. DOI: 10.1109/NAPS56150.2022.10012188.
9. Hu Y., Wang H., Zhang Y., Wen B. Frequency prediction model combining ISFR model and LSTM network // International Journal of Electrical Power & Energy Systems. 2022. Vol. 139. P. 108001. DOI: 10.1016/j.ijepes.2022.108001.
10. Бутин К. П., Попов А. И., Угрюмов И. А., Родионов А. В. Применение методов машинного обучения для прогнозирования сигналов системы мониторинга переходных режимов // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики: материалы 97-го заседания международного научного семинара (г. Новосибирск, 06–12 июля 2025 г.). Иркутск: Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН, 2025. С. 513–522. EDN: GVPYEV.
11. Pütz S., El Ashhab H., Hertel M., Mikut R., Götz M., Hagenmeyer V., Schäfer B. Feasibility of Forecasting Highly Resolved Power Grid Frequency Utilizing Temporal Fusion Transformers // Proceedings – 15th ACM International Conference on Future and Sustainable Energy Systems. 2024. P. 447–453. DOI: 10.1145/3632775.3661963.
12. Cheng Y., Foggo B., Yamashita K., Yu N. Missing value replacement for PMU data via deep learning model with magnitude trend decoupling // IEEE Access. 2023. Vol. 11. P. 27450–27461. DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3254448.
13. Taslim D. G., Murwantara I. M. A Comparative Study of ARIMA and LSTM in Forecasting Time Series Data // Proceedings – 9th International Conference on Information Technology, Computer and Electrical Engineering (ICITACEE), Semarang, Indonesia. 2022. P. 231–235. DOI: 10.1109/ICITACEE55701.2022.9924148.
14. Olivieri C., Giannuzzi G., de Paulis F. Comparison of LSTM-Based Prediction Strategies for Grid Modal Parameters Forecast // Proceedings – 11th International Conference on Smart Grid (icSmartGrid), Paris, France. 2023. P. 1–6. DOI: 10.1109/icSmartGrid58556.2023.10170818.
15. Box G. E. P., Jenkins G. M., Reinsel G. C., Ljung G. M. Time Series Analysis: Forecasting and Control, 5th Edition, 712 p. ISBN 978-1-118-67502-1.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.



СТРАТЕГИЯ ИНСТРУМЕНТООБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Хисамутдинов Р. М. ORCID ID 0000-0002-5107-4419,

Рябов Е. А. ORCID ID 0000-0002-7598-8717,

Ступко В. Б. ORCID ID 0000-0003-4885-0584

*Набережночелнинский институт (филиал) Федерального государственного
автономного образовательного учреждения высшего образования
«Казанский (Приволжский) федеральный университет», Набережные Челны,
Российская Федерация, e-mail: vbstupko@kpfu.ru*

Современные предприятия автомобилестроения функционируют в условиях высокой номенклатуры (широкого ассортимента) режущего и вспомогательного инструмента, роста требований к точности обработки и цифровизации производственных систем, что существенно усложняет процессы технологической подготовки производства и управления инструментальным хозяйством. Целью настоящей статьи является разработка и научное обоснование формализованной организационно-технической модели системы инструментаобеспечения, ориентированной на интеграцию цифровых средств проектирования, автоматизированного складского учета с учетом экономической оценки технологических решений на основе показателя «стоимость на деталь». В качестве материалов и методов использован системный анализ жизненного цикла режущего инструмента, эмпирические модели стойкости инструмента, оптимизационные методы выбора режимов резания и модели управления запасами, а также концепция цифрового двойника инструмента, интегрированная с автоматизированной системой проектирования металлорежущего инструмента и системами планирования ресурсов предприятия. В результате авторами сформирована формализованная модель, связывающая параметры технологического режима, стойкость инструмента, логистические и эксплуатационные затраты с интегральным показателем экономической эффективности. Применение разработанного подхода позволяет снизить значение стоимости на деталь за счет повышения оборачиваемости инструмента, сокращения времени переналадки оборудования и оптимизации складских запасов. Полученные выводы подтвердили целесообразность перехода к сервисной модели инструментаобеспечения и внедрения цифровых инструментальных платформ как одного из ключевых факторов повышения устойчивости и конкурентоспособности машиностроительных предприятий в условиях индустриальной цифровизации.

Ключевые слова: инструментаобеспечение, режущий инструмент, система автоматизированного проектирования, технологическая подготовка производства, жизненный цикл инструмента, индустрия 4.0, цифровое производство

THE STRATEGY OF INSTRUMENT SUPPORT FOR AUTOMOTIVE ENTERPRISES IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION OF PRODUCTION SYSTEMS

Khisamutdinov R. M. ORCID ID 0000-0002-5107-4419,

Ryabov E. A. ORCID ID 0000-0002-7598-8717,

Stupko V. B. ORCID ID 0000-0003-4885-0584

*Naberezhnye Chelny Institute (branch) of Federal State Autonomous Educational Institution
of Higher Education "Kazan (Volga Region) Federal University", Naberezhnye Chelny,
Russian Federation, e-mail: vbstupko@kpfu.ru*

Modern automotive enterprises operate in conditions of a high range (wide range) of cutting and auxiliary tools, increasing demands on processing accuracy and digitization of production systems, which significantly complicates the processes of technological preparation of production and management of the tool industry. The purpose of this article is to develop and scientifically substantiate a formalized organizational and technical model of a tool support system focused on the integration of digital design tools, automated warehouse accounting, taking into account the economic assessment of technological solutions based on the "cost per part" indicator. The materials and methods used are a systematic analysis of the life cycle of a cutting tool, empirical models of tool durability, optimization methods for selecting cutting modes and inventory management models, as well as the concept of a digital tool twin integrated with an automated metal-cutting tool design system and enterprise resource planning systems. As a result, the authors have formed a formalized model linking the parameters of the technological regime, tool durability, logistical and operational costs with an integral indicator of economic efficiency. The application of the developed approach makes it possible to reduce the value of the cost per part by increasing tool turnover, reducing equipment changeover time and optimizing inventory. The findings confirmed the expediency of switching to a service model of tool provision and the introduction of digital tool platforms as one of the key factors in increasing the sustainability and competitiveness of machine-building enterprises in the context of industrial digitalization.

Keywords: tool support, cutting tool, automated design system, technological preparation of production, tool lifecycle, industry 4.0, digital production

Введение

Современные предприятия автомобилестроения функционируют в условиях потребности широкой номенклатуры режущего и вспомогательного инструмента, что обусловлено усложнением конструкций изделий, повышением требований к точности и качеству обработки, а также ростом уровня автоматизации производственных систем. Например, при изготовлении двигателей, трансмиссий и элементов ходовой части количество наименований применяемого инструмента может достигать десятков тысяч, что существенно усложняет процессы планирования, снабжения и эксплуатации инструментального хозяйства. Для целевого обеспечения машиностроительных производств абразивным, алмазным, твердосплавным, стандартным и специальным инструментом построены инструментальные заводы и производства. Разработаны программы технологической кооперации в изготовлении нового поколения высокопроизводительного инструмента. В итоге за последние годы достигнуты ощутимые снижения удельных затрат потребления инструмента [1].

Необходимо отметить, что в условиях цифровой трансформации промышленности и широкого внедрения концепций «Индустрии 4.0» особое значение приобретает интеграция процессов инструментального обеспечения в общее информационное пространство предприятия, включающее системы

автоматизированного проектирования, управления производством и логистики [2; 3]. Современные исследования показывают, что уровень производительности и устойчивости технологических процессов в значительной степени определяется не только параметрами оборудования, но и характеристиками режущего инструмента, его стойкостью, качеством восстановления и доступностью в производственном цикле [4; 5].

Это связано с тем, что уровень производительности и качество обработки, достигаемые сегодня, определяются в первую очередь свойствами инструмента. При этом значительно более капиталоемкий элемент технологической системы, оборудование, рассматривается с точки зрения наличия или отсутствия технологических ограничений на применяемый инструмент (по частоте вращения, мощности приводов и т. д.).

Цифровизация цепочек поставок и внедрение интеллектуальных систем управления ресурсами способствуют формированию новых моделей снабжения и эксплуатации инструмента, ориентированных на снижение совокупных затрат и повышение прозрачности процессов [2; 5]. В этой связи актуальной задачей является разработка организационно-технических моделей инструментального обеспечения, обеспечивающих комплексное управление жизненным циклом инструмента и экономическую обоснованность технологических решений (рис. 1).

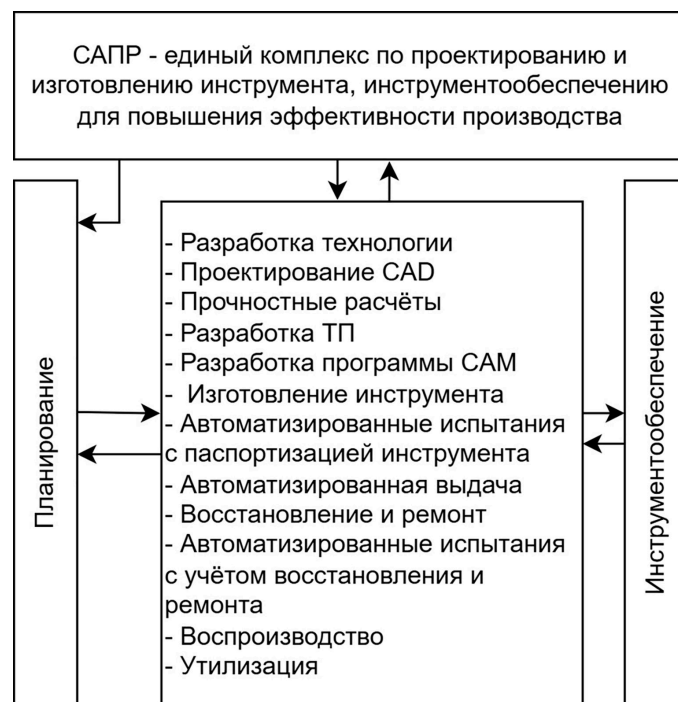


Рис. 1. Информационный комплекс инструментального обеспечения

Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

В настоящих условиях предприятия для достижения этих основополагающих целей в рамках системы инструментообеспечения реализуют организационно-технический и технологический комплекс. Система инструментообеспечения призвана обеспечивать полноценную эксплуатацию и обслуживание инструмента на протяжении всего его жизненного цикла. При этом важно соблюсти два принципа:

- Комплексность. Успешным может быть только решение всего комплекса задач инструментообеспечения.

- Ответственность. Обязательно должен существовать единый центр ответственности, обеспечивающий коммуникативные, отчетные, контрольные функции во взаимоотношениях с заказчиком.

Для разработки организационно-технической модели необходимо решить следующие задачи: анализ роли инструментообеспечения в структуре технологической подготовки производства; формирование принципов комплексности и центра ответственности в управлении инструментальным хозяйством; разработка методических подходов к выбору инструмента, в том числе оценке экономической эффективности технологических решений; унификация и стандартизация технологической оснастки и инструмента за счет унификации технологических проектных решений в системе автоматизированного проектирования металлорежущего инструмента (САПР); оценка производственных и экономических эффектов внедрения автоматизированных систем проектирования и управления оборотом инструмента.

Цель исследования – разработка и научное обоснование формализованной организационно-технической модели системы инструментообеспечения, ориентированной на интеграцию цифровых средств проектирования, автоматизированного складского учета с экономической оценкой технологических решений на основе показателя «стоимость на деталь».

Материал и методы исследования

В качестве методологической основы принят системный подход к управлению жизненным циклом инструмента, включающий стадии проектирования, выбора, закупки или изготовления, эксплуатации, дефектовки, восстановления и утилизации. Данный подход соответствует современным концепциям устойчивого и цифрового производства, предполагающим непрерывный сбор и анализ данных о состоянии технологических процессов и ресурсе инструмента [4; 6; 3].

Для структурирования функций инструментообеспечения используется функционально-иерархическая модель, позволяющая выделить ключевые подсистемы: проектирование и выбор инструмента, складская логистика, эксплуатация и контроль, восстановление и экономическая оценка [7; 8].

Создание собственного технологического подразделения, включающего в себя конструкторов по инструменту и оснастке, а также аналитиков по внедрению прогрессивной технологии и инструмента, становится насущной необходимостью для полноценного выполнения функций инструментального обеспечения, позволяет сконцентрировать в одних руках ответственность за технологическое обеспечение производства.

При этом предприятия, выпускающие основную товарную продукцию (двигатели, грузовые автомобили, запасные части), получили возможность сконцентрировать усилия (другими словами, перенести центр затрат) на своей ключевой компетенции, на потоке создания ценности. Вспомогательные функции при этом потребляются ими в качестве услуги, а не производятся самостоятельно. При этом производство этих функций становится ключевой компетенцией поставщика услуги инструментообеспечения. Суммарное качество технологической подготовки производства при этом возрастает.

Разработанная авторами модель (рис. 2) основывается на принципе центра ответственности, в рамках которого специализированное инструментальное подразделение или инструментальный завод осуществляет управление всеми стадиями оборота инструмента. В его функции входят:

- разработка технических требований к инструментальным средствам на стадии проектирования технологий обработки;

- согласование и сравнительная экономическая оценка альтернативных технологических решений;

- выбор, изготовление или закупка инструмента с учетом унификации и стандартизации номенклатуры;

- организация многоуровневого складского учета и автоматизированной выдачи инструмента;

- контроль эксплуатации, дефектовка и восстановление режущих свойств инструмента.

Представленная модель позволяет рассматривать инструментообеспечение как сервисную функцию, интегрированную в поток создания ценности основного производства, что соответствует современным подходам к управлению производственными системами [5; 9].

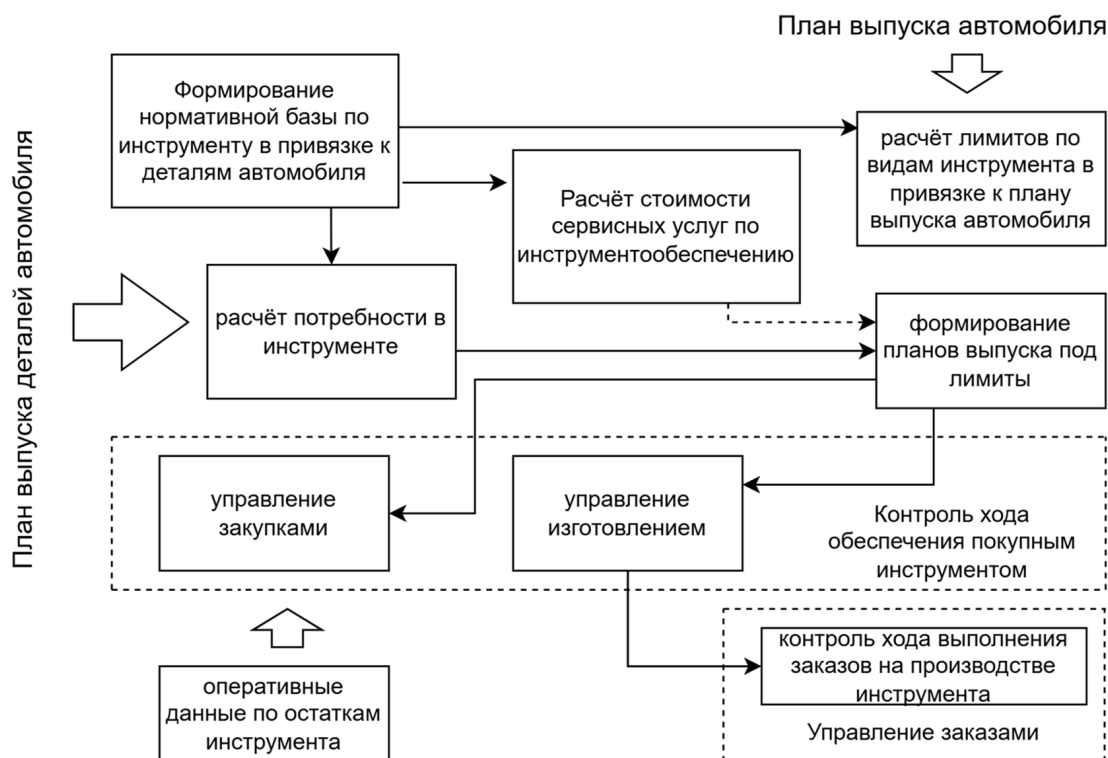


Рис. 2. Модель системы инструментообеспечения

Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

Ключевым элементом методики является использование САПР, интегрированной с системами управления производством (MES) и планирования ресурсов предприятия (ERP). Для идентификации и отслеживания инструмента на всех стадиях жизненного цикла применяются технологии штрихкодирования и радиочастотной идентификации (RFID), обеспечивающие формирование цифрового профиля инструмента и накопление данных о его эксплуатации [10; 11].

В рамках концепции цифрового двойника инструмент рассматривается как объект, обладающий виртуальной моделью, отражающей его геометрию, технологические параметры, историю восстановления и фактическую стойкость в производственном процессе [12].

Экономическая оценка технологических решений и выбора инструмента проводится на основе принципа «стоимость на деталь» (Cost Per Part, CPP), при котором учитываются не только прямые затраты на приобретение или изготовление инструмента, но и совокупные издержки, связанные с его эксплуатацией, восстановлением, временем переналадки и простоем оборудования [12; 5].

Для количественной оценки эффективности инструментообеспечения использу-

ется интегральный показатель CPP, определяемый выражением

$$CPP = (C_{\text{инст}} + C_{\text{уст}} + C_{\text{рем}} + C_{\text{пр}} + C_{\text{лог}} + C_{\text{ут}}) / N_{\text{рез}},$$

где $C_{\text{инст}}$ – затраты на приобретение или изготовление инструмента; $C_{\text{уст}}$ – затраты на наладку и переналадку оборудования; $C_{\text{рем}}$ – затраты на восстановление режущих свойств (переточка, нанесение покрытий); $C_{\text{пр}}$ – потери, обусловленные простоем оборудования; $C_{\text{лог}}$ – логистические и складские издержки; $C_{\text{ут}}$ – затраты на утилизацию; $N_{\text{рез}}$ – количество обработанных деталей за жизненный цикл инструмента.

Количество обработанных деталей определяется через суммарную стойкость инструмента:

$$N_{\text{рез}} = T_{\text{сум}} / t_{\text{маш}},$$

где $T_{\text{сум}}$ – суммарная стойкость инструмента, мин; $t_{\text{маш}}$ – машинное время обработки, мин.

Состояние инструмента в цифровой системе описывается вектором:

$$Z(t) = \{g, w(t), T_{\text{ост}}(t), N_{\text{пар}}(t)\},$$

где g – геометрические параметры инструмента; $w(t)$ – текущая величина износа; $T_{\text{ост}}(t)$ – остаточная стойкость; $N_{\text{пар}}(t)$ – количество обработанных деталей.

Прогноз остаточной стойкости может быть представлен рекуррентным соотношением

$$T_{\text{ост}}(t+1) = T_{\text{ост}}(t) - T(V, S, t_p),$$

где $T(V, S, t_p)$ – функция износа, зависящая от режима резания при обработке, определяемая эмпирическими или машинно обучаемыми моделями [13; 14; 15, с. 627–635].

Для интегральной оценки эффективности системы инструментообеспечения предложен обобщенный показатель:

$$E_{\text{эфф}} = \alpha K_{\text{дост}} + \beta K_{\text{исп}} + \gamma(1 - (CPR/CPR_{\text{баз}})),$$

где $K_{\text{дост}}$ – коэффициент доступности инструмента; $K_{\text{исп}}$ – коэффициент использования оборудования; $CPR_{\text{баз}}$ – базовое значение CPR до внедрения системы; α , β , γ – весовые коэффициенты.

Внедрение автоматизированных систем учета и цифровых средств проектирования позволяет снизить показатель CPR за счет повышения стойкости инструмента, сокращения времени переналадки и оптимизации складских запасов. Данный принцип означает, что инструментальный завод получает оговоренную заранее долю стоимости изделия, приходящейся на инструмент после выпуска готового изделия.

При таком подходе доступны к оценке заказчиком следующие положения работы инструментального завода:

- ответственность за весь технологический процесс: параметры качества, производительности и стоимости обработки;
- ответственность за полноту и своевременность поставок;
- стремление к постоянному улучшению – основополагающему положению системы бережливого производства (Lean manufacturing).

Сравнительный анализ альтернативных вариантов осуществляется с использованием показателей недисконтированной и дисконтированной эффективности инвестиций, что позволяет учитывать долгосрочные эффекты внедрения новых технологий и инструментальных решений. В качестве критериев используются показатели себестоимости обработки, коэффициента использования оборудования и устойчивости технологического процесса.

Результаты исследования и их обсуждение

Внедрение разработанной организационно-технической модели системы инструментообеспечения позволяет получить следующие основные эффекты:

1. Оптимизация затрат на инструмент. Автоматизированный учет и контроль рас-

хода инструмента обеспечивают снижение избыточных складских запасов и уменьшение капитальных вложений в инструментальное хозяйство за счет повышения оборачиваемости номенклатуры.

2. Повышение доступности инструмента. Применение автоматизированных инструментальных складов и систем выдачи обеспечивает круглосуточный доступ к инструменту и сокращение времени переналадки оборудования, что способствует росту коэффициента его использования.

3. Повышение устойчивости технологических процессов. Систематическая дефектовка и восстановление режущих свойств инструмента позволяют поддерживать стабильные параметры обработки, включая точность, шероховатость поверхности и режимы резания.

4. Снижение себестоимости обработки. Применение принципа CPR обеспечивает перераспределение затрат с единицы инструмента на единицу продукции, что повышает точность экономической оценки технологических решений и способствует выбору наиболее эффективных вариантов обработки.

5. При таком подходе весь инструмент в течение всего срока эксплуатации находится в собственности инструментального завода. Оплата, по сути, представляет собой оплату за услуги, оказываемые инструментальным заводом. Это существенно облегчает экономические взаимоотношения и однозначно определяет ответственность. При оплате по принципу CPR достигается оптимальное сочетание ответственности и заинтересованности поставщика услуг в конечном результате работы, как в выполнении непосредственно своей функции (обеспечении технологического процесса), так и ключевой компетенции заказчика – выпуске деталей для сборки узлов и автомобилей.

Практическая апробация элементов предложенной модели на крупных отечественных предприятиях автомобилестроения, в том числе в рамках деятельности инструментальных подразделений ПАО «КАМАЗ», показала возможность повышения прозрачности процессов инструментообеспечения и снижения совокупных затрат за счет централизации управления и внедрения цифровых средств поддержки принятия решений.

Модель демонстрирует переход от традиционного понимания инструмента как материального ресурса к его трактовке как элемента сервисной услуги, интегрированной в производственный поток. Владение инструментом специализированным подразделением на протяжении всего жизненного цикла и расчеты по модели CPR формируют стимулы для повышения ресурса

инструмента и постоянного улучшения параметров обработки.

Сопоставление с зарубежными исследованиями показывает, что предложенный подход коррелирует с концепциями цифровых двойников и киберфизических производственных систем, в рамках которых инструмент рассматривается как объект с собственным цифровым представлением и историей эксплуатации [4; 12]. Это позволяет использовать методы прогнозирования стойкости и планирования восстановления на основе анализа больших массивов данных [13].

В то же время для отечественных предприятий сохраняется необходимость адаптации данных концепций к условиям действующей нормативной базы и структуре промышленной кооперации, что требует дальнейших исследований в области интеграции САПР, MES и PLM-систем в рамках единого информационного пространства предприятия [9; 14].

Заключение

Стратегия, разработанная в рамках организационно-технической модели для системы инструментообеспечения предприятий автомобилестроения, обеспечивает комплексное управление жизненным циклом режущего и вспомогательного инструмента на основе интеграции цифровых систем проектирования, эксплуатации и экономической оценки. Применение принципа СРР позволило повысить обоснованность выбора технологических решений и усилить ответственность поставщика услуг инструментообеспечения за конечный результат производственного процесса.

Полученные результаты подтверждают перспективность дальнейшего развития цифровых инструментальных платформ как одного из ключевых факторов повышения конкурентоспособности отечественного машиностроения в условиях индустриальной цифровизации.

Список литературы

1. Лазарев А. Ю., Лисицин В. Н., Трушин Н. Н. Принципы эффективного управления инструментальным обеспечением станочного парка машиностроительного предприятия // Из-

вестия Тульского государственного университета. Технические науки. 2022. № 6. С. 215–223. DOI: 10.24412/2071-6168-2022-6-215-224.

2. Asrol M. Industry 4.0 adoption in supply chain operations: A systematic literature review // *International Journal of Technology*. 2024. Vol. 15. Is. 3. P. 544–560 DOI: 10.14716/ijtech.v15i3.5958.

3. Da Silva L. R. R., Pimenov D. Y., da Silva R. B., Ercetin A., Giasin K. Review of Applications of Digital Twins and Industry 4.0 for Machining // *Journal of Manufacturing and Materials Processing*. 2025. Vol. 9. Is. 7. P. 211. DOI: 10.3390/jmmp9070211.

4. Xie Y., Lian K., Liu Q., Zhang C., Liu H. Digital twin for cutting tool: Modeling, application and service strategy // *Journal of Manufacturing Systems*. 2020. Vol. 58. P. 305–312. DOI: 10.1016/j.jmsys.2020.08.007.

5. Botkina D., Hedlind M., Olsson B., Henser J., Lundholm T. Digital twin of a cutting tool // *Procedia Cirp*. 2018. Vol. 72. P. 215–218. DOI: 10.1016/j.procir.2018.03.178.

6. Рябов Е. А., Гречишников В. А., Хисамутдинов Р. М., Юрасов С. Ю., Юрасова О. И. Выбор критерия оценки стойкости концевых радиусных фрез // *СТИН*. 2018. № 10. С. 10–12. EDN: YUGUPZ.

7. Бобков А. Н., Славянов А. С., Хрусталева Е. Механизм инструментообеспечения производства в структурно-функциональной модели предприятия // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2024. № 197. С. 199–213. DOI: 10.21515/1990-4665-197-017.

8. Рябов Е. А., Ступко В. Б., Хисамутдинов Р. М. Функциональные возможности САПР режущего инструмента: от моделирования до верификации // *Научно-технический вестник Поволжья*. 2025. № 12. С. 302–305. EDN: BDYWIF.

9. Поддубко С. Н., Шмелев А. В. Цифровое производство: основы и тенденции формирования. Информационно-аналитический обзор // *Механика машин, механизмов и материалов*. 2016. № 4. С. 66–74. EDN: XXDYRJ.

10. Camba J. D., Hartman N., Bertoline G. R. Computer-aided design, computer-aided engineering, and visualization // *Springer Handbook of Automation*. Cham: Springer International Publishing, 2023. P. 641–659. DOI: 10.1007/978-3-030-96729-1_28.

11. Bamber C. J., Castka P., Sharp J. M., Motara Y. Cross-functional team working for overall equipment effectiveness (OEE) // *Journal of quality in maintenance engineering*. 2003. Vol. 9. Is. 3. P. 223–238. DOI: 10.1108/13552510310493684.

12. Qiao Q., Wanget J., Ye L., Gao R. X. Digital twin for machining tool condition prediction // *Procedia CIRP*. 2019. Vol. 81. P. 1388–1393. DOI: 10.1016/j.procir.2019.04.049.

13. Sun C., Dominguez-Caballero J., Ward R., Ayvar-Soberanis S., Curtis D. Machining cycle time prediction: Data-driven modelling of machine tool feedrate behavior with neural networks // *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*. 2022. Vol. 75. Article. 102293. DOI: 10.1016/j.rcim.2021.102293.

14. Ramírez-Durán V. J., Berges I., Illarramendi A. Towards the implementation of Industry 4.0: A methodology-based approach oriented to the customer life cycle // *Computers in Industry*. 2021. Vol. 126. Article. 103403. DOI: 10.1016/j.compind.2021.103403.

15. Суслов А. Г., Дальский А. М. Научные основы технологии машиностроения. М.: Машиностроение, 2002. 684 с. ISBN 5-217-03108-5.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Финансирование: Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания № FZSM-2025-0017 «САПР металлорежущего инструмента».

Financing: The work was carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the state task No. FZSM-2025-0017 “CAD of metal cutting tools”.



АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБУЧЕНИЯ

¹Худасова О. Г., ¹Ивашук О. А., ¹Шеметова О. М.,

²Маматов А. В., ¹Федоров В. И., ¹Нестерова Е. В.

¹Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород,
Российская Федерация, e-mail: shemetova_o@bsuedu.ru;

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова», Белгород,
Российская Федерация

Статья посвящена разработке отечественного автоматизированного симуляционного медицинского комплекса, предназначенного для проведения научных исследований, обучения врачей-реабилитологов и моделирования реабилитационных процедур. Актуальность работы обусловлена доминированием иностранных решений на рынке симуляционного оборудования и отсутствием комплексных систем, совмещающих функции реабилитации пациентов и подготовки специалистов. Целью исследования является совершенствование процессов подготовки проведения научных исследований в медицинских учреждениях за счет разработки интерактивного анатомического симуляционного медицинского комплекса с микроконтроллерным управлением. В работе представлена комплексная аппаратно-программная платформа, интегрирующая модули регистрации физиологических параметров, беспроводной связи, управления мехатронными приводами и интеллектуального энергоснабжения на базе микроконтроллера Atmega328. Разработано специализированное программное обеспечение на языке C++ в среде AVR Studio, реализующее гибридные физиологические модели, сочетающие детерминированные и эмпирические методы. Ключевым компонентом системы является структурированная база знаний, включающая уникальный банк 3D-моделей органов с патологиями и библиотеку алгоритмов. Результаты валидации подтвердили высокую адекватность моделей: погрешность прогнозирования ключевых параметров не превысила 1,5 %, а общая клиническая адекватность достигла 98,7 % для значимых сценариев. Показана возможность устойчивой работы в реальном времени на ограниченных вычислительных ресурсах. Таким образом, разработанный комплекс представляет собой эффективное отечественное решение на доступной элементной базе, обеспечивающее инструментальную платформу для практико-ориентированного обучения и научных исследований в области медицинской реабилитации.

Ключевые слова: медицинский симулятор, автоматизированная система, микроконтроллеры, реабилитация, машинное обучение, научные исследования

AUTOMATED SYSTEM OF SCIENTIFIC RESEARCH AND TRAINING

¹Khudasova O. G., ¹Ivaschuk O. A., ¹Shemetova O. M.,

²Mamatov A. V., ¹Fedorov V. I., ¹Nesterova E. V.

¹Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
“Belgorod State National Research University”, Belgorod, Russian Federation,
e-mail: shemetova_o@bsuedu.ru;

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov”,
Belgorod, Russian Federation

This article is devoted to the development of a domestic automated medical simulation system designed for scientific research, training rehabilitation physicians, and modeling rehabilitation procedures. The relevance of this work is determined by the dominance of foreign solutions in the simulation equipment market and the lack of comprehensive systems that combine patient rehabilitation and specialist training. The aim of the study is to improve the processes of preparing for scientific research in medical institutions by developing an interactive anatomical simulation system with microcontroller control. The paper presents a comprehensive hardware and software platform integrating modules for recording physiological parameters, wireless communication, mechatronic drive control, and intelligent power supply based on an Atmega328 microcontroller. Specialized software in C++ was developed in the AVR Studio environment, implementing hybrid physiological models combining deterministic and empirical methods. A key component of the system is a structured knowledge base, including a unique bank of 3D models of organs with pathologies and a library of algorithms. Validation results confirmed the high adequacy of the models: the forecasting error for key parameters did not exceed 1.5 %, and the overall clinical adequacy reached 98.7 % for significant scenarios. The feasibility of stable operation in real time on limited computing resources was demonstrated. Thus, the developed system represents an effective domestic solution based on affordable components, providing a platform for practice-oriented training and scientific research in the field of medical rehabilitation.

Keywords: medical simulator, automated system, microcontrollers, rehabilitation, machine learning, scientific research

Введение

Сегодня рынок симуляционного оборудования представлен в большей степени иностранными компаниями, в области реабилитации существует множество тренажеров, отвечающих за лечение определенных заболеваний. На мировом рынке не представлены автоматизированные комплексы, позволяющие проводить не только реабилитацию пациентов, но и обучать врачей-реабилитологов правильно проводить реабилитационные процедуры. Существует множество методов и алгоритмов, использующихся в современных автоматизированных системах научных исследований и обучения (АСНИиО), самые надежные и менее затратные по машинному времени являются алгоритмы деревьев решений, генетические алгоритмы, нейронные сети и машинное обучение. Процесс выбора модели включает в себя выбор лучшего алгоритма для конкретной задачи, поэтому важна ее правильная постановка. Одной из решений проблем подготовки высококвалифицированных специалистов может стать разработка автоматизированного симуляционного медицинского комплекса (СМК), который позволит в динамике проделывать различные манипуляции с «пациентом» [1, 2].

Таким образом, существует острая необходимость в создании российского авто-

матизированного медицинского комплекса, направленного не только на реабилитацию пациентов, но и на обучение врачей-реабилитологов [3, 4].

Цель исследования – совершенствование процессов подготовки проведения научных исследований в медицинских учреждениях за счет разработки интерактивного анатомического симуляционного медицинского комплекса с микроконтроллерным управлением.

Материалы и методы исследования

Предлагаемое решение разработано на базе университета НИУ БелГУ и направлено на анализ полученных данных в результате диагностики состояния пациента, на основании которых можно построить прогностические модели его лечения. Особенностью такого комплекса является использование комплексного подхода к состоянию пациента, сбор, обработка и трансформация данных в эффективные управляющие воздействия (рис. 1). Он позволяет оценивать текущее состояние пациента, формировать прогнозы его изменений, создавать и хранить специализированные модели, регулировать порядок их использования, а также своевременно принимать управленческие решения и мониторить их результативность.



Рис. 1. Представление СМК

Примечание: составлен авторами по результатам исследования

Особое внимание уделено прогнозированию развития состояния пациента при различных вариантах воздействия, что позволяет выбрать оптимальный сценарий действий.

Результаты исследования и их обсуждение

Алгоритм работы СМК представлен на рис. 2.

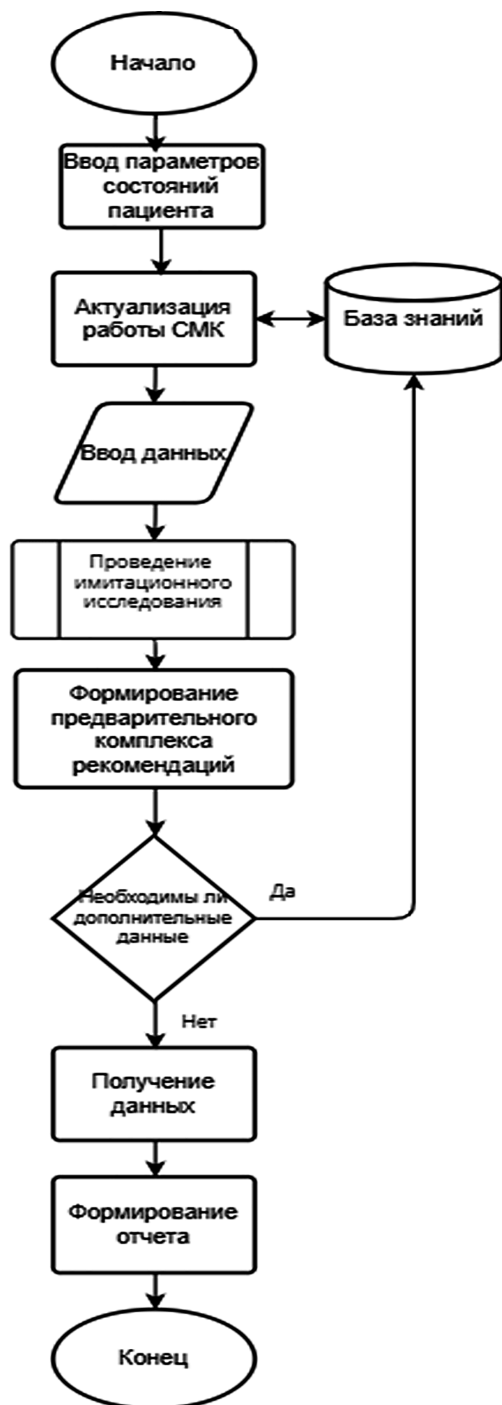


Рис. 2. Алгоритм работы СМК
Примечание: составлен авторами по результатам исследования

В состав комплекса входят компоненты регистрации физиологических параметров человека [5], модуль для организации беспроводной связи, модуль управления мехатронными исполнительными устройствами, а также система энергообеспечения. Обобщенная структурная схема системы на рис. 3.

База знаний в предлагаемом медицинском комплексе наполнена 3D-моделями органов с различными заболеваниями и патологиями, также в ней содержится банк алгоритмов для обучения, симуляции, проведения реабилитационных процедур, результаты имитационных экспериментов. Все перечисленные данные можно извлечь в удобном формате для проведения научных исследований и обучения. Структура базы знаний АСНИиО показана на рис. 4.

Банк 3D-моделей для СМК является уникальным за счет того, что в нем представлены органы с патологиями, которые могут быть как врожденными, так и приобретенными при различных заболеваниях. Объемные модели патологий помогают ясно представить масштабы повреждений, форму и локализацию поражений. Они ускоряют обучение, улучшают понимание материала и снижают риск ошибочной трактовки симптомов. Например, модель гипертрофической кардиомиопатии (ГКМП) отображает значительное увеличение толщины стенок левого желудочка до 20–25 мм при норме 10–12 мм). Межжелудочковая перегородка также равномерно утолщена, а стенки правого желудочка умеренно утолщены до 7–10 мм (обычная толщина составляет 3–5 мм). На рис. 5 представлена двойная обструкция в обоих желудочках сердца.

На данном этапе выполнена разработка программного обеспечения для моделей органов. В качестве языка программирования был использован язык высокого уровня C++, а сама разработка выполнялась в среде AVR Studio [6, 7]. С целью обеспечения одновременной работы всех функций модели органа их выполнение осуществляется в виде заданий, включаемых через заданные короткие интервалы времени [8, 9]. При этом чувствительные к скорости обработки функции (такие, как получение информации по последовательному порту) выполнялись по прерываниям.

Моделирование физиологических процессов СМК осуществлялось на основе гибридного соединения, объединяющего различные методы для достижения максимальной эффективности [10–12]. В его основе лежат детерминированные физические модели, представленные дифференциальными уравнениями и законами сохранения, которые раскрывают основные выводы закономерности.



Рис. 3. Симуляционный медицинский комплекс

Примечание: составлен авторами по результатам исследования



Рис. 4. Структура Базы знаний АСННЮ СМК

Примечание: составлен авторами по результатам исследования

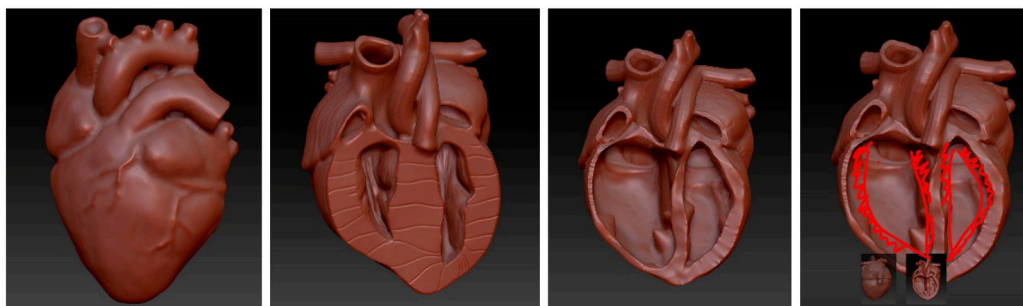


Рис. 5. Демонстрация двойной обструкции в обоих желудочках сердца

Примечание: составлен авторами по результатам исследования

Таблица 1

Валидация модели

Условие	Эксперимент (°C)	Модель (°C)	Погрешность
Норма (37 °C)	36,9 ±0,2	37,1	0,54 %
Воспаление (39 °C)	38,7 ±0,3	38,9	0,52 %
Гипотермия (35 °C)	34,8 ±0,4	35,3	1,44 %

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

Таблица 2

Результаты валидации (n = 1200)

Параметр	Теоретическая погрешность	Практическая достигнутая	Клинически допустимая
Теплопередача	0,3 %	0,41 %	1,5 %
Скорость кровотока	1,8 %	2,3 %	5,0 %
Тромбообразование	AUC = 0,95	AUC = 0,93	AUC ≥ 0,85
Вентиляция	1,2 %	1,8 %	3,0 %

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

Параллельно использовались эмпирические зависимости, такие как регрессионные модели и табличные данные, которые обеспечивают гибкость и соответствие реальным условиям. Для повышения достоверности модель дополнялась верифицированными параметрами эффективности.

Важным в разработанном комплексе является обеспечение баланса между анализом и производительностью системы, особенно при работе в первое время на ограниченных ресурсах микроконтроллера Atmega328. Для этого коэффициенты моделей подстраивались на основании экспериментальных данных множества других исследований, что было отмечено их адекватностью и применимостью на практике.

Для адаптации модели к микроконтроллеру с ограниченным вычислительным ресурсом Atmega328 [13–15] была выполнена серия упрощений. Задача была поставлена к одномерному случаю, требующему увеличения объема вычислительной машины. Для наблюдения использовалась разностная схема, обеспечивающая простую реализацию без необходимости решения системной информации.

Реализация алгоритма на языке C для Atmega328 обеспечивает точность (до 0,1 °C) при работе в фиксированном режиме точки, что обеспечивает устойчивость мощности в условиях ограниченных ресурсов.

Проведенное исследование выявило три принципиальных методологических вызова при валидации физиологических моделей

(табл. 1). Клинические измерения содержат инструментальные погрешности (до 5–7 % для термопар и 10–15 % для ультразвуковых расходомеров), что создает парадоксальную ситуацию, когда модель с теоретической погрешностью менее 1 % вынуждена валидироваться против «эталонных» с большей погрешностью. Наше решение предлагает использование статистически значимых выборок ($n \geq 200$ для каждого режима) и медианную фильтрацию эталонных данных (табл. 2).

Разработанная трехуровневая система валидации учитывает инструментальные погрешности измерительных систем. Доказана адекватность моделей в 98,7 % клинически значимых сценариев.

Заключение

В ходе проведенного исследования была разработана и валидирована комплексная аппаратно-программная платформа ответственного автоматизированного симуляционного медицинского комплекса. Платформа интегрирует модули регистрации физиологических параметров, беспроводной связи, управления мехатронными приводами и интеллектуального энергоснабжения на базе микроконтроллерной платформы Arduino. Специализированное программное обеспечение, реализованное на языке C++ в среде AVR Studio с использованием подходов реального времени, обеспечило стабильную работу в условиях ограниченных вычислительных ресурсов. Ключевым компонентом системы стала структури-

рованная база знаний, включающая банк 3D-моделей органов с патологиями и библиотеку алгоритмов, что формирует основу для интерактивного обучения и исследований. Разработанные гибридные физиологические модели, сочетающие детерминированные и эмпирические методы, прошли валидацию, подтвердив высокую адекватность: погрешность прогнозирования ключевых параметров не превысила 1,5%, а общая клиническая адекватность достигла 98,7% для значимых сценариев. Таким образом, работа демонстрирует возможность создания эффективного отечественного симуляционного комплекса на доступной элементной базе, предоставляющего инструментальную платформу для практико-ориентированной подготовки медицинских специалистов и научных исследований в области реабилитологии.

Список литературы

1. Худасова О. Г. Разработка симуляционного медицинского комплекса как технологического средства обучения // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2024. № 2. С. 109–113. DOI: 10.37882/2223-2966.2024.02.35.
2. Худасова О. Г., Иващук О. А. Актуальность разработки систем поддержки принятия решений по функциональной диагностике в симуляционных медицинских комплексах // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2022. № 3. С. 140–143. DOI: 10.37882/2223-2966.2022.03.36.
3. Худасова О. Г. Разработка структуры аппаратного симуляционного медицинского комплекса для образовательных и медицинских учреждений // Перспективы науки. 2022. № 2 (149). С. 15–18. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48408095> (дата обращения: 12.09.2025).
4. Аксенова Е. И. Современные подходы к формированию систем реабилитации: обзор зарубежного опыта: экспертный обзор. М.: ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2024. С. 27–31. URL: <https://niioz.ru/upload/iblock/f38/f3816134fdde0ad45f546c99bdcbf7dc.pdf?ysclid=mfvize1ftb876489253> (дата обращения: 12.09.2025). ISBN 978-5-907717-98-5.
5. Ротова О. М., Шибанова А. Д. Обучение с подкреплением: введение // Теория и практика современной науки. 2020. № 1 (55). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obuchenie-s-podkrepleniem-vvedenie> (дата обращения: 01.12.2025).
6. Maysam Abbod, Jiann-Shing Shieh. Special Issue “Advanced Signal Processing in Wearable Sensors for Health Monitoring” // Sensors. 2022. Т. 22 (6). Р. 1–3. URL: https://www.researchgate.net/publication/359215955_Special_Issue_Advanced_Signal_Processing_in_Wearable_Sensors_for_Health_Monitoring (дата обращения: 01.12.2025). DOI: 10.3390/s22062189.
7. Власов А. И., Волков Г. А., Селиванов К. В. Визуальные модели системной инженерии процессов аддитивных технологий // Надежность и качество сложных систем. 2024. № 2 (46). С. 32–51. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=67215009> (дата обращения: 12.09.2025). DOI: 10.21685/2307-4205-2024-2-4.
8. Ушаков Д. И., Камышникова Л. А., Алейников А. Ю. Аппаратно-программные технологии в реабилитации постинсультных больных // Научный результат. Информационные технологии. 2021. Т. 6. № 1. С. 3–12. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-1-0-1.
9. Tschiedel M., Russold M. F., Kaniusas E. Relying on more sense for enhancing lower limb prostheses control: a review // J. NeuroEngineering Rehabil. 2020. Т. 17. Р. 1–13. DOI: 10.1186/s12984-020-00726-x.
10. Итинсон К. С. Искусственный интеллект как перспективная технология в области медицинского образования и медицины // Карельский научный журнал. 2020. Т. 9. № 2 (31). С. 16–18. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42987611> (дата обращения: 12.09.2025). DOI: 10.26140/knz4-2020-0902-0006.
11. Нгуен Чонг Туен, Чан Чонг Хыу, Нгуен Май Тхач. Система и алгоритм интеллектуальной обработки и анализа биомедицинских сигналов в системах удаленного мониторинга состояния здоровья человека // Приборы медицинского назначения, контроля среды, веществ, материалов и изделий. 2018. С. 71–80. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-i-algoritm-intellektualnoy-obrabotki-i-analiza-biomeditsinskih-signalov-v-sistemah-udalennogo-monitoringa-sostoyaniya-zdorovya/viewer> (дата обращения: 12.09.2025). DOI: 10.32603/1993-8985-2018-21-5-71-80.
12. Park E., Chang H.-j., Nam H. S. A Bayesian Network Model for Predicting Post-stroke Outcomes with Available Risk Factors. Frontiers in Neurology. 2018. Т. 9. Р. 1–11. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/neurology/articles/10.3389/fneur.2018.00699/full> (дата обращения: 12.09.2025). DOI: 10.3389/fneur.2018.00699.
13. Giovanna Nicora, Samuele Pe, Gabriele Santangelo. A Systematic Review of Machine Learning in Robotics-Assisted Rehabilitation // PREPRINT (Version 1) available at Research Square September 2024. URL: https://www.researchgate.net/publication/383731475_A_Systematic_Review_of_Machine_Learning_in_Robotics-Assisted_Rehabilitation (дата обращения: 12.09.2025). DOI: 10.21203/rs.3.rs-4674885/v1.
14. Fan Y., Liu A., Xie Q. Computer Vision-Driven Digitalization of the Nine Hole Peg Test Assessment Method: A Pilot Study // J. Med. Biol. September 2025. Т. 45. Р. 720–735. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40846-025-00980-1#citeas> (дата обращения: 12.09.2025). DOI: 10.1007/s40846-025-00980-1.
15. Diab M. S., Rodriguez-Villegas E. Embedded Machine Learning Using Microcontrollers in Wearable and Ambulatory Systems for Health and Care Applications: A Review // IEEE Access. 2022. Т. 10. Р. 98450–98474. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9893137#citations> (дата обращения: 12.09.2025). DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3206782.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

СТАТЬИ

УДК 378.146:004.89
DOI

CC BY 4.0

**ИНТЕГРАЦИЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ИСКУССТВЕННОГО
ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС****Белая Т. И., Бабюк Ю.**

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail: studentszip@yandex.ru*

Появление мощных инструментов генеративного искусственного интеллекта ставит перед высшим образованием задачу объективного оценивания знаний студентов. Цель статьи – проанализировать альтернативные методы оценивания, которые перемещают фокус с контроля результата на развитие ключевых компетенций студента. В качестве метода исследования использован пример эволюции задания по разработке функции проверки палиндрома на платформе «1С», в рамках которого применялись аутентичное оценивание, модель академической прозрачности, поэтапное сопровождение (scaffolding) и педагогика сомнения. Было установлено, что традиционные подходы к контролю неэффективны и подрывают доверие, тогда как многоуровневая педагогическая модель способствует формированию у студентов аналитических, проектировочных и критических навыков, а также ответственного отношения к технологиям. Полученные результаты показали, что акцент на процессе обучения повышает качество подготовки и снижает зависимость от генеративных инструментов. Для адаптации системы высшего образования к новым технологическим возможностям необходимо применять комплексный подход к оценке результатов обучения, который сочетает различные педагогические приемы, переподготовку преподавателей и разумное использование технологий аудита, что обеспечивает устойчивое развитие образовательной среды без ущерба для академической честности.

Ключевые слова: генеративный искусственный интеллект, академическая добросовестность, педагогический дизайн, аутентичное оценивание, преподавание программирования, образовательная политика, язык программирования 1С, когнитивные навыки, критическое мышление, этика применения искусственного интеллекта

**INTEGRATION OF GENERATIVE ARTIFICIAL
INTELLIGENCE INTO THE EDUCATIONAL PROCESS****Belaya T. I., Babuk Yu.**

*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
“Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation”,
Saint Petersburg, Russian Federation, e-mail: studentszip@yandex.ru*

The emergence of powerful generative artificial intelligence tools poses a significant challenge for higher education: ensuring objective assessment of student knowledge. The purpose of this article is to analyze alternative assessment methods that shift the focus from outcome control to the development of students' key competencies. The research method involved a case study tracing the evolution of a programming assignment focused on developing a palindrome verification function within the “1C” platform. This case incorporated principles of authentic assessment, the model of academic transparency, instructional scaffolding, and a pedagogy of doubt. The study found that traditional control-based approaches are ineffective and undermine trust, whereas a multi-level pedagogical model fosters the development of analytical, design, and critical thinking skills among students, as well as a responsible attitude toward technology. The results demonstrated that emphasizing the learning process enhances the quality of education and reduces dependence on generative tools. In conclusion, adapting higher education to new technological possibilities requires a comprehensive approach to learning assessment. This approach should integrate diverse pedagogical techniques, instructor retraining, and the judicious use of audit technologies. Such a strategy ensures the sustainable development of the educational environment without compromising academic integrity.

Keywords: generative artificial intelligence, academic integrity, pedagogical design, authentic assessment, programming education, educational policy, 1C programming language, cognitive skills, critical thinking, ethics of artificial intelligence use

Введение

Развитие больших языковых моделей (LLM) привело к появлению общедоступных генеративных интеллектуальных сервисов (ИИ-сервисов), использование которых спровоцировало кризис в академической среде: от школы до высших учебных заведений [1–3]. В первую очередь это коснулось дисциплин, связанных с соз-

данием текстов и программированием, что привело к конфликту между традиционной системой оценивания и новыми технологиями [4, с. 71–99; 5].

Традиционная система оценки в образовании связана с проверкой качества выполнения конечного продукта и предполагает, что работа выполнена обучающимся самостоятельно, что является основным усло-

вием для развития когнитивных навыков высшего порядка [6, с. 62–80; 7, с. 113–173]. Генеративный искусственный интеллект (ИИ) позволяет сгенерировать внешне качественный продукт, пропуская этапы необходимые для дальнейшего обучения, и создает риск формирования «иллюзии компетентности» у обучающихся [2; 3]. Таким образом, проблема заключается не только в сохранении академической добросовестности [8, с. 13–82], но и в обеспечении реального усвоения знаний [6, с. 131–150].

Первой реакцией образовательных учреждений был полный запрет на использование ИИ-сервисов и поиск инструментов, которые бы позволили определять сгенерированный контент [2; 8, с. 126–191]. Такая стратегия оказалась малоэффективной по следующим причинам:

- современные инструменты детекции демонстрируют высокий процент ложноположительных срабатываний. Например, работа содержит: текст с низкой перплексией, канонические/общепринятые решения [3];

- игнорирование возрастающей тенденции к использованию ИИ-сервисов в профессиональной среде, во многих областях генеративный искусственный интеллект используется для автоматизации рутинных операций, что создает разрыв между навыками обучающихся и ожиданиями в профессиональной среде [9; 10, с. 32–56];

- происходит смещение образовательного процесса в сторону контроля, что может приводить к уменьшению времени на учебный процесс в условиях естественных ограничений [4, с. 121–145; 11].

Цель исследования – разработка и обоснование модели оценки образовательных результатов, с помощью которой можно эффективно интегрировать генеративный искусственный интеллект в учебный процесс и сместить фокус оценивания с контроля результата на анализ деятельности обучающегося. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: провести анализ рисков и ограничений стратегий запрета ИИ в учебном процессе; выявить способы организации учебной деятельности при использовании генеративного ИИ; разработать модель оценивания, ориентированную на процесс деятельности, а не на продукт.

Материалы и методы исследования

В рамках работы предложена модель оценивания знаний, умений и навыков обучающихся в условиях внедрения в образовательный процесс генеративного ИИ. Для ее построения использовались методы анализа, синтеза и сравнительного обобщения

современных подходов к оцениванию в образовательных учреждениях. Основой модели являются принципы аутентичного оценивания, академической прозрачности, Scaffolding и педагогики сомнения, адаптированные под использование ИИ-сервисов в образовании.

Результаты исследования и их обсуждение

Актуальность разработки новой модели оценивания определяется ключевыми стратегическими задачами образовательного процесса: сохранение преемственности и передача фундаментальных научных знаний; адаптация процесса подготовки профессиональных кадров в соответствии с требованиями изменчивой внешней среды [10, с. 93–97; 12, с. 19–75; 13].

Для достижения поставленной цели необходимо использовать комплексный подход, который обеспечит достижение учебных целей на кратко- и среднесрочных горизонтах планирования, а также осуществить сбор релевантных данных для принятия решений в долгосрочной перспективе. Применение комплексного подхода позволит перенести акцент с оценки статического продукта деятельности на анализ процесса деятельности обучающегося [6, с. 151–179; 7, с. 27–60; 14, с. 98–113].

Метод аутентичного оценивания

Аутентичное оценивание заключается в анализе деятельности обучающегося через имитацию типичного рабочего процесса в отрасли [7, с. 102–196]. Рассмотрим применение метода аутентичного оценивания на стандартном задании для программистов.

Пример 1: *«написать функцию, которая осуществляет проверку, является ли введенная строка палиндромом, при решении задачи необходимо учитывать регистр и пробелы между словами. Палиндром – число, буквосочетание, слово или текст, одинаково читающиеся в обоих направлениях. Тестовые примеры: «Дом мод» – палиндром, «Около Миши молоко» – не палиндром. Язык реализации – 1С»:*

- *традиционное оценивание* – задача на определение палиндрома является канонической, решения которой доступны на разных языках программирования в открытых источниках, поэтому генеративный ИИ-сервис успешно сформирует «идеальный» код для ее решения на любом языке, что делает стандартные проверки неэффективными (рис. 1). Таким образом, существует высокая вероятность проверить и оценить эффективность ИИ-инструмента, а не сформированность компетенций у студента [3].

```

Функция ПроверитьНаПалиндром(ВходнаяСтрока) Экспорт
    РегулярноеВыражение = Новый РегулярноеВыражение;
    РегулярноеВыражение.Шаблон = "\s";
    СтрокаБезПробелов = РегулярноеВыражение.Заменить(ВходнаяСтрока,
    "");
    ПеревернутаяСтрока = "";
    Для Сч = СтрДлина(СтрокаБезПробелов) По 1 Цикл
        ПеревернутаяСтрока = ПеревернутаяСтрока +
    Сред(СтрокаБезПробелов, Сч, 1);
    КонецЦикла;
    Возврат СтрокаБезПробелов = ПеревернутаяСтрока;
КонецФункции

```

*Рис. 1. Пример листинга для решения задачи «Палиндром»,
сгенерированного ИИ по запросу студента
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования*

Таблица 1

Пример требований и оценка рефакторинга кода

Аспект задания	Содержание
Ключевые требования ТЗ	Запрет регулярных выражений, добавить возможность для настройки фильтрации, оптимизация алгоритма: запретить полное переворачивание строки
Ожидаемый результат	Логически переработанный студентом код (рис. 2), понимание исходного алгоритма, умение модифицировать код по требованиям
Проверяемые компетенции	Анализ и рефакторинг кода, знание стандартных функций 1С, понимание алгоритмов и их эффективности, работа с требованиями
Шкала оценки (max балл 10)	0–6 баллов – выполнен только результат, без анализа; 5–7 баллов – есть понимание процесса, упущены важные нюансы; 8–10 баллов – демонстрируется полное понимание процесса получения решения

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

```

Функция ЭтоПалиндром(АнализируемаяСтрока, ЗапрещенныеСимволы)
    ФорматированнаяСтрока=НРег(СтрСоединить(СтрРазделить(Анализируема
    яСтрока, ЗапрещенныеСимволы, Истина)));
    ОбратныйСчетчик = СтрДлина(ФорматированнаяСтрока);
    Для Счетчик = 1 По ?(ОбратныйСчетчик % 2 = 0, ОбратныйСчетчик /
    2, (ОбратныйСчетчик - 1) / 2) Цикл
        Если Сред(ФорматированнаяСтрока, Счетчик, 1) <>
    Сред(ФорматированнаяСтрока, ОбратныйСчетчик, 1) Тогда
            Возврат Ложь;
        КонецЕсли;
        ОбратныйСчетчик = ОбратныйСчетчик - 1;
    КонецЦикла;
    Возврат Истина;
КонецФункции

```

*Рис. 2. Пример модификации исходного кода студентом самостоятельно
для решения задачи «Палиндром»
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования*

– *аутентичное задание* – для проверки сформированности компетенций защита работы предполагается двухэтапная процедура защиты работы, которая моделирует реальный процесс разработки программного обеспечения:

- первый этап – студент предоставляет программный код, источник происхождения которого на данном этапе не важен (самостоятельная работа, заимствование, генерация ИИ) (рис. 1). Код проверяется на соответствие заданию и работоспособность на контрольных наборах входных данных;

- второй этап – моделируется ситуация «код-отзыв». За ограниченное время необходимо модифицировать код в соответствии с требованиями (табл. 1). Ожидаемый вариант кода представлен на рис. 2.

Основными недостатками метода аутентичного оценивания являются большие временные затраты преподавателя (проведение собеседования, подготовка индивидуальных заданий) и необходимость работы в малых учебных группах (не более 10 чел. на 1 преподавателя). Однако указанные не-

достатки оправдываются ключевыми преимуществами метода: создание аутентичной ситуации из реальной практики разработки, возможность проверить качество сформированных компетенций, оценить уровень самостоятельности работы, возможность применения в различных учебных дисциплинах вне зависимости от возраста обучающегося [7, с. 238–267].

Модель академической прозрачности

Использование метода академической прозрачности делает использование ИИ легальным и прозрачным, формируя культуру ответственного и критического использования интеллектуальных инструментов (ИИ-инструментов) [8, с. 191–302]. Сущность метода заключается в том, что оценивается процесс создания готового продукта, способность студента взаимодействовать с ИИ, критически оценивая полученные результаты, умение дорабатывать сгенерированный продукт (ИИ-продукт), аргументация принятых решений [3; 5; 14, с. 201–263].

Таблица 2

Пример структуры отчета

№	Раздел отчета	Содержание и требования	Пример (для задания «Палиндром на 1С»)
1	Журнал взаимодействия	Полная хронология всех запросов к ИИ-ассистенту и полученных ответов	Запрос 1: «Напиши функцию на 1С для проверки строки на палиндром» Ответ ИИ: [рис. 1] Запрос 2: «Эта функция не работает с запятыми и пробелами. Как ее улучшить?» Ответ ИИ: [Предложил использовать Регулярное Выражение]
2	Исходная генерация	Чистый код, первоначально сгенерированный ИИ	Рисунок 1
3	Критический анализ	Подробное описание проверки и тестирования ИИ-решения. Указать: методы тестирования, обнаруженные проблемы, логику анализа	Тест 1: ‘’, ‘а’, ‘а’, ‘а’, ‘А роза упала на лапу Азора’. Выявлено: 1. Использование регекс вызывает ошибку в моей конфигурации. 2. Знаки препинания и пробелы ломают проверку. 3. Алгоритм неэффективен для длинных строк
4	Финализация решения	Представление рабочей версии кода после всех доработок. К каждому значимому изменению необходимо дать краткое пояснение	Рисунок 2. Пояснения: «Заменяю РегулярноеВыражение на цикл и Стр Заменить для совместимости». «Добавил параметр ИгнорироватьРегистр для гибкости». «Оптимизировал алгоритм, чтобы он завершался при первом несовпадении»
5	Самооценка вклада	Аргументированная оценка личного вклада и вклада ИИ в процентах	Мой вклад (75 %): анализ требований, формулировка запросов, тестирование, поиск ошибок, рефакторинг кода, оптимизация алгоритма, написание отчета. Вклад ИИ (25 %): предоставление базового шаблона кода и идей для общего подхода

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Таблица 3

Пример применения метода Scaffolding

Этап	Название этапа	Задание студенту	Ожидаемый результат
1	Анализ требований	Сформулировать вопросы к задаче	Документ с описанием алгоритма (текст/блок-схема) и набор тестовых примеров
2	Реализация логики решения	Разработать алгоритм решения задачи	Исходный код функции (Функция Проверить ПалиндромПросто(Строка))
3	Рефакторинг и оптимизация	Используйте ИИ для поиска альтернативных решений, провести анализ ИИ-вариантов	Обновленный код функции (Функция ПроверитьПалиндромОптимально(Строка)) и пояснение о внесенных изменениях
4	Тестирование и документация	Провести итоговое тестирование и оформить документацию	Итоговый код функции и краткий отчет о результатах тестирования и качестве решения

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

Для использования метода академической прозрачности изменим задание из примера 1 следующим образом: «*Разрешается использование ИИ-инструментов для исследования, генерации прототипа и оптимизации кода. В отчет необходимо включить развернутое описание процесса разработки (табл. 2)*».

Ключевыми недостатками метода академической прозрачности являются уязвимость к фальсификации, высокие временные затраты, сложность формализации критерием оценки, что не исключает недобросовестность полностью. Следует отметить, что метод позволяет сформировать: навыки эффективной работы с современными ИИ-инструментами, умение сформулировать запрос, навыки критического анализа полученных результатов, тестирования и применения результатов в конкретном контексте.

*«Разделение на этапы» (Scaffolding)
и контрольные точки*

Метод предполагает разбивку сложной задачи на последовательные, логически связанные этапы (этапность), каждый из которых является промежуточной контрольной точкой. Подход, вдохновленный идеями Л. С. Выготского о «зоне ближайшего развития» [14, с. 113–261], исключает возможность сдачи работы сгенерированной ИИ за один запрос и формирует навык системного решения задач [15, с. 64–163; 16, с. 75–84].

В табл. 3 приведено применение метода Scaffolding на примере задачи о палиндромах.

Метод Scaffolding позволяет сформировать метакогнитивные навыки, реализует принцип развивающего обучения вне зависимости от возраста студента, развивает навыки работы с ИИ-инструментами, доступность в реализации для различных дисциплин. Однако метод обладает следующими

недостатками: высокая трудоемкость, сложность реализации в больших группах, зависимость от качества промптов, технические и ресурсные ограничения.

*Педагогика сомнения
(Pedagogy of Doubt)*

Педагогика сомнения используется для получения студентами навыков критического анализа и сомнения в результатах, полученных с помощью ИИ-генерации [2; 5]. Например, формулировка задания может быть следующей: «*рассмотрите код из рис. 1, выявите потенциальные узкие места, аргументируйте свой выбор и внесите обоснованные исправления, необходимые для оптимизации кода*». В результате выполнения задания студент может предложить вариант решения (рис. 2) и аргументированно объяснить внесенные изменения.

Таким образом, генеративный ИИ можно рассматривать в качестве нового инструмента, с помощью которого можно повысить эффективность и качество процесса обучения, делая его более гибким и устойчивым.

Интеграция ИИ-инструментов в образовательный процесс позволит: преподавателю уделять больше времени индивидуальной работе, которая направлена на развитие критического мышления и понимания, при этом студент остается активным субъектом обучения, он учится управлять сложными инструментами (ИИ); сформировать практико-ориентированные компетенции, такие как прагматичность взаимодействия с ИИ, критическая верификация, синтез информации, ответственное использование сложных ИИ-инструментов; создать среду академической прозрачности и повысить практическую ценность обучения.

Предложенный эволюционный подход формирует основу для проверки следующих гипотез:

– гипотеза 1 – качество понимания: влияет ли регламентированное использование ИИ на результаты обучения по сравнению с контрольными группами, где ИИ либо запрещен, либо используется бесконтрольно;

– гипотеза 2 – эффективность и надежность: снижается ли процент нерабочих или нефункциональных решений, сдаваемых на проверку;

– гипотеза 3 – академическая добросовестность: снижается ли число грубых нарушений (прямой плагиат, покупка работ и т.д.).

Интеграции ИИ в образовательный процесс требует решения проблем, таких как увеличение аудиторной/внеаудиторной нагрузки на преподавателя, необходимость адаптации оценочных средств, неравенство доступа к современным ИИ-инструментам.

Заключение

Анализ показал, что традиционные подходы к оцениванию знаний и навыков студентов в условиях широкого распространения генеративного ИИ теряют свою объективность, так как нацелены на оценку конечного результата, а не процесса его достижения. Предложенные в статье методы – аутентичное оценивание через «живое кодирование», модель академической прозрачности, Scaffolding и педагогика сомнения – представляют собой целостную систему, направленную на развитие когнитивных и метакогнитивных навыков (критическое мышление, интеграция знаний, рефлексия, ответственность), которые становятся наиболее востребованными и конкурентоспособными в период интеллектуальной автоматизации. При этом следует отметить, что внедрение указанного подхода потребует значительных временных затрат со стороны преподавателя (подготовка заданий, многоэтапная проверка заданий, индивидуальные собеседования).

Список литературы

1. Nguyen K. V. The Use of Generative AI Tools in Higher Education: Ethical and Pedagogical Principles // *Journal of*

Academic Ethics. February 2025. Vol. 23. P. 1435–1455. DOI: 10.1007/s10805-025-09607-1.

2. Zimmerman B. J. Becoming a Self-Regulated Learner: An Overview // *Theory into Practice*. June 2002. Vol. 41. Is. 2. P. 64–70. DOI: 10.1207/s15430421tip4102_2.

3. Каптерев А. И. Вызовы генеративного искусственного интеллекта для системы высшего образования // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования*. 2023. Т. 20. № 3. С. 255–264. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=58730746> (дата обращения: 20.11.2025).

4. Selwyn N. *Education and Technology: Key Issues and Debates*. 3rd ed. London: Bloomsbury Academic, 2021. 232 p. ISBN 9781350145559.

5. Ивахненко Е. Н., Никольский В. С. ChatGPT в высшем образовании и науке: угроза или ценный ресурс? // *Высшее образование в России*. 2023. № 32 (4). С. 9–22. URL: <https://vovr.elpub.ru/jour/article/view/4322> (дата обращения: 20.11.2025).

6. Ferlazzo L., Hull K. *Helping Students Motivate Themselves: Practical Answers to Classroom Challenges*. Abingdon: Taylor and Francis, 2013. 208 p. ISBN 9781317930266.

7. Fink L. D. *Creating Significant Learning Experiences: An Integrated Approach to Designing College Courses*. 1st ed. San Francisco: Jossey-Bass, 2013. 352 p. ISBN 9781118416327.

8. Wiggins G., McTighe J. *Understanding by Design*. 2nd ed. Alexandria, VA: ASCD, 2005. 370 p. ISBN 9781416600350.

9. Генеративный искусственный интеллект: выпуск 11 / сост. Л. В. Константинова, В. В. Ворожихин, А. М. Петров, Е. С. Титова; Российская экономическая академия им. Г. В. Плеханова. М., 2023. 120 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rea.ru/-file/76152/Выпуск+11.+Генеративный+искусств.+интеллект.pdf> (дата обращения: 20.11.2025).

10. Щедровицкий Г. П. *От логики науки к теории мышления*. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2025. 1271 с. ISBN 978-5-00214-611-6.

11. Mollick E. R., Mollick L. Using AI to Implement Effective Teaching Strategies in Classrooms: Five Strategies, Including Prompts // *The Wharton School Research Paper*. 2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://ssrn.com/abstract=4391243> (дата обращения: 20.11.2025).

12. Lemov D. *Teach Like a Champion 3.0: 63 Techniques that Put Students on the Path to College*. San Francisco: Jossey-Bass, 2021. 560 p. ISBN 9781119712466.

13. Руденко Е. С., Турянская С. А. Генеративный искусственный интеллект для преподавателя: стратегии, инструменты, этика // *Педагогическая перспектива*. 2025. № 3 (19). С. 20–32. URL: <https://journal-iro23.ru/wp-content/uploads/2025/06/Руденко-Турянская.-2025.-3.-20-32.pdf> (дата обращения: 20.11.2025).

14. Выготский Л. С. *Мышление и речь*. М.: АСТ, 2023. 576 с. ISBN 978-5-17-155130-8.

15. Biggs J., Tang C. *Teaching for Quality Learning at University*. 4th ed. Maidenhead: McGraw-Hill Education, 2011. 418 p. ISBN 0335242766.

16. Sousa D. A. *How the Brain Learns: Applying Brain Research to the Classroom*. 6th ed. Thousand Oaks, CA: Corwin, 2022. 336 p. ISBN 978-1-071-85533-1.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПРОДВИЖЕНИЮ САЙТОВ

¹Беспалько А. А., ²Строганова Н. В., ²Тощев А. П., ¹Тутынина О. И.

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н. И. Лобачевского», Нижний Новгород, Российская Федерация;

²Волго-Вятский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский институт связи и информатики», Нижний Новгород, Российская Федерация, e-mail: snv_nki@mail.ru

В статье исследуется место нейросетевых технологий в преподавании темы «Продвижение сайтов» в рамках предмета «Веб-дизайн и продвижение сайтов» для студентов, обучающихся по программе магистратуры. Целью исследования является изучение роли нейросетей в учебном процессе, обоснование целесообразности их использования и предложение практических рекомендаций применения технологий искусственного интеллекта в обучении студентов. Протестировав новый формат преподавания с использованием нейросетевых технологий, авторы обосновывают целесообразность внедрения инструментов искусственного интеллекта в образовательную деятельность. Рассматриваются ключевые этапы SEO-продвижения. Особое внимание уделено применению нейросетей для автоматизации процессов анализа данных, генерации контента. Практическая часть исследования демонстрирует, как применение технологий искусственного интеллекта в образовательном процессе позволило перераспределить учебные часы: сократить время на семантический анализ и создание контента, высвободив ресурсы для освоения дополнительных тем, включая внешнее продвижение сайтов. Приводятся примеры использования промптов для работы с нейросетями (анализ целевой аудитории, генерация SEO-текстов). Результаты подтверждают гипотезу о том, что нейросети способны оптимизировать обучение, снижая трудоемкость технических задач и расширяя возможности для творческой деятельности студентов.

Ключевые слова: оптимизация учебного процесса, вуз, нейросетевые технологии, искусственный интеллект, SEO, семантическое ядро, анализ целевой аудитории, контент сайта

USING NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF TRAINING STUDENTS IN SITE PROMOTION

¹Bespalko A. A., ²Stroganova N. V., ²Toshev A. P., ¹Tutynina O. I.

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod”, Nizhny Novgorod, Russian Federation;

²Volga-Vyatka branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Moscow Institute of Communications and Informatics”, Nizhny Novgorod, Russian Federation, e-mail: snv_nki@mail.ru

The article examines the place of neural network technologies in teaching the topic «Website Promotion» within the subject «Web Design and Website Promotion» for students of master's programs. The aim of the study is to examine the role of neural networks in the educational process, justify the feasibility of their use, and provide practical recommendations for incorporating artificial intelligence technologies into student learning. By testing a new teaching format using neural network technologies, the authors demonstrate the benefits of incorporating artificial intelligence tools into educational activities. The article also highlights the key stages of SEO promotion. Special attention is paid to the use of neural networks for automating data analysis processes and content generation. The practical part of the study demonstrates how the use of artificial intelligence technologies in the educational process has allowed for the redistribution of study hours: reducing the time spent on semantic analysis and content creation, freeing up resources for the development of additional topics, including external website promotion. Examples of using prompts for working with neural networks (target audience analysis, and SEO text generation) are provided. The results confirm the hypothesis that neural networks can optimize learning by reducing the complexity of technical tasks and expanding opportunities for students' creative activities.

Keywords: optimization of the educational process, university, neural network technologies, artificial intelligence, SEO promotion, semantic core, target audience analysis, content generation

Введение

Динамика развития цифровых технологий и, в частности, маркетинга ставит новые задачи перед образовательной системой, требуя введения в образовательный процесс

вуза современного инструментария, позволяющего сокращать временные затраты на выполнение рутинных операций. Одним из таких инструментов являются нейросетевые технологии, которые позволяют авто-

матерализовать многие процедуры, требующие больших временных затрат на решение некоторых задач, и сосредоточиться на развитии креативных компетенций будущих специалистов.

Цель исследования – обосновать целесообразность использования и предложить практические рекомендации применения технологий искусственного интеллекта в преподавании темы «Продвижение сайтов» студентам вуза с целью оптимизации учебного процесса и сокращения временных затрат обучающихся на выполнение рутинных задач.

Материалы и методы исследования

Материалом исследования служит содержание предметной области продвижения сайтов. Методика исследования включала изучение теоретических основ продвижения сайтов, применения нейросетей в образовании, консультации со специалистами в сфере продвижения сайтов, проведение теста нового формата преподавания темы с использованием искусственного интеллекта и сравнение результатов с традиционным методом. Внедрение нейросетевых технологий осуществлялось при обучении двух групп студентов магистратуры в 2024–2025 учебном году.

Результаты исследования и их обсуждение

Поисковая оптимизация является важным навыком для современного веб-разработчика, не только помогая оптимизировать сайты для поисковых систем, но и формируя более структурный подход к созданию веб-ресурсов [1]. Использование искусственного интеллекта способно существенно снизить трудоемкость выполнения отдельных этапов учебной деятельности, позволяя студентам концентрироваться на творческом аспекте профессиональной подготовки, а также увеличить глубину освоения студентами материалов темы «Продвижение сайтов» в рамках предмета «Веб-дизайн и продвижение сайтов». Особенно это актуально при небольшом количестве часов, отведенных на изучение темы, что не позволяет глубоко погрузиться в предмет.

Чтобы определить место искусственного интеллекта среди инструментов обучения, рассмотрим содержание предметной области и структуру темы.

Структурный подход к продвижению сайтов

Эффективное продвижение сайта включает последовательное выполнение ряда

шагов, направленных на достижение максимальной видимости ресурса в сети и привлечение целевой аудитории [2]. Применение структурного подхода позволяет систематизировать работу над проектом, минимизировав риски ошибок и упущенных моментов [3].

Рассмотрим основные моменты структурного подхода к продвижению сайтов.

1. Анализ конкурентов

Анализ конкурентов в SEO – это систематический процесс сбора, сравнения и интерпретации данных о сайтах-конкурентах с целью выявления эффективных практик и областей для улучшения собственной стратегии продвижения [4].

Он включает изучение ключевых слов, структуры сайта, контент-активности, профилей обратных ссылок и технических факторов на страницах, а также поведения пользователей и динамики рейтингов. Это помогает определить ниши, где конкуренты получают органический трафик, выявить скрытые возможности и угрозы, оценить релевантность контента и архитектуры сайта, а также выработать обоснованные тактики для повышения позиций и устойчивости результатов. В результате анализа формируются гипотезы для оптимизации и плана действий.

2. Аналитика и исследование ниши

Важный этап любого тематического проекта – тщательный анализ текущего состояния рынка и целевой аудитории [5]. Необходимо определить ключевые характеристики потенциальных клиентов, их страхи и ожидания, выявить уровень конкуренции и составить подробный портрет будущего посетителя сайта [6].

Эта информация служит основой для дальнейшей работы.

3. Сбор семантики

Семантическое ядро представляет собой совокупность ключевых слов и фраз, отражающих содержание сайта и его тематику. Основной составляющей ядра являются ключевые фразы. Они помогают алгоритмам поисковых систем находить веб-страницы, наиболее соответствующие тематике запроса. Фактически ключевые фразы являются связью между пользователем, который ищет информацию, и сайтом.

Также на основе ядра осуществляется настройка метаданных, заголовков, описания страниц и всего контента сайта, что является едва ли не главной составляющей успеха в продвижении сайта.

Процесс формирования семантического ядра состоит из нескольких этапов:

Сбор исходных данных. Включает анализ конкурентов, проведение опросов и ин-

тервью с представителями целевой аудитории, выявление популярных запросов в своей отрасли. Поиск интента, совпадающего с целями бизнеса, – важная составляющая этого этапа, так как именно он зачастую определяет не только контент страницы, но и ее структуру. Согласно [7, с. 15] в контент-маркетинге и SEO под интентом подразумевают желание, намерение или потребность пользователя. Это то, ради чего затевается поиск в интернете, своего рода мотив пользователя.

Построение базиса. Базис представляет собой набор основных поисковых запросов, которые набирает пользователь в поисковой системе. Это короткие фразы, обычно состоящие из одного-двух слов, которые обозначают целевую тематику страницы.

Поиск ключевых фраз. Семантическое ядро представляет собой максимально полный набор ключевых фраз, отражающих тематику, структуру и содержание сайта [8]. Обычно семантически выделяют четыре вида ключей.

Ключевые слова с информационным умыслом – помогают отвечать на самые актуальные вопросы пользователей, связанные с предлагаемым продуктом или услугами. Подходят для блога или страниц с часто задаваемыми вопросами. Часто используются в статейном продвижении.

Ключевые слова с транзакционными намерениями – указывают на готовность пользователя совершить конверсионное действие. Такие ключи используют на страницах воронки продаж, так как они помогают плавно подвести клиента к целевому действию.

Ключевые слова с коммерческими намерениями – говорят о том, что клиент уже готов совершить покупку или оставить заказ, то есть достичь цели, которой был посвящен сайт. Подходят для коммерческих страниц, с которых можно совершить конверсию напрямую.

Ключевые слова с навигационным интентом – это запросы, которые выражают желание пользователя перейти на определенный ресурс или страницу в интернете. Такие запросы характеризуются тем, что пользователи ищут конкретную компанию, продукт или услугу, уже зная название бренда или домен нужного сайта. Навигационный интент проявляется, когда пользователь хочет попасть непосредственно на нужный ему ресурс, минуя промежуточные шаги поиска информации. Используются для оптимизации брендовых страниц.

Кластеризация. Чтобы каждая страница сайта соответствовала одному целевому интенту, ядро разбивают на кластеры – сход-

ные поисковые запросы [9]. Кластеризация запросов – это процесс группировки ключевых слов и фраз по определенным признакам, таким как схожесть смысла, синонимичность или близость тематики. Этот метод применяется в SEO для более точного распределения запросов по страницам сайта, что облегчает работу поисковых систем и улучшает ранжирование ресурса. Один кластер соответствует контенту одной страницы сайта.

4. Оптимизация контента

Контент играет ключевую роль в привлечении трафика и удержании внимания пользователей, а также в формировании имиджа компании [10]. Взаимосвязь между оптимизацией сайта и его контентом не только повышает позиции в поисковой выдаче, но и создает ценность для пользователей, тем самым улучшая поведенческий фактор. Продвижение сайта – это фактически продвижение текста, размещенного на этом сайте [11, с. 84].

Чтобы обеспечить соответствие страниц сайта целям бизнеса и интересам аудитории, контент должен быть уникальным, информативным и привлекательным визуально. Кроме ключевых фраз из семантического ядра используются LSI-фразы. Латентно-семантическое индексирование (LSI) – семантический алгоритм, который индексирует и находит тематически связанные фразы и слова. Благодаря этому контент сайта становится более «живым» и адаптированным к пониманию человеком.

5. Техническая оптимизация

Сайт должен соответствовать современным стандартам качества и производительности [12]. Это касается скорости загрузки страниц, адаптивности под мобильные устройства, удобства навигации и защиты персональных данных пользователей. Улучшение технических характеристик улучшает восприятие сайта пользователями и положительно влияет на позицию в результатах поиска.

6. Внешнее продвижение

Внешняя оптимизация направлена на улучшение репутации сайта с точки зрения поисковых систем [13]. Сюда входят мероприятия по наращиванию качественной внешней ссылочной массы, публикация статей на сторонних ресурсах, взаимодействие с соцсетями и ведение активного блога. Чем больше естественных ссылок ведет на сайт, тем выше доверие к нему со стороны поисковых роботов.

7. Мониторинг и оценка результатов

Регулярный мониторинг показателей эффективности (посещаемости, глубины просмотра, коэффициентов конверсии) по-

звolyет своевременно вносить коррективы в стратегию продвижения. Постоянная проверка технического состояния сайта, аудиты и тестирование обеспечивают стабильность результата.

Структура темы «Продвижение сайтов»

Тема «Продвижение сайтов» направлена на формирование навыков эффективной поисковой оптимизации (SEO). На старте обучения студенты уже имеют готовый сайт, созданный в рамках другого предмета, однако структура и контент ресурса еще не определены, созданы только технические страницы и дизайн. Фактически известна только тематика бизнеса, выбранная на этапе создания сайта.

Основной задачей темы «Продвижение сайта» является освоение методов и инструментов, необходимых для привлечения максимального количества целевого трафика на сайт. Однако количество часов, отведенных на предмет, позволяло качественно погрузиться только в пять тем.

1. Анализ конкурентов

Выполняется вручную, путем поиска сайтов потенциальных конкурентов выбранного бизнеса, уже попавших в топ поисковой выдачи. Анализ найденных ресурсов выполняется с помощью доступных бесплатных сервисов, например PR-CY. Цель раздела – выбрать базисы, по которым продвигаются конкуренты, собрать основу для будущего семантического ядра. Дополнительно студенты подмечают удачные и неудачные решения конкурентов и вносят изменения в структуру своего сайта.

2. Анализ целевой аудитории с целью поиска интента

Студенты изучают информационные ресурсы, где присутствует целевая аудитория (форумы, сайты отзывов) и выявляют основные ожидания и страхи. На этот блок тратится достаточно много времени, так как поиск осуществляется «вслепую».

3. Сбор семантического ядра

Следующим шагом является создание полного списка ключевых слов и фраз, характеризующих сайт и продукцию компании. Обучающиеся осваивают методы сбора семантического ядра с помощью специализированных инструментов (например, Яндекс.Вордстат), изучают правила сортировки и очистки собранных данных. Это самый трудоемкий процесс, так как используются бесплатные инструменты.

4. Поиск LSI фраз

Студенты получают знания о латентно-семантическом индексировании (LSI) и его применении в генерации контента. Осваива-

ются техники поиска синонимов и близких по смыслу фраз, обеспечивающих полноту раскрытия темы и улучшение восприятия поисковыми роботами.

5. Создание и оптимизация контента

Данный этап посвящен выработке навыков создания качественного контента, соответствующего рекомендациям поисковых систем. Рассматриваются лучшие практики написания привлекательных заголовков, выделения ключевых слов, оформления текстов и изображений. С помощью специализированных бесплатных сервисов (например, miratext и seolik) проводится анализ текстов и страниц на частотность ключей, соответствие закону Ципфа.

6. Оптимизация страниц

Заключительный этап посвящен технической стороне SEO. Студенты овладевают приемами внутренней оптимизации сайта: правильной настройке robots.txt, карты сайта sitemap.xml, подключению к сервисам аналитики и заполнению значимых для продвижения тегов и атрибутов.

Как видно из структуры темы, из обучения выпадает такая важная тема как внешнее продвижение. Кроме того, этап анализа конкурентов сокращен по причине нехватки времени и ограничивается лишь поиском трех сайтов без их детального анализа.

Внедрение нейросетевых технологий в процесс обучения

Нейросетевые модели стали неотъемлемой частью практики SEO-продвижения благодаря своей способности обрабатывать большие объемы данных и выдавать точные прогнозы. Использование нейросетей позволило эффективно перераспределить время и добавить в структуру обучения еще одну тему.

В качестве инструментов были опробованы разные бесплатные сервисы: RusGPT, Алиса от Яндекса, ChatGPT, GigaChat от компании «Сбер». Каждый студент был вправе выбрать себе сервис самостоятельно, но самым удобным, с точки зрения авторов, оказался GigaChat. Его результаты меньше всего нуждались в технической доработке текста в части вхождения ключей и LSI фраз. Были достигнуты следующие результаты

Анализ конкурентов на основе нейросетевых моделей

На этапе анализа конкурентов нейросети применяются прежде всего для выборки базисных ключей. Как показала практика, при ином виде анализа бесплатные версии, например GigaChat, выдают большей частью придуманную информацию. Но бла-

годаря сокращению времени на сбор основных разделов семантического ядра на основе анализа структуры сайта конкурента появилось время на сбор информации о технических параметрах: трафик, время на сайте, отказы и пр. Это дает студентам большее представление о том, на что обращать внимание при изучении ресурсов конкурентов.

Еще один немаловажный момент, в котором помогает нейросеть, – выделение уникального торгового предложения (УТП) на сайте. Формулировка своего собственного УТП обычно представляется студентам сложной, так как оно должно быть привлекательным, и содержать ключевые фразы [14]. Наличие «живых» примеров, сформулированных нейросетью, является сильной поддержкой при формировании контента сайта.

Анализ целевой аудитории с применением нейронных сетей

Модели обработки естественного языка и эмбединги пользователей позволяют строить детальные профили аудитории и сегментацию по поведению [15]. В рамках обучения студенты используют нейросети для классификации целевой аудитории, выявления мотивов и «болевых точек» аудитории.

На практике авторы убедились, что грамотно сформулированные промпты прекрасно работают и нейросеть дает полную исчерпывающую (в рамках курса) информацию о целевой аудитории. Ниже представлен пример промпта:

Ты интернет-маркетолог, твоя задача – проанализировать целевую аудиторию сайта по продаже стройматериалов, в частности вагонки. Выдели четыре основных сегмента аудитории, опиши их страхи и желания. Желательно использовать информацию с форумов. Для каждого факта определи степень достоверности по пятибалльной шкале, укажи источники информации.

Информация о целевой аудитории также напрямую участвует в формулировке УТП и контента сайта.

Создание контента с участием нейросетевых инструментов

Этот этап является самым благодатным для применения нейросетей [16]. Не секрет, что не менее половины всего контента, присутствующего в онлайн-информационном пространстве, сейчас формируется с помощью искусственного интеллекта. Студентам важно научиться генерировать массовый контент для сайта таким обра-

зом, чтобы он отвечал требованиям оптимизации. Также важно понимать, как отличаются экспертные информационные статьи, которые, безусловно, должны писать специалисты, и коммерческие предложения, которые писать вручную, например, для большого интернет-магазина просто не имеет смысла.

Для примера можно привести промпт на написание коммерческого текста для страницы под ключ «Купить вагонку».

Сгенерируй текст на 1000 символов для страницы под ключ «Купить вагонку». Ключ должен присутствовать в прямом вхождении один раз, слова из ключа по три раза каждое дополнительно. Добавь слова LSI: «Панель деревянная» «Отделочный материал» «Интерьер» «Отделка» «Экологически чистый» «Природный декор» «Древесина натуральная» «Эстетика интерьера» «Стеновая панель» «Термообработка дерева» «Теплоизоляция помещения».

Результат, безусловно, требует доработки – не была включена одна LSI фраза и не хватило по одному вхождению слов из ключа. Однако студентам, которые не являются профессиональными копирайтерами, гораздо проще оптимизировать готовый текст, чем писать его с нуля. Одновременно с этим они учатся видеть особенности текстов, сгенерированных нейросетью и править их [17].

С точки зрения обучения нейросети помогают сократить время на составление текстового контента, предлагают различные варианты УТП на выбор и формулируют дополнительные контент-элементы, например заголовки страницы и описание для поисковых систем (сниппет).

Ниже представлен пример промпта на написание УТП и сниппета.

Ты копирайтер для сайта по продаже стройматериалов. Напиши УТП, которое будет размещено в заголовке H1, заголовок title и описание description. Требования: title не более 60 символов, ключ «купить вагонку», Description не более 160 символов, ключ «купить вагонку», добавь слова «скидка», «дерево», «липа», «осина», «сосна», «доставка». H1 под ключ «купить вагонку».

Результат вполне удовлетворителен и не требует доработки. Также нейросеть отлично помогает сформировать контент-план или подобрать тематику статьи в соответствии с семантическим ядром.

Такой подход позволяет студентам не только понять принципы создания SEO-контента, но и развить навыки оценки качества материалов и адаптивного управления контент-стратегией.

Перераспределение часов

Тема	Часы до оптимизации	Убрано /добавлено (-) часов	Часы после оптимизации
Анализ конкурентов	4	2	6
Аналитика и исследование ниши	4	2	6
Сбор семантики	12	-4	8
Оптимизация контента	12	-4	8
Техническая оптимизация	8	0	8
Внешнее продвижение	0	4	4
	40		40

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

В рамках программы уделяется внимание вопросам качества данных, прозрачности моделей и проверке результатов. Студентов учат критически относиться к выходам нейросетей: распознавать возможные предвзятости, оценивать риск дублирования контента и избегать некорректной интерпретации анализа конкурентов. Такой подход обеспечивает не только практическую результативность, но и научную строгость образовательного процесса.

Анализ результатов

Сегодня практически все студенты используют системы искусственного интеллекта как незаменимых помощников в процессе обучения. При этом далеко не все понимают, что искусственный интеллект не заменяет собственный, а является именно инструментом [18]. Внедрение его в процесс обучения под контролем преподавателя, осмысленное применение позволяет продемонстрировать все достоинства и недостатки нового цифрового инструмента [19].

В результате активного внедрения нейросетевых технологий в процесс обучения авторы не только показали студентам возможности систем ИИ в сфере продвижения сайтов, но и достигли важной цели – смогли сократить время на выполнение рутинных операций и выделить часы на дополнительные задания. Итог представлен в таблице.

Всего на тему выделено 40 ч практической работы. Проведя оптимизацию учебного процесса за счет внедрения нейросетевых технологий, авторы смогли добавить дополнительные задания по темам «Анализ конкурентов» и «Аналитика и исследование ниши», а также ввести в курс тему «Внешнее продвижение» и выделить на нее 4 ч.

Заключение

В качестве результата исследования авторами найдено место нейросетевых техно-

логий в рамках темы «Продвижение сайта», проработаны задания с учетом использования сервисов искусственного интеллекта. При проведении занятий был апробирован новый инструмент, что позволило перераспределить часы на изучение отдельных тем и добавить новый материал.

Список литературы

1. Кисляков В. И. Методы продвижения сайта в Интернете // Сборник трудов молодых ученых УВО «университет управления «ТИСБИ»: в 2 ч. Казань: Университет управления «ТИСБИ», 2023. С. 265–268. EDN: BDNVTG.
2. Ямали Д. Д. Современные тенденции и подходы к SEO-продвижению сайтов // Научно-исследовательский центр «Technical Innovations». 2023. № 16. С. 205–210. EDN: XELIOK.
3. Харламова И. Ю., Теренина Н. Л. Проблемы SEO-оптимизации сайтов компаний // Международный научно-исследовательский журнал. 2024. № 12 (150). С. 150. DOI: 10.60797/IRJ.2024.150.152. EDN: DLCWXT.
4. Титова Н. А. Повышение конкурентоспособности компании за счет оптимизации коммерческих, поведенческих факторов и юзабилити сайта // Экономика и предпринимательство. 2022. № 12 (149). С. 872–880. DOI: 10.34925/EIP.2022.149.12.169. EDN: VKXZRI.
5. Лукина А. А., Маслова Ю. В. Контент профессиональных сайтов в аспекте продвижения библиотек // Вестник Казанского государственного университета культуры и искусств. 2022. № 3. С. 39–43. EDN: VXPACV.
6. Еремин С. И. Методы разработки и оптимизации контента для повышения конверсий на веб-сайтах // Russian Economic Bulletin. 2025. Т. 8. № 1. С. 182–188. EDN: TDGBOA.
7. Климович Н. Г. Контент: топовые техники SEO-продвижения: практическое руководство. М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2025. 364 с. ISBN 978-5-9729-2178-2. [Электронный ресурс]. URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2226892> (дата обращения: 20.01.2026).
8. Щербакова Д. В., Миндубаев Р. SEO оптимизация сайтов: эффективные технологии продвижения бизнеса через поисковые системы интернета. Управление и экономика: исследования и разработки: монография / Под общ. ред. Б. Н. Герасимова. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. С. 260–283. EDN: VXLRUO.
9. Щербакова Д. В., Миндубаев Р. Инструменты автоматизации SEO-процессов // Вопросы инновационной экономики. 2023. Т. 13. № 3. С. 1477–1494. DOI: 10.18334/vinec.13.3.118986. EDN: XEMCQJ.

10. Шагеева Г. Р. Анализ предполагаемой актуальности влияния контента веб-сайта с точки зрения управления репутацией // *Инновационное развитие экономики*. 2022. № 6 (72). С. 126–135. DOI: 10.51832/2223798420226126. EDN: CQXKCH.
11. Мелькин Н. В., Горяев. К. С. Искусство продвижения сайта. Полный курс SEO: от идеи до первых клиентов. Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. 268 с. ISBN 978-5-9729-0139-5. [Электронный ресурс]. URL: <https://znanium.com/catalog/product/908301> (дата обращения: 20.01.2026).
12. Богомолов И. А., Дмитриев А. С., Киселев Ю. В. Использование машинного обучения для продвижения сайтов // *Инженерный вестник Дона*. 2023. № 5 (101). С. 59–68. EDN: KHSHFA.
13. Горячкин Б. С., Ковалева Н. А., Силантьева Е. Ю., Елизаров О. О. Разработка методов повышения эффективности SEO-оптимизации // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики*. Серия: Естественные и технические науки. 2023. № 6–2. С. 51–57. DOI: 10.37882/2223-2982.2023.6-2.10. EDN: TGGXYR.
14. Шарафутдинов Р. Ф., Насырова Е. В. Разработка сайта для продвижения образовательных программ высшего учебного заведения // *Педагогический журнал*. 2023. Т. 13. № 5–1. С. 881–889. DOI: 10.34670/AR.2023.15.89.116. EDN: RJXDVA.
15. Гришин Н. В. Применение инструментов на основе искусственного интеллекта в практической работе маркетолога // *Практический маркетинг*. 2025. № 7 (337). С. 31–36. DOI: 10.24412/2071-3762-2025-7337-31-36. EDN: NXRHLM.
16. Слицкая А. Е. Использование генеративного искусственного интеллекта в SEO для электронной коммерции // *Инновации и инвестиции*. 2023. № 11. С. 326–329. EDN: JNISQJ.
17. Шестерина А. М. Потенциал использования технологий искусственного интеллекта в обучении креативным профессиям // *Вестник Воронежского государственного университета*. Серия: Право. 2023. № 1. С. 277–282. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/332930> (дата обращения: 20.01.2026).
18. Черных С. И. Применение генеративного искусственного интеллекта в образовательных практиках как риск и как перспектива // *Профессиональное образование в современном мире*. 2024. Т. 14. № 4. С. 575–577. DOI: 10.20913/2618-7515-2024-4-2. EDN: EPNPKN.
19. Филинская Л. В., Левицкая И. В., Мисун А. А. Искусственный интеллект и образование: проблемы, риски, перспективы // *Журнал Белорусского государственного университета*. Социология. 2024. № 3. С. 71–77. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/366194> (дата обращения: 20.01.2026).

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

УДК 378.1:37.046.16
DOI



CC BY 4.0

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРЕПОДАВАНИЯ РУССКОГО ЯЗЫКА ОБУЧАЮЩЕМУСЯ КОНТИНГЕНТУ НАМИБИИ

¹Виниченко М. А. ORCID ID 0009-0003-4076-7636,

²Мариус Хедимби ORCID ID 0009-0000-6040-1269,

²Паулус Шеетекеела ORCID ID 0009-0003-2916-0008,

¹Махова А. А. ORCID ID 0009-0007-5436-0131

¹Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород,
Российская Федерация, e-mail: vinichenko@bsuedu.ru;

²Университет Вельвичиа, Виндхук, Республика Намибия

Внешняя политика России в вопросах продвижения русского языка за рубежом реализуется вузами России на территории Африки и призвана способствовать формированию положительного отношения к Российской Федерации в мировом сообществе, укреплению и расширению российского присутствия на международной арене. В частности, федеральное государственное автономное образовательное учреждение «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» в рамках сотрудничества с Университетом Вельвичиа (Намибия, Виндхук) реализует один из проектов обучения русскому языку граждан Намибии. Цель исследования – выявление основных характеристик контингента потенциальных слушателей курса русского языка, помимо студентов, выпускников вуза Университета Вельвичиа в Виндхуке, для распределения слушателей на однородные группы: по возрастам, по трудовой занятости, по уровням владения языком. В качестве стимульного материала было использовано объявление на сайте Университета Вельвичиа, основными методами исследования выступили сравнительный и метод статистической обработки данных (t-критерий). Результаты исследования показали, что контингент выборки неоднороден по всем показателям: месту проживания, уровню образования, возрастному цензу, трудовой занятости, уровню владения русским языком. Статистически была выявлена тенденция роста интереса к изучению русского языка у выборки школьного возраста. Контингент был распределен на группы с учетом мотивационной составляющей и уровнем владения языком. Итогом исследования является механизм формирования групп слушателей курса русского языка на территории Африки, обеспечивающий однородность групп как по уровню владения языком, так и мотивационной составляющей выборки, что позволяет с наименьшими временными затратами организовать полноценный и эффективный процесс обучения русскому языку.

Ключевые слова: русский язык как иностранный, программа подготовки слушателей, иностранные студенты, процесс обучения русскому языку, педагогические методы и приемы обучения русскому языку

Благодарности: Выражаем искреннюю благодарность за организацию деятельности по продвижению русского языка и всемерную поддержку руководству университета Вельвичиа, профессору Сколастик Н Иппинге – канцлеру Университета Вельвичиа, Виндхук, Намибия, доктору Монике Пендукени – председателю Совета Университета Вельвичиа, Виндхук, Намибия.

THE SPECIFICS OF THE ORGANIZATION OF RUSSIAN LANGUAGE TEACHING TO THE NAMIBIAN TRAINING CONTINGENT

¹Vinichenko M. A. ORCID ID 0009-0003-4076-7636,

²Marius Hedimbi ORCID ID 0009-0000-6040-1269,

²Paulus Sheetekela ORCID ID 0009-0003-2916-0008,

¹Makhova A. A. ORCID ID 0009-0007-5436-0131

¹Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
“Belgorod State National Research University”, Belgorod,
Russian Federation, e-mail: vinichenko@bsuedu.ru;

²Welwitschia University, Windhoek, Republic of Namibia

Russia's foreign policy in promoting the Russian language abroad is implemented by Russian universities in Africa and aims to foster a positive attitude towards the Russian Federation in the global community, as well as to strengthen and expand Russia's presence on the international stage. In particular, the Federal State Autonomous Educational Institution Belgorod State National Research University is implementing a project to teach Russian to Namibian citizens in cooperation with Welwitschia University (Namibia, Windhoek). The purpose of the study is to identify the main characteristics of the potential students of the Russian language course, in addition to students and graduates of the University of Welwitschia in Windhoek, in order to divide the students into homogeneous groups based on their age, employment status, and language proficiency levels. The study used an advertisement on the University of Welwitschia website as the stimulus material, and the main research methods were comparative analysis and statistical data processing (t-test). The results of the study showed that the sample population was heterogeneous in terms of all indicators: place of residence, level of education, age, employment status, and level of Russian language proficiency. Statistically, there was a trend of increasing interest in learning Russian among

school-age students. The population was divided into groups based on their motivation and language proficiency. The study resulted in a mechanism for forming groups of Russian language course participants in Africa, which ensures that the groups are homogeneous in terms of both language proficiency and motivation, allowing for a comprehensive and effective Russian language learning process with minimal time investment.

Keywords: Russian as a foreign language, training programs for students, foreign students, the process of teaching Russian, and pedagogical methods and techniques for teaching Russian

Acknowledgements: *We would like to express our sincere gratitude to the University's management for organizing events to promote the Russian language and providing all possible support: Pprof. Scolastica Iipinge, Council Vice-Chairperson Welwitchia University, Windhoek, Namibia and Dr. Monika Pendukeni, Council Chairperson Welwitchia University, Windhoek, Namibia.*

Введение

Современный мир сегодня претерпевает огромные изменения. Это ни для кого не секрет. Секрет заключается в том, насколько данные изменения ведут человечество к благополучию. В процессе трансформации сейчас находится каждая страна мира. Этот процесс глобален до максимума. В странах Африки выявлено столкновение геополитических интересов различных крупных международных акторов, притязающих на контроль не только над данными странами, но и над их экономическими ресурсами [1].

Причины вооруженных конфликтов могут быть разными, но само определение конфликта остается всегда одним и тем же – это столкновение интересов. Однако, как справедливо отмечает ряд авторов, отношения между народами и космополитическими элитами в конфликтном взаимодействии имеют культурное и моральное измерение [2].

Современные возможности интернета, высокие скорости мобильной сети для связи друг с другом, доступность информации в любом уголке мира не прибавляет человечеству шансов договориться между собой. Более того, современная мировая тенденция такова, что люди в принципе перестают выходить даже на голосовую связь между собой, предпочитая общаться в Сети текстовыми сообщениями или вообще самостоятельно создавать себе виртуального собеседника, друга, партнера, супруга, выстраивая непробиваемую стену между собственным виртуальным миром и реальной жизнью [3].

Подобные стремления людей отстраниться от непосредственного живого человеческого общения очень быстро и главным образом негативно сказываются на общей картине его коммуникационного потенциала. Круг общения сужается, способность и умение слушать и, что немаловажно, слышать своего собеседника, партнера растрачивается, готовность понять слова другого человека – утрачивается. А вместе с этим некоторые авторы отмечают, что «мягкая сила» не так однозначна в своем применении, потому что принципиальные изменения могут негативно сказываться на ценно-

стях и идеалах народа, что, в свою очередь, чревато утратой собственной культурной идентичности [4]. И теперь для сохранения собственной идентичности – национальной, гражданской, культурной – разворачиваются военные конфликты с целью отстаивания своего права на самостоятельность, независимость, а порой и самого факта физического существования. Как показывают современные исследования международных конфликтов, анализ таких показателей, как вовлеченность стран в вооруженные конфликты и безопасность населения, на основе показателей глобального индекса миролюбия и его составляющих частей [5] не дает однозначного ответа, как избежать процесса эскалации. Однако, как справедливо отмечают некоторые авторы [6], только осознание человеком реальности проблемы самоуничтожения может активировать стремление спастись.

Человек – существо биосоциальное [7]. Данное определение не просто не теряет своей актуальности, а является своего рода напоминанием о том, что человек живет в социуме и должен с этим считаться, соблюдая законы общежития, взаимного уважения и необходимости договариваться друг с другом. Этому необходимо учить человека на всех ступенях образования – от дошкольного до высшей школы. Но для формирования умений и навыков человеческого общежития мало быть членом общества. Надо еще уметь в этом обществе жить, а значит, соблюдать его правила и уметь находить общий язык с другими членами этого общества.

XXI век – эпоха глобализации, кризисов, интернета, модернизации – требует переосмысления старых подходов и принципов во всех сферах общественной жизни, в том числе и в системе образования. Изменяется роль иностранных языков в жизни человека [8].

Язык – тот самый фактор, который помогает избежать массы противоречий и разногласий в чем бы то ни было, рассказать о своих потребностях, нуждах и договориться об объединении усилий для совместного достижения поставленных целей.

Находить общий язык – задача не из легких. Даже в том случае, если люди говорят на одном языке. Что же можно сказать о ситуациях, когда люди говорят на разных языках, а договариваться необходимо? Необходимо решать вопросы стратегического плана для реализации совместных проектов, перспектив развития экономик разных стран, сферы глобальной безопасности в конце концов.

Именно об этой задаче, установлении тесных взаимосвязей, в том числе в языковой сфере, идет речь в основных пунктах Концепции государственной поддержки и продвижения русского языка за рубежом, утвержденной президентом России 15 ноября 2015 г.: русский язык необходимо рассматривать в качестве одного из основных инструментов продвижения и реализации стратегических внешнеполитических интересов Российской Федерации, так как его распространение за рубежом способствует формированию положительного отношения к Российской Федерации в мировом сообществе, укреплению и расширению российского присутствия на международной арене¹. Таким образом, деятельность по поддержке и продвижению русского языка за рубежом является важной частью внешней политики Российской Федерации, которую реализуют вузы РФ.

В соответствии с Соглашением о сотрудничестве от 12 ноября 2025 г. № Д-1339/5, подписанным руководством Университетом Вельвича, г. Виндхук (Республика Намибия) в лице исполняющего обязанности вице-канцлера Мариуса Хедимби и федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ», Российская Федерация), в лице ректора Е. А. Карловской, предусмотрено проведение краткосрочных и долгосрочных обменов преподавателями и научными сотрудниками для выполнения совместных образовательных и научных задач.

В рамках Соглашения о сотрудничестве в 2025 г. в Университете Вельвича реализуется выполнение задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации «Организационно-техническое и аналитическое обеспечение развития научно-образовательного сотрудничества со странами Африки в сфере продвижения рус-

ского языка и культуры» профессорско-преподавательским составом НИУ «БелГУ».

Так, в настоящее время основной формой [9] проявления «мягкой силы» является продвижение российского образования в страны Африки, представление русской культуры через ряд просветительских, образовательных, научных и методических мероприятий, а также организацию повышения квалификации профессорско-преподавательского состава высшей школы в Африке. Для осуществления работы на территории иностранного государства по изучению русского языка в первую очередь необходимо учитывать отсутствие русского языкового пространства. В работах О. В. Суховой [10] представлена позиция по теории обучения неродному языку с базовой опорой для методики на дисциплины: педагогика, психология, лингвистика, социология, культурология.

Одним из сложных аспектов при обучении русскому языку как иностранному является объяснение феномена письменной речи. Исследования Е. В. Литвиненко [11] показывают необходимость конкретизации различных психологических процессов, связанных с порождением иноязычной письменной речи, а также учет значимости влияния психологических особенностей в обучении студентов разных контингентов в рамках преподавания дисциплин иностранного языка. В работе Чэнь Няньцзу [12] обсуждается такой педагогический подход к развитию и формированию лексических навыков у слушателей различных категорий, в том числе и возрастного контингента слушателей, как использование невербальных средств в процессе семантизации новых изучаемых лексических единиц.

Особый интерес представляют работы А. Т. Бердичевского [13], Е. А. Байер, Т. Л. Югай [14], в которых теории иноязычного образования рассмотрены с позиции разбора целей, содержания, методов, средств и форм иноязычного образования в вузах различного профиля, так как контингент учебных групп в университете Вельвича представляет собой смешанную выборку из вузов разной направленности и учреждений среднего профессионального образования.

Актуальным для данной работы является рассмотрение рядом авторов [15] различных лингвистических подходов к анализу языков разного типологического строя, необходимых для поэтапного развития языкового контакта, а также особенностей представления учебного материала для разноразовных групп с сохранением сложности за счет использования принципов контрастной лингвистики.

¹ Российская Федерация. «Концепция государственной поддержки и продвижения русского языка за рубежом» (утв. Президентом РФ 03 ноября 2015 г. № Пр-2283) // КонсультантПлюс. [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_188569/ (дата обращения: 26.11.2025).

Цель исследования – выявить основные характеристики контингента, интересующегося возможностью изучать русский язык, помимо студентов, выпускников вуза Университета Вельвича в Виндхуке, для распределения общего контингента слушателей на однородные группы по уровням для получения наибольшего эффекта от процесса обучения: элементарный, базовый, продвинутый.

Материалы и методы исследования

В качестве материала было использовано объявление, выступающее стимулом, опубликованное на странице Университета Вельвича в Facebook² (активно используемая социальная сеть на территории Африки), а также электронный вариант Google Формы заявки на обучение.

Были применены эмпирические методы: наблюдение и экспериментальный опыт; осуществлялся анализ массива данных, полученных после обработки заявок слушателей; логические методы исследования: описание, анализ и обобщение; специальные методы исследования: метод математико-статистического анализа данных, критерий Стьюдента (t-критерий). Для визуализации результатов исследования использованы графические инструменты программы Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

На объявление о возможности подать заявку на прохождение очно бесплатно курса русского языка с российскими преподавателями из НИУ «БелГУ», поступило более 300 заявок. Из них 138 заявок с готов-

ностью проходить данный курс очно в установленные сроки, остальные с пометкой записи на онлайн-обучение.

Распределение слушателей курса русского языка по уровням образования (рис. 1) свидетельствует о стабильном интересе молодежи, уже имеющей образование, к данному курсу. Кроме того, по распределению желающих принять участие в обучении русскому языку наблюдается положительная тенденция роста интереса у школьников к изучению русского языка. Данные различия составляют $p < 0,05$, что является достаточно значимым с точки зрения общей тенденции для Намибии.

Более того, чтобы убедиться в действительной значимости и желании изучать русский язык у населения Намибии, были проанализированы данные о географии слушателей данного курса. Результаты представлены на рис. 2. Слушатели со всех регионов страны проявили интерес к курсу изучения русского языка.

Следующим важным этапом организации обучения русскому языку был анализ показателя «уровень владения русским языком». Для организации эффективного процесса обучения необходимо ориентироваться на уже имеющиеся возможности контингента для освоения того или иного уровня программы обучения русскому языку. На рис. 3 представлены данные по общему уровню владения русским языком. Результаты демонстрируют невысокий уровень владения русским языком, что ставит преподавателей перед необходимостью проводить входное тестирование с целью однозначного соотнесения уровня субъективного представления слушателя о своем уровне владения русским языком с реальным.

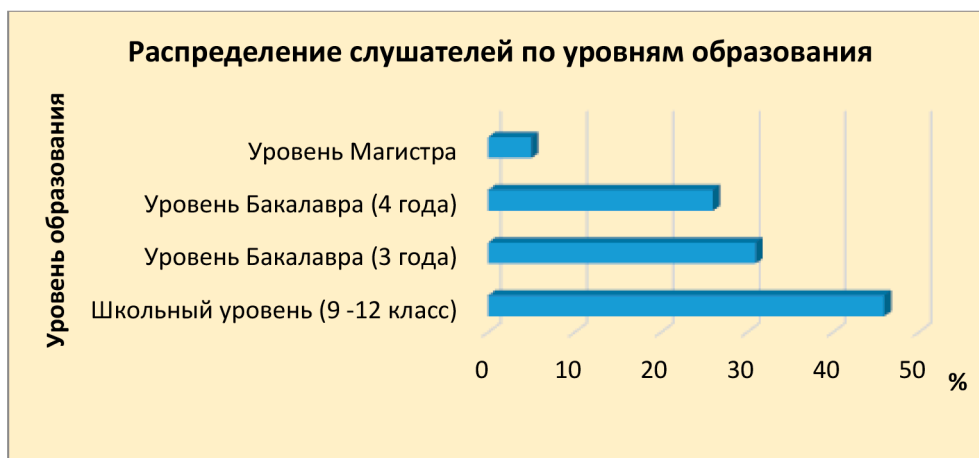


Рис. 1. Анализ выборки по уровням образования
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

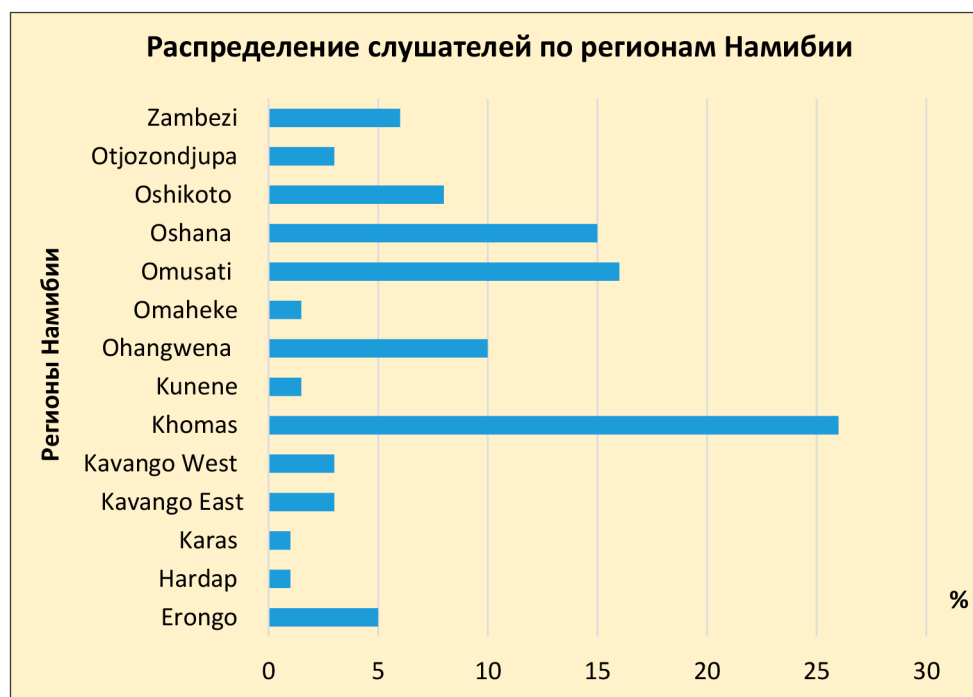


Рис. 2. Анализ выборки по месту регистрации

Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

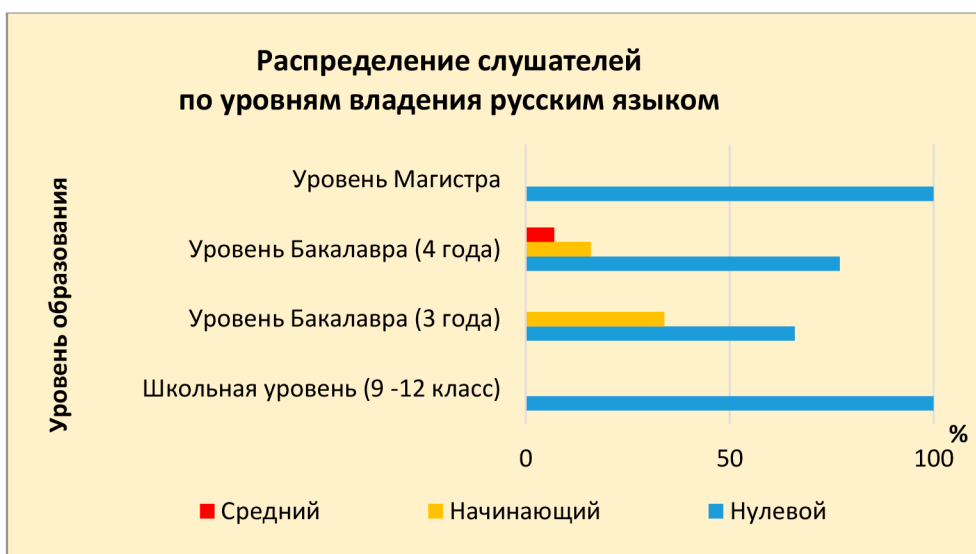


Рис. 3. Анализ выборки по уровню владения языком

Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

После распределения контингента по уровням владения языком необходимо было объединить слушателей по возрастным группам по следующим показателям (рис. 4):

1) наличие профессионального образования — наличие определенного уровня профессионального образования или планирование получения профессионального образования, что существенно может вли-

ять на мотивацию и выбор слушателем образовательного учреждения и направления профессиональной подготовки в процессе изучения курса русского языка;

2) срок давности получения образования — в зависимости от времени получения профессионального образования возможны принципиальные различия в наличии и использовании soft skills и hard skills;



Рис. 4. Анализ выборки по возрастному показателю
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

3) трудоустроенность – профессиональная занятость в большей степени мотивирует к изучению новой информации ввиду ее необходимости для выполнения должностного функционала или профессионального роста.

Данные результаты свидетельствуют, во-первых, о высоком уровне осознанности выбора курса обучения русскому языку, все имеют опыт в получении образования и знают, что такое учиться иностранному языку; во-вторых, люди, уже имеющие образование, обучаются с осознанием личной значимости этого курса; в-третьих, для трудоустроенных людей данный курс является подспорьем и дополнительным повышением квалификации в своей профессиональной деятельности, так как по месту работы участники являются сотрудниками Министерства образования, инноваций, молодежи, спорта искусства и культуры Намибии, Министерства внутренних дел, иммиграции, охраны и безопасности Намибии, преподавателями вузов, системы среднего специального образования и общеобразовательных школ, туристических фирм.

Заключение

Таким образом, организация преподавания русского языка в данном случае должна была иметь четкое распределение по группам для реализации программ разного уровня подготовки – от элементарного до продвинутого. Хотелось бы отметить высокий мотивационный уровень слушателей и интерес к изучению русского языка. В данной работе не ставилась цель выяснять причину интереса – общение, профессия, повышение уровня владения языком, подготовка к обучению в России или исключительно в рамках ознакомления, это задача следующих исследова-

ний. Из текста объявления видно, что анонс имел цель привлечь внимание к проводимым занятиям и получению ответной реакции, но не наполнение курса русского языка конкретным содержанием – профессиональным, уровнем/углубленным или ознакомительным. Тем не менее уже на данном этапе возможно констатировать, что обратная связь, полученная в ходе исследования, является положительной тенденцией для выстраивания схемы подготовки курса русского языка по уровням владения языком для реализации данной работы на территории Намибии с учетом качественных характеристик контингента слушателей.

С учетом современной объективной ситуации – сравнительно малого количества студентов из Намибии, обучающихся на территории РФ, интерес к русскому языку, а самое главное – его близость и доступность населению Намибии, в первую очередь обучающейся молодежи, через ряд проводимых различными российскими образовательными организациями курсов изучения русского языка, может стать одной из причин выбора дальнейшего обучения в российских вузах, как по направлениям бакалавриата, так и по магистерским программам, а для профессорско-преподавательского состава – обучения в аспирантуре. С учетом наличия множества программ в российских вузах на английском языке, как на бакалавриате, так и по программам магистратуры, данная перспектива является более чем реально осуществимой.

В целом необходимо отметить, что анализ уровня образования и уровня владения языком, с учетом возрастных характеристик, позволяет разделить слушателей – узких профильных специалистов, студентов

намибийских вузов и школьников – на языковые группы с учетом их особенностей и подобрать оптимальные варианты педагогических подходов к обучению с целью достижения наибольшей эффективности образовательной деятельности при обучении русскому языку как иностранному.

Таким образом, предварительная подготовка: распределение групп слушателей по различным параметрам, предполагающим сохранение единообразия и однородности группы через наличие образования, трудовой занятости, типа мотивации – позволяет обеспечивать наиболее эффективное использование временных, педагогических и методических ресурсов для той или иной группы слушателей. В условиях заинтересованности Намибии в изучении населением русского языка оптимальное использование человеческих и методических возможностей играет ключевую роль в продвижении русского языка на данной территории: выстраивание системы обучения по однородным группам с одним типом мотивации обеспечивает искомый результат в обучении, так как в большей степени соответствует запросам слушателей – от подготовки для обучения в российских вузах до обеспечения взаимодействия с российскими туристами или российскими государственными структурами.

На сегодняшний день развитие мировой экономики тесно связано с конкурентоспособностью специалистов и открытостью рынка труда к совместным международным проектам. Россия является ведущим игроком на мировой арене по значимым отраслям экономики, в которых Намибия может стать надежным долгосрочным партнером. Развитие двусторонних взаимоотношений стран в сфере образования способствует подготовке высококвалифицированных конкурентоспособных на мировом рынке труда кадров, обеспечивающих будущее экономическое развитие обоих государств.

Список литературы

1. Ларедж И. Основные конфликтогенные факторы в странах Северо-Западной Африки // Власть. 2025. Т. 33. № 2. С. 309–314. URL: <https://www.jour.fnisc.ru/index.php/vlast/article/view/10659> (дата обращения: 23.12.2025).
2. Глухова А. В. Политические конфликты в глобальную эпоху (К проблеме теоретической идентификации) // Политическая наука. 2020. № 3. С. 13–33. DOI: 10.31249/poln/2020.03.01.
3. Ребышева Л. В. Толмачева С. В., Белоножко Л. Н. Исследование интернет-зависимости молодежи // Proceedings of Higher Educational Institutions. Sociology. Economics. Politics Vol. 16. Is. 4. 2023 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-internet-zavisimosti-molodezhi/viewer> (дата обращения: 26.11.2025).
4. Титаренко И. Н. Аксиологический аспект международных конфликтов: диалектика «мягкой» и «жесткой» сил // Научная мысль Кавказа. 2020. № 4 (104). С. 5–13. DOI: 10.18522/2072-0181-2020-104-4-5-13.
5. Плужник М. С. Показатели безопасности населения и вовлеченность стран в вооруженные конфликты в мире (2014–2023 гг.) // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2025. № 2. С. 87–107. DOI: 10.25016/2541-7487-2025-0-2-87-107.
6. Туринцева Е. А., Решетникова Е. В. Биосоциальный человек и возможные направления антропосоциальной эволюции // Знание. Понимание. Умение. 2016. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biosotsialnyy-chelovek-i-vozmozhnye-napravleniya-antroposotsialnoy-evolyutsii> (дата обращения: 26.11.2025).
7. Соломко Д. В. Бытие человека: формирование экологической культуры // Вестник Томского государственного университета. 2021. № 463. С. 63–68. DOI: 10.17223/15617793/463/8.
8. Быкова О. П., Мартынова М. А. К вопросу о формировании образовательной культуросферы в преподавании русского языка как иностранного // Преподавание языков и культур в парадигме гуманитарного образования. М.: РГГУ. 2019. С. 257–270. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.openrepository.ru/article?id=232455&ysclid=mioayye5r2856035804> (дата обращения: 02.12.2025).
9. Бойчук Е. И., Воронцова И. А. Сотрудничество российских педагогических вузов со странами Западной Африки (опыт центров открытого образования) // Ученые записки Института Африки РАН. 2025. Т. 11. № 2 (71). С. 92–105. DOI: 10.31132/2412-5717-2025-71-2-92-105.
10. Сухова О. В., Думбия С. Обучение русскому языку как иностранному за рубежом (на примере образовательных учреждений Мали) // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 8 (134). URL: <http://https://research-journal.org/archive/8-134-2023-august/10.23670/IRJ.2023.134.93> (дата обращения: 02.12.2025). DOI: 10.23670/IRJ.2023.134.93.
11. Литвиненко Е. В. Психолингвистический аспект обучения иноязычной письменной речи в высшей школе // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2024. Т. 9. № 5. С. 449–456. URL: <https://www.gramota.net/materials/4/2024/5/10.html> (дата обращения: 02.12.2025).
12. Чэнь Нянцзу. Семантизация лексики при обучении русскому языку в иностранной аудитории // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 9 (111). URL: <https://research-journal.org/archive/9-111-2021-september/semantizaciya-leksiki-pri-obuchenii-russkomu-yazyku-v-inostrannoj-auditorii?ysclid=mjie6kznqc672218908> (дата обращения 23.12.2025). DOI: 10.23670/IRJ.2021.9.111.091.
13. Бердичевский А. Т. Альтернативные технологии в преподавании русского языка как иностранного. М.: Retorika A, 2018. 132 с. ISBN 978-9934-568-05-3.
14. Байер Е. А., Югай Т. Л. Интеграция иностранных учеников в южнокорейскую образовательную систему // Гуманитарные и социальные науки. 2024. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-inostrannyh-uchenikov-v-yuzhnokoreyskuyu-obrazovatelnyuyu-sistemu> (дата обращения: 02.12.2025).
15. Ли С., Рогозная Н. Н., Заманстанчук Д. Э. Теоретический аспект анализа субординативного билингвизма на материале китайско-русского интерязыка // Russian Linguistic Bulletin. 2024. № 10 (58). URL: <https://rulb.org/archive/10-58-2024-october/10.60797/RULB.2024.58.4> (дата обращения: 23.12.2025). DOI: 10.60797/RULB.2024.58.4.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.



ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ

Воищева Э. Л. ORCID ID 0000-0001-7551-5840,
Захарова М. А. ORCID ID 0000-0001-8723-5221,
Ларина И. Б. ORCID ID 0000-0003-1230-5242,
Нехороших Н. А. ORCID ID 0000-0002-8222-1485

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина», Елец, Российская Федерация,
e-mail: elina_mironova@mail.ru*

Высшие учебные заведения в современных условиях динамичного социально-экономического развития российского общества и активных трансформационных процессов образовательной системы сталкиваются с необходимостью поиска новых педагогических подходов к профессиональной подготовке специалистов. Представленное исследование акцентирует внимание на результативном условии обеспечения такой подготовки – внедрении цифровых технологий, способных обеспечить формирование профессиональных компетенций у выпускников педагогических вузов. Цель – выявить результативность механизма формирования профессиональных компетенций у будущих педагогов посредством цифровых технологий. Используются теоретические методы – анализ психолого-педагогической литературы и эмпирические методы – квазиэксперимент на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина» (Липецкая область), обеспечивающие комплексный подход к анализу условий организации образовательного процесса, направленного на формирование профессиональных компетенций будущих педагогов посредством использования цифровых технологий и цифрового образовательного контента. Предложен и апробирован алгоритм формирования профессиональных компетенций у будущих педагогов с опорой на цифровые технологии, позволяющий реализовать практико-ориентированный подход к изучению учебных дисциплин педагогического цикла, моделировать профессиональные ситуации и проектировать адаптивные траектории обучения, достигая высоких образовательных результатов. Авторами делается вывод о том, что системное использование цифровых технологий (специализированных баз данных, облачных сервисов, инструментов онлайн-оценки и цифровой обратной связи) трансформирует профессиональную подготовку педагогов, делая цифровую составляющую ее результативным интегральным элементом. Полученные данные исследования могут быть использованы для совершенствования образовательного процесса профессиональной подготовки педагогических кадров в системе высшего образования.

Ключевые слова: педагог, цифровые технологии, база данных, профессиональные компетенции

DIGITAL TECHNOLOGIES AS A MEANS OF IMPROVING THE QUALITY OF PRACTICAL TRAINING OF FUTURE TEACHERS

Voishcheva E. L. ORCID ID 0000-0001-7551-5840,
Zakharova M. A. ORCID ID 0000-0001-8723-5221,
Larina I. B. ORCID ID 0000-0003-1230-5242,
Nekhoroshikh N. A. ORCID ID 0000-0002-8222-1485

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Bunin Yelets State University», Yelets, Russian Federation,
e-mail: elina_mironova@mail.ru*

In the current context of dynamic socioeconomic development in Russian society and the active transformation of the education system, higher education institutions are faced with the need to find new pedagogical approaches to professional training. This study focuses on the fundamental support for such training the implementation of digital technologies capable of ensuring professional competence in graduates of pedagogical universities. The goal is to evaluate the effectiveness of the mechanism for developing pedagogical professional competencies in future generations using digital technologies. The study utilized theoretical methods an analysis of psychological and pedagogical literature and empirical methods a quasi-experiment at the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Bunin Yelets State University (Lipetsk Region) to provide a comprehensive approach to analyzing the conditions for organizing the educational process, aimed at managing professional competencies in subsequent years through the use of digital technologies and the expansion of educational content. An algorithm for developing pedagogical professional competencies in future students using digital technologies has been proposed and tested. This algorithm enables a practice-oriented approach to studying the standard disciplinary pedagogical cycle, simulating professional situations, and designing adaptive learning paths to achieve high learning outcomes. It is concluded that the systematic use of digital technologies (specialized databases, cloud services, online assessment tools, and digital feedback) transforms training, making the digital component an effective and integral element. The findings can be used for further educational development of professional teaching staff in higher education.

Keywords: teacher, digital technologies, database, professional competencies

Введение

Современное образование в России невозможно представить без интеграции цифровых технологий в подготовку специалистов различных профессиональных сфер деятельности. Динамичное общественное развитие, сопряженное с цифровой трансформацией всех сфер жизни, предопределяет появление гибких образовательных моделей и педагогических технологий в высшей школе, обеспечивающих эффективное формирование профессиональных компетенций у выпускников вузов.

Первая четверть XXI века отличается сокращением доли аудиторных занятий и увеличением доли самостоятельной работы обучающихся, а с 2020 г. профессиональная подготовка переориентирована в сторону усиления внимания преподавателей на практическую подготовку обучающихся, формирование у них практических навыков в применении знаний в реальных условиях. Практическая подготовка будущего специалиста представляет собой форму организации обучения через выполнение обучающимися видов работ, связанных с «будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы»¹.

Увеличение самостоятельности обучающихся и усиление практического обучения направлены на подготовку специалистов, готовых эффективно работать в современных профессиональных условиях. Механизмом адаптации учебного процесса к динамично меняющимся профессиональным условиям, обеспечивающим будущего педагога актуальным инструментарием и опытом его применения для решения профессиональных задач в цифровой реальности, является активное использование в образовательном процессе цифровых технологий.

Высшее образование в России переживает глубокую трансформацию под влиянием цифровизации, социально-экономических изменений и глобальных вызовов. Образование переходит к использованию цифровых платформ, онлайн-курсов, электронных ресурсов. Это меняет роли преподавателя и студента, требует развития цифровых компетенций и адаптации учебных программ, разработки психолого-педагогического и технологического обеспечения учебного процесса [1-3]. Елтунова И. Б. и Николаева Л. В. отмечают дефицит каче-

ственных цифровых образовательных ресурсов и низкую цифровую компетентность педагогов [4]. По результатам исследования Андрюхиной Л. М., Ломовцевой Н. В. и др., лишь 6% педагогов способны разрабатывать специализированное программное обеспечение [5]. Вместе с тем формирование цифровых компетенций обучающихся рассматривается как фактор повышения качества образовательного процесса [6].

Теоретический анализ источников позволяет рассмотреть эволюцию научно-педагогической мысли в области цифровизации образования – от обоснования необходимости внедрения технологий к разработке конкретных педагогических моделей и изучению социокультурных последствий этого процесса.

Первоначальный этап связан с признанием цифровизации как объективной реальности и обоснованием необходимости гармоничного сочетания традиционных и инновационных технологий [7].

Современный этап характеризуется переходом к разработке комплексных педагогических моделей, интегрирующих передовые технологические тренды: интерактивная видеосистема CAVIS [8]; фиджитал-технологии [9]; подготовка в виртуальной среде [10].

Параллельно развивается направление, исследующее социокультурные и психолого-педагогические эффекты цифровизации. Предметом исследований становится цифровое поколение в контексте отношения к будущему [11]. По мнению Гревцевой Г. Я., цифровая среда стала новым агентом социализации, соперничающим с традиционными институтами [12]. Ученые рассматривают инновационную образовательную среду как условие самореализации педагога [13] и формирования креативности [14]. Морозов А. В., Роберт И. В. и др. указывают на недостаточную проработку психолого-педагогического сопровождения цифровой трансформации и риски для здоровья и развития обучающихся [15; 16].

Целью настоящего исследования является определение результативности механизма формирования профессиональных компетенций у будущих педагогов посредством цифровых технологий.

Материалы и методы исследования

При проведении данного исследования были использованы теоретические методы: изучение и анализ нормативных документов, современной психолого-педагогической литературы, фокусирующейся на определении особенностей интеграции цифровых технологий в образовательный

¹ Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ (статья 2). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/?ysclid=ldl7tpicac368590713 (дата обращения: 15.12.2025).

процесс, а также эмпирические методы – педагогический эксперимент; методы математической статистики. Качественный анализ проводился на основе содержательной оценки представленных обучающимися продуктов, что позволило выявить как типичные трудности, так и прогресс в овладении профессиональными компетенциями.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ научной литературы, педагогического опыта позволил авторам разработать следующий алгоритм формирования

профессиональных компетенций будущего педагога на базе использования цифровых технологий, который лег в основу опытного обучения (рис. 1).

Представленный на рисунке алгоритм формирования профессиональных компетенций включает в себя ряд этапов. Подготовительная работа предполагает определение конкретной формируемой профессиональной компетенции, например ПКС-1, связанной с применением современных образовательных технологий для достижения метапредметных, предметных и личностных результатов обучения.

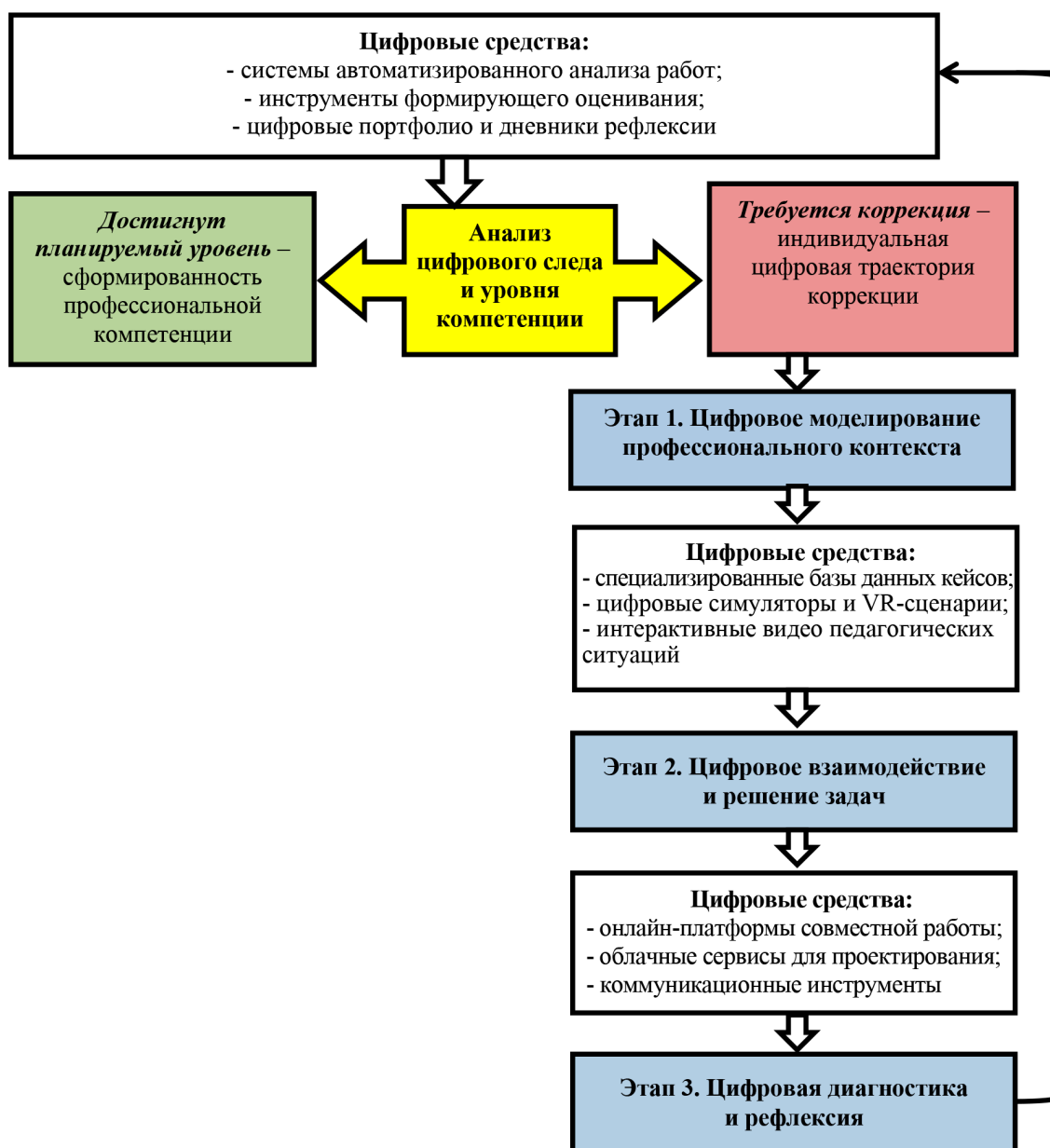


Рис. 1. Алгоритм формирования профессиональных компетенций будущего педагога на основе использования цифровых технологий
Примечание: составлено авторами по результатам данного исследования

Этап 1. Цифровое моделирование. Создается специализированный цифровой контент (базы данных). Этап 2. Цифровое взаимодействие. Этап предполагает использование онлайн-платформ и инструментов для организации совместной работы студентов над кейсами, их обсуждения и защиты в цифровой среде. Этап 3. Цифровая диагностика и рефлексия. Для проверки сформированности компетенции используются автоматизированные оценочные материалы, включающие анализ цифровых ресурсов и создание цифровых продуктов. Оценка проводится по уровням: низкий («удовлетворительно»), средний («хорошо») и высокий («отлично»). На основе результатов диагностики проводится анализ достигнутых результатов, выявляются типичные трудности и осуществляется корректировка дальнейшей образовательной траектории в случае не достижения хотя бы низкого уровня сформированности компетенции. Алгоритм демонстрирует системный подход к интеграции цифровых технологий в педагогическую подготовку, где каждый этап способствует формированию не только цифровых, но и профессиональных компетенций будущих педагогов.

Базой для проведения опытно-экспериментальной работы послужило федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина» (Липецкая область). В педагогическом эксперименте приняли участие 25 человек – обучающиеся по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), направленность (профиль) «Начальное образование», «Тьюторство» (2 курс).

Участники эксперимента были набраны путем целевого отбора, который наиболее уместен, когда интерес представляет конкретная группа (в настоящем исследовании – это будущие учителя), что позволило провести качественное исследование и добиться его релевантности. Поскольку эксперимент проводился с уже существующим составом академической группы, то он имел характер квазиэкспериментального исследования.

В качестве формируемой профессиональной компетенции была выбрана утвержденная в основной образовательной программе вуза по данному профилю ПКС-1 «Способен осуществлять обучение учебному предмету на основе использования предметных методик и применения современных образовательных технологий, обеспечивающих достижение метапредметных, предметных и личностных результатов». Индикаторы достижения компе-

тенции, отражающие общепедагогическую подготовку, представлены следующим образом: знать – характеристики личностных, метапредметных и предметных результатов обучающихся (согласно Федеральным государственным образовательным стандартам и примерной учебной программе), методы контроля, оценивания и коррекции результатов обучения; уметь – проектировать рабочую программу дисциплины, проектировать и реализовывать различные формы обучения и организации внеурочной деятельности обучающихся, обеспечивающие достижение метапредметных, предметных и личностных результатов; владеть – современными образовательными технологиями, обеспечивающими достижение метапредметных, предметных и личностных результатов обучающихся, методами контроля, оценки и коррекции результатов обучения.

Ядро образовательного контента составили разработанные и зарегистрированные цифровые базы данных «Практическая подготовка по педагогике: дидактика» и «Практическая подготовка по педагогике: теория и методика воспитания» (свидетельства о регистрации объекта интеллектуальной собственности № 2022620972 и № 2023621215). Эти базы данных представляют собой структурированные цифровые хранилища практико-ориентированных кейсов, доступных через онлайн-платформу университета. Приведем пример одного из кейсов, представленного в цифровой образовательной базе данных «Практическая подготовка по педагогике: дидактика»: «Опираясь на текст Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования, создайте цифровую визуализацию (схему, интеллект-карту) требований к метапредметным результатам с использованием одного из онлайн-инструментов: MindMap (<https://mindmap.space/>), Diagrams.net (<https://app.diagrams.net/>), Canva (https://www.canva.com/ru_ru/), Creogra (<https://creogra.ru/>), Таблицы в VK Облако (<https://cloud.vk.com/>) или Яндекс.Диске (<https://disk.yandex.ru/>)».

Диагностическими материалами, позволяющими оценить сформированность профессиональной компетенции, выступали автоматизированные оценочные материалы по данной компетенции по дисциплине «Педагогика» (4 семестр обучения), включающие задания, выполнение которых также потребовало применения цифровых навыков: анализ цифровых ресурсов, создание цифровых продуктов, проектирование элементов образовательного процесса с использованием цифровых инструментов.

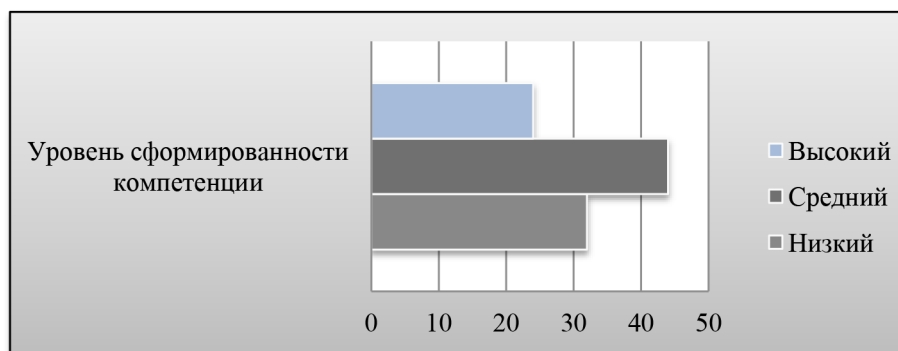


Рис. 2. Оценка сформированности ПКС-1: уровеньный аспект (%), выборка $n = 25$
Примечание: составлено авторами по результатам данного исследования

Диагностическая работа проводилась в соответствии с требованиями Росаккредитованного агентства к диагностической работе в ходе государственной аккредитации. Полученная будущими педагогами за выполнение диагностической работы оценка «удовлетворительно» была отнесена к низкому уровню сформированности компетенции, «хорошо» — к среднему и «отлично» к высокому. Ниже представлены полученные результаты (после опытно-экспериментальной работы), которые демонстрируют эффективность интеграции цифровых технологий в процесс формирования профессиональных компетенций, где большинство обучающихся находится на среднем уровне сформированности ПКС-1 (рис. 2).

Для оценки статистической значимости результата мы использовали t-критерий Стьюдента для двух выборок (до и после). Средний результат повысился на 0,36 балла — с 3,83 до 4,19. Расчетное значение t-статистики 4,86. Полученное значение больше критического, равного 2,024. Следовательно, на уровне $p < 0,001$ полученные различия статистически значимы. Эффект Козна $d=1,53$. Можно утверждать, что результаты имеют практическую ценность, свидетельствуют об умеренно сильном положительном влиянии предлагаемой методики.

Прогнозируется, что дальнейшая цифровая навигация на старших курсах обучения и производственной практике с элементами цифрового сопровождения (ведение электронных дневников, создание цифровых портфолио уроков и т.д.) позволит будущим учителям овладеть профессиональными компетенциями на высоком уровне, при этом их цифровые навыки станут неотъемлемой частью их педагогического мышления и действия.

Стоит особо отметить, что цифровые технологии стали значимым фактором успешного овладения решением профессиональ-

ных задач будущими педагогами. Ключевым преимуществом стало предоставление цифровыми базами данных кейсов доступа к широкому спектру практико-ориентированных материалов в любое удобное для студентов время. Это обеспечило возможность самостоятельного, гибкого и индивидуализированного взаимодействия с контентом, что способствовало развитию навыков самообразования, саморегуляции и самостоятельного анализа, соответствующих современным требованиям к подготовке специалистов.

Важную роль в повышении эффективности обучения сыграли интерактивные инструменты, использованные в рамках выполнения заданий. Они повысили наглядность и визуализацию учебного материала, что обеспечило лучшее понимание, усвоение и структурирование информации, напрямую связанное с формированием компетенции ПКС-1.

Онлайн-платформы и облачные сервисы (VK Облако, Яндекс.Диск) создали постоянную среду для совместной работы, позволяя студентам продолжать взаимодействие, обсуждение проектов и совместное редактирование материалов даже во время внеаудиторной самостоятельной работы. Это углубило и дополнило очное взаимодействие, развивая навыки удаленного взаимодействия, асинхронной коммуникации и совместного управления проектами, что особенно актуально для современного педагога, работающего в условиях цифровой трансформации.

Инструменты онлайн-оценивания и цифровой обратной связи позволяли оперативно получать информацию о ходе выполнения заданий, выявлять пробелы в знаниях и вовремя корректировать образовательную траекторию, что повышало мотивацию и общую эффективность обучения.

Нельзя не сказать при этом, что эффективность цифровых средств обусловлена,

конечно же, не самим фактом их использования, а их педагогически выверенной интеграцией в учебный процесс, где каждая технология выполняет конкретную дидактическую функцию, органично встраиваясь в логику формирования компетенции. Так, цифровые базы данных моделируют профессиональную среду, интерактивные инструменты инструментализуют деятельность, а системы онлайн-оценивания объективируют процесс контроля. Именно такой подход, когда цифровые технологии становятся конструкцией педагогического процесса, позволяет сформировать у будущего педагога профессиональные компетенции.

В ходе работы в цифровой среде над кейсами и их защиты в онлайн-форматах обучающиеся не просто осваивали нормативные документы, учились осуществлять их анализ, но и извлекали информацию из электронных источников и актуализировали ее, получили практический опыт цифрового проектирования фрагментов образовательных программ с использованием специализированного программного обеспечения и облачных сервисов. Работа с цифровыми кейсами позволила им проектировать сценарии как совместной, так и индивидуальной учебно-воспитательной деятельности с применением интерактивных инструментов и образовательных платформ. Таким образом, цифровая составляющая подготовки педагогов стала уже не просто дополнением, а трансформировалась в полноценный интегральный элемент профессионального становления, что в полной мере соответствует требованиям современной цифровой образовательной реальности.

Для выявления субъективного восприятия цифровых технологий и их роли в формировании профессиональных компетенций было проведено анкетирование участников эксперимента по завершении опытного обучения. Анкета включала открытые вопросы, направленные на оценку удобства, полезности и трудностей при работе. Цифровые технологии были восприняты участниками не как самоцель, а как инструмент, обеспечивающий практико-ориентированность (через кейсы), автономность (через самостоятельную работу) и интерактивность (через сотрудничество и обратную связь) обучения. Выявленные трудности носят в основном адаптационный характер (например, в аспекте отсутствия цифровой уверенности и культуры профессионального общения в виртуальной среде) и могут быть нивелированы корректировкой психолого-педагогического сопровождения.

Заключение

Проведенное авторами исследование позволяет утверждать, что цифровые технологии выступают действенным средством существенного повышения качества практической подготовки будущих педагогов. Их дидактический потенциал реализуется в создании целостной дидактической системы, обеспечивающей моделирование профессиональной среды посредством цифровых структурированных баз кейсов; организации совместной деятельности в среде современных онлайн-платформ; внедрении системы объективного контроля и обратной связи на основе анализа цифрового следа и инструментов автоматизированного оценивания.

Предложенный и экспериментально проверенный алгоритм интеграции цифровых технологий в процесс формирования профессиональных компетенций показал свою эффективность в рамках педагогического исследования, а его применение обеспечило переход от теоретического освоения содержания педагогических дисциплин к решению практических задач, адекватных условиям современной образовательной политики. Использование в качестве основного образовательного ресурса авторских цифровых баз данных способствовало повышению уровня индивидуализации, диагностичности и практической направленности учебного процесса.

Полученные результаты к тому же явно свидетельствуют о том, что систематическое использование цифровых технологий модифицирует структуру профессиональной подготовки, превращая цифровую грамотность в составляющую общей профессиональной компетентности педагога, что способствует преодолению дисбаланса между теоретической подготовкой и запросами современной образовательной системы в условиях ее цифровой трансформации. Следовательно, реализация разработанного алгоритма формирования профессиональных компетенций будущего педагога, основанного на применении цифровых технологий, формирует устойчивую основу для подготовки педагогов, готовых как к инструментальному использованию цифровых средств, так и к осмысленному проектированию образовательного процесса.

Список литературы

1. Высшее образование в России: проблемы и вызовы времени / Отв. ред. А. Ю. Нагорнова. Ульяновск: Зебра, 2025. 406 с. ISBN: 978-5-93856-929-4 EDN: JXIGXM.
2. Фулин В. А., Иванова Д. С., Костикова Л. П. Ключевые направления подготовки будущих педагогов в контексте цифровой трансформации образования // Концепт. 2025. № 8. С. 244-257. DOI: 10.24412/2304-120X-2025-11162.

3. Образцов П. И. Обеспечение учебного процесса в условиях информатизации высшей школы // Педагогика. 2003. № 5. С. 27-33. EDN: YPFTQP.
4. Елтунова И. Б., Николаева Л. В. Формирование компетенций посредством использования электронных образовательных ресурсов // Экономика, управление и образование: материалы Национальной научно-практической конференции (г. Улан-Удэ, 17-18 октября 2018 г.). Улан-Удэ: Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, 2018. С. 308-311. EDN: VUONYZ.
5. Андрияшина Л. М., Ломовцева Н. В., Садовникова Н. О., Коновалов А. А., Чебыкина И. В. Готовность педагогов профессионального образования к работе в условиях цифровой образовательной среды // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 2. С. 6. DOI:10.17513/srno.30563.
6. Ревникова М. Н., Морозов А. В. Формирование цифровых компетенций обучающихся как фактор повышения качества образовательного процесса // Педагогическая информатика. 2024. № 4. С. 213-225. EDN: SRPTYH.
7. Аблаева Л. А. Применение инновационных образовательных технологий в преподавании профильных предметов в образовательных организациях среднего профессионального образования и высшего образования // Информационные технологии в образовании. 2023. № 6. С. 16-20. EDN: SBVUGK.
8. Copeland P. An interactive video system for education and training // British Journal of Educational Technology. 2006. № 14 (1). P. 59-65. DOI:10.1111/j.1467-8535.1983.tb00449.x.
9. Рулевская Л. П. Педагогическая модель интеграции фиджитал-технологий для формирования общих компетенций студентов СПО // Инновационное развитие профессионального образования. 2025. № 3 (47). С. 58-70. EDN: WUUCKH.
10. Вайндорф-Сысоева М. Е. Подготовка педагогических кадров в виртуальной образовательной среде // Высшее образование в России. 2009. № 10. С. 24-28. EDN: KWVATR.
11. Зеер Э. Ф., Церковникова Н. Г., Третьякова В. С. Цифровое поколение в контексте прогнозирования профессионального будущего // Образование и наука. 2021. № 6. С. 153-184. DOI: 10.17853/1994-5639.
12. Гревцева Г. Я. Цифровая социализация личности в образовательной среде // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование. Педагогические науки. 2022. Т. 14. № 1. С. 40-49. DOI:10.14529/ped220104.
13. Алисов Е. А., Подымова Л. С. Инновационная образовательная среда как фактор самореализации личности // Среднее профессиональное образование. 2011. № 1. С. 61-63. EDN: NDCYSJ.
14. Морозов А. В. К вопросу о формировании креативности будущего педагога в условиях цифровизации образования // Социальная педагогика в России. 2022. № 6. С. 21-25. EDN: ZLLDCI.
15. Морозов А. В. Цифровая образовательная среда с точки зрения перспектив ее развития // Человеческий капитал. 2021. Т. 2. № 12 (156). С. 102-107. DOI: 10.25629/HC.2021.12.49.
16. Роберт И. В., Мухаметзянов И. Ш., Лопанова Е. В. Цифровая трансформация образования: теория и практика. Омск: Омская гуманитарная академия, 2022. 180 с. ISBN: 978-5-98566-223-8 EDN: QQRJXW.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

УДК 378.4
DOI

CC BY 4.0

ФОРМИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ИНТЕГРАТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ СПОРТИВНЫХ ПЕДАГОГОВ

Губарева Н. В. ORCID ID 0000-0002-3723-2695

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный педагогический университет», Барнаул, Российская Федерация,
e-mail: n.gubareva@mail.ru*

Проведение мониторинга уровня сформированности исследовательской компетентности обучающихся физкультурного вуза осуществлено в рамках практического модуля обучения в период прохождения производственной практики: педагогическая практика – физическая культура. Оценка сформированности научно-исследовательской деятельности реализована по пяти критериям: публикационная активность обучающегося, участие в конференциях (различного уровня), целеполагание, самоорганизация и мотивация исследовательской деятельности. Цель исследования заключалась в интеграции разработанного исследовательского модуля, наполненного комплексом контрольных заданий, в практико-ориентированную деятельность будущих спортивных педагогов. Проведенное исследование было реализовано в виде интеграции исследовательского модуля с контрольными заданиями в организованную выездную практику (3-й курс), что позволяет повысить продуктивность прохождения производственной практики не только в методическом русле, но и повысит научную продуктивность (написание статьи, выступление на конференции и т. д.) будущих спортивных педагогов. В результате исследования практиканты получают научный опыт, что подготовит их к прохождению производственной практики (научно-исследовательская работа), которая в учебном плане реализуется в начале 4-го курса обучения. Таким образом, постепенность и системность в формировании одной из структурно сложных компетенций интенсифицирует и оптимизирует образовательный процесс обучающегося высшей школы, создает преемственность в передаче научных знаний в научных школах, а также повышает его конкурентоспособность и востребованность в профессиональной сфере.

Ключевые слова: исследовательские компетенции, педагогическая практика, мотивация, спортивные педагоги

DEVELOPING RESEARCH COMPETENCIES IN THE PROCESS OF INTEGRATIVE TRAINING OF SPORTS EDUCATORS

Gubareva N. V. ORCID ID 0000-0002-3723-2695

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Altai State Pedagogical University”, Barnaul, Russian Federation,
e-mail: n.gubareva@mail.ru*

Monitoring of the level of formation of research competence of students of a physical education university was carried out within the framework of the practical training module during the internship: pedagogical practice – physical education. The assessment of the formation of research activities is based on five criteria: the student's publication activity, participation in conferences (at various levels), goal setting, self-organization and motivation of research activities. To achieve the research goal, which was to integrate the developed research module, filled with a set of control tasks, into the practice-oriented activities of future sports educators. The conducted research was implemented as an integration of a research module with control tasks into an organized field practice (3rd year), which allows to increase the productivity of practical training not only in a methodical manner, but also increase the scientific productivity (writing an article, speaking at a conference, etc.) of future sports teachers. As a result of the research, trainees gain scientific experience, which will prepare them for practical training (research work), which is implemented in the curriculum at the beginning of the 4th year of study. Thus, gradualness and consistency in the formation of one of the structurally complex competencies intensifies and optimizes the educational process of a higher school student, creates continuity in the transfer of scientific knowledge in scientific schools, and also increases his competitiveness and relevance in the professional field.

Keywords: research competencies, teaching practice, motivation, sports teachers

Введение

В свете современной парадигмы высшего образования одним из важнейших направлений обучения является формирование исследовательских компетенций выпускников [1, 2]. Исследовательская работа позволяет обучающимся не только развивать профессионально значимые умения и навыки, но и расширять спектр своих зна-

ний для продуктивной трудовой деятельности [3]. Некоторые авторы считают, что научная деятельность обучающихся под эгидой научной школы позволит обеспечить не только преемственность знаний, умений и ценностей в ряду научного поколения, но и обеспечить эпохальное процветание тех фундаментальных и инновационных изысканий, у истоков которых стояли осно-

ватели данной школы [4, 5]. В публикациях представителей различных научных школ в РФ имеется упоминание об интегративном обучении как перспективном направлении обучения в высшей школе. Автор Л. А. Липская характеризует интегративно-компетентностный подход, который может быть основой повышения качества подготовки будущих спортивных педагогов [6]. К. Н. Шахмаева делится опытом интегративного обучения в процессе проектной деятельности бакалавров технического вуза как одного из перспективных направлений их профессиональной подготовки [7].

Примером научных школ в отечественном образовании являются: научно-педагогическая школа профессора Сергея Петровича Евсеева, деятельность которой охватывает область адаптивной физической культуры и которая сформировала основные подходы к реабилитации, адаптивному спорту и инклюзии в России (Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П. Ф. Лесгафта в г. Санкт-Петербурге) [8]; научная школа профессора Инессы Юрьевны Горской, сферой научных интересов которой является подготовка высококвалифицированных спортивных педагогов, умеющих учитывать индивидуально-типологические особенности в координационной и кондиционной подготовленности занимающихся физической культурой и спортом (Сибирский государственный университет физической культуры и спорта в г. Омске); научная школа Людмилы Григорьевны Харитоновой, деятельность научных исследований которой охватывала актуальные темы, такие как «Совершенствование физического воспитания и спортивной подготовки, систематизация критериев двигательной активности с учетом возрастных закономерностей моторики и биологической надежности организма», «Социальная реабилитация и профессионально-прикладная физическая подготовка аномальных детей» и т. д. [9] (Сибирский государственный университет физической культуры и спорта в г. Омске); научная школа Любви Андреевны Никитиной, сферой деятельности которой является реализация непрерывного педагогического образования, формирование исследовательских компетенций будущих учителей (Алтайский государственный педагогический университет, г. Барнаул) [10] и многие другие научные школы, которые формируют у будущих педагогов в сфере физкультурного и педагогического образования актуальные профессиональные компетенции.

Большинство научных школ развивается на базе высших учебных заведений,

и многие их исследования посвящены модернизации и оптимизации процесса обучения [11]. Так, например, говоря об интегративном обучении в высшей школе, при анализе научной и методической литературы выявлен ряд интерпретаций данного подхода, автор придерживается формулировки профессора Л. И. Гриценко, которая пишет, что интегративное обучение опирается на интегративный подход, в котором используется смешение форм и технологий обучения, при котором каждая личность развивается целостно и использует обретенный опыт для решения разнообразных научных, практических ситуаций в послевузовской деятельности [12].

Однако в результате анализа педагогической и научной литературы выявлено противоречие между необходимостью применения интегративного обучения в процессе развития научно-исследовательских компетенций и недостатком методических рекомендаций по реализации данного аспекта подготовки будущих спортивных педагогов. Развитие исследовательских компетенций в основном происходит в магистратуре и аспирантуре, тогда как, по мнению автора, фундамент важно и необходимо закладывать как в школе, так и с первых дней обучения в высшем учебном заведении. Приобщение начинающих исследователей к основным аспектам научной деятельности важно начинать с формирования научной этики, достоверности и объективности исследования и многого другого, что позволит создать преемственность передачи знаний в рамках научного наставничества. Актуальность данной проблемы и рекомендации развития наставничества отражены в п. 33 Распоряжения Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2019 г. № 3273-р (ред. от 20 августа 2022 г.) «Об утверждении основных принципов национальной системы профессионального роста педагогических работников Российской Федерации, включая национальную систему учительского роста» и в ответном письме, которое подготовил Профессиональный союз работников народного образования и науки Российской Федерации от 21 декабря 2021 г. В приложении к письму имеются методические рекомендации по разработке и внедрению системы наставничества педагогических работников в образовательных организациях и в Приказе Минобрнауки Алтайского края от 27 апреля 2023 г. № 27-П [13].

В связи с вышесказанным формирование исследовательских компетенций будущих спортивных педагогов является не только актуальным, но и перспективным направлением в развитии высшего образования.

Цель исследования – интеграция разработанного исследовательского модуля, наполненного комплексом контрольных заданий, в практико-ориентированную деятельность будущих спортивных педагогов.

Материалы и методы исследования

Исследование проведено в рамках производственной практики (педагогическая практика) – физическая культура (выездная), которая реализовывалось в Алтайском государственном педагогическом университете (АлтГПУ) Институте физической культуры и спорта (ИФКиС) на базе МБОУ «Лицей № 86» г. Барнаула. В исследовании участвовали студенты 3-го курса в количестве 10 чел. в возрасте 19–20 лет (направление обучения «Физическая культура»), кураторы студенческого научного общества ИФКиС – 2 чел., обучающиеся МБОУ «Лицей № 86» – 20 школьников (1 класс, возраст 6–7 лет). На проведение тестирования, обработку и использование полученных результатов было получено письменное согласие родителей первоклассников, которые участвовали в исследовании. При проведении тестирования соблюдалось единство требований и условий для всех испытуемых.

В исследовании были использованы следующие методы: анализ научно-методи-

ческой и педагогической литературы по исследуемой проблеме; наблюдение; опрос; педагогический эксперимент; метод математической статистики.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате анализа литературных источников, собственного профессионального опыта и опроса будущих спортивных педагогов автором выявлены ключевые аспекты, развитие которых обеспечит формирование исследовательских компетенций. В результате анализа опроса участников исследования выявлено, что к 3-му курсу исследовательские компетенции недостаточно сформированы (табл. 1). Определение сформированности исследовательской компетентности было оценено по ряду ключевых параметров: публикационная активность обучающихся, участие в конференциях (отчеты Института физической культуры и спорта 2021–2024 гг.), уровень целеполагания (тест В. В. Подпругина, 2022 г.), способность к самоорганизации (опросник Е. Ю. Мандрикова, 2010 г.) и мотивация к исследовательской деятельности (Н. В. Бордовская с соавт., 2017 г.). Оценочные материалы взяты из рекомендованных к использованию в нормативных документах [13, 14].

Таблица 1

Показатели сформированности ключевых параметров исследовательских компетенций обучающихся по пяти параметрам, $n = 10$ ($X \pm \sigma$)

№ п/п	Показатели	Среднегрупповые значения студентов	Уровень сформированности (балл)
1	Публикационная активность, количество	$0,35 \pm 0,5$	1
2	Участие в конференциях, количество	$0,7 \pm 0,3$	1
3	Самоорганизация, балл	$2,1 \pm 0,6$	2
4	Целеполагание, балл	$1,5 \pm 0,3$	2
5	Мотивация, балл	$1 \pm 0,5$	1

Примечание: составлена автором на основе полученных данных в ходе исследования.

Таблица 2

Пример индивидуального профиля сформированности ключевых параметров исследовательских компетенций обучающихся до экспериментального воздействия, балл

№ п/п	Показатели	Низкий уровень	Средний уровень	Высокий уровень
1	Публикационная активность, количество	*		
2	Участие в конференциях, количество	*		
3	Самоорганизация, балл		*	
4	Целеполагание, балл		*	
5	Мотивация, балл	*		

Примечание: составлена автором на основе полученных данных в ходе исследования.

Полученные показатели в результате опроса респондентов были переведены в дифференцированные шкалы оценки по 3-балльной шкале, где низкий уровень – 1 балл, средний уровень – 2 балла, высокий уровень – 3 балла. Полученные баллы оформлены в виде индивидуального профиля сформированности исследовательской компетенции обучающихся (табл. 2), что позволило отслеживать динамику параметров научно-исследовательской деятельности в процессе экспериментального воздействия, которое заключалось в интеграции исследовательского модуля в практическую деятельность будущих спортивных педагогов, не нарушая общей структуры программы практики, утвержденной Ученым советом АлтГПУ (№ 940 от 19.09.2023).

Реализация исследовательского модуля, наполненного рядом контрольных заданий, проходила в течение производственной практики, которая осуществлялась в МБОУ «Лицей № 86» г. Барнаула в 2025 г. с октября по декабрь и составила 10 недель. В рамках разработанного модуля студентам была предоставлена структурированная форма отчета о проделанной научно-исследовательской деятельности. Целью интеграции разработанного модуля в практическую деятельность будущих спортивных педагогов было не усложнить прохождение практики, а помочь обучающимся в освоении исследовательских компетенций и создать фундамент для следующей практики на 4-м курсе (научно-исследовательская работа (НИР)). Данная идея поддержана профессорско-преподавательским составом Университета и кураторами СНО, так как имеется всего одна дисциплина в учебном плане бакалавров, рассматривающая лишь фрагментарно основные аспекты научно-исследовательской деятельности будущих спортивных педагогов с общим количеством часов 72 (2 зачетные единицы). По мнению автора, данного объема недостаточно для полноценного и качественного формирования заявленной общепрофессиональной компетенции и ее индикаторов (ОПК-8 – «способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний» (ФГОС ВО)) [14], и, возможно, что сформируется лишь пороговый уровень.

Для повышения качества образования и интенсификации формирования не только знаний, умений и в определенной степени навыков исследовательской деятельности был разработан заявленный исследовательский модуль. В качестве контрольных заданий практикантам был предоставлен следу-

ющий шаблон отчета о реализации исследовательской деятельности:

а) образец первичного протокола проведенного исследования (табл. 1);

б) инструкция о внесении данных в программу Excel – Microsoft 365 и статистической обработки полученных результатов;

в) образец таблицы для предоставления обработанных данных в Word – Microsoft 365;

г) пример оформления статьи для публикации [15];

д) правила и пример оформления списка используемых источников литературы [16];

е) пример доклада и его мультимедийного сопровождения.

Материалы в пунктах г–е, предоставленные студентам, разработаны по требованиям к участию практикантов запланированной ежегодной студенческой научно-практической конференции «Молодежь Барнаула – 2025» в рамках отчета о проделанной работе.

Выполнение контрольных заданий практикантами проходило под контролем руководителей практики (один – представитель Университета, второй – представитель базы практики), кураторы СНО ИФКиС в рамках научного наставничества. Практикантами в период прохождения производственной практики выполнялись задания организационно-методического модуля (изучение нормативно-правовых документов, регламентирующих деятельность выбранной ими базы практики), учебного модуля (составление конспектов и проведение уроков физической культуры), исследовательского модуля (разработанные контрольные задания), самостоятельного модуля (подготовка отчета и рефлексивный анализ практической и исследовательской деятельности). Выполнение контрольных заданий исследовательского модуля реализовано в учебном и самостоятельном модулях. Данная интеграция позволила не нарушить общей структуры уже разработанной программы практики, но качественно наполнить само содержание практико-ориентированной деятельности будущих спортивных педагогов.

При проведении уроков физической культуры практикантами кроме основных задач урока (оздоровление, образование, воспитание и развитие) проводились контрольные испытания базовых физических качеств (сила, быстрота, выносливость, гибкость и ловкость), которые оценивались по нормативам образовательного учреждения (разработанные на основе рекомендаций Министерства образования РФ). Полученные данные практикантами фиксировались в первичные протоколы, затем в рамках самостоятельной деятельности

они вносили полученные данные в программу Excel – Microsoft 365 для дальнейшей статистической обработки полученных результатов и затем оформляли таблицы Word – Microsoft 365 (это контрольные задания исследовательского модуля).

После проведения комплекса уроков, направленных на развитие конкретного физического качества, практиканты повторно проводили контрольные измерения и сравнивали полученные данные. Все действия практикантов выполнялись под руководством наставников и обсуждались в течение практики на бригадных часах (2 раза в неделю). Каждый понедельник утверждались планы работы практикантов на неделю, и каждую пятницу подводились промежуточные итоги выполненной исследовательской работы и разбирались проблемные ситуации, с которыми столкнулись практиканты. Практика бригадных часов, как и вся исследовательская деятельность в течение производственной практики, будущими спортивными педагогами была воспринята с большим энтузиазмом. Практиканты на заре своей исследовательской деятельности [16] получали от своих научных наставников одновременно и план действий, и пространство для развития «творческизма» в ходе организации собственных исследований, что подтверждено результатами их опроса в ходе оценки эффективности экспериментального воздействия.

Еженедельно экспериментатором проводилась фиксация достижений практикантов, отмечалось наличие проблемных ситуаций у испытуемого в ходе выполнения контрольных заданий исследовательского модуля практики. Важным для организатора эксперимента по интеграции исследовательского модуля в производственную практику было то, что к концу практики, проводимой по предложенному алгоритму построения исследовательской деятельности у участников эксперимента, произошли положительные изменения в уровне параметров исследовательской деятельности. Так, у практикантов к концу эксперимента количество проблемных ситуаций сведено к минимуму. При подведении итогов экспериментального воздействия по интеграции исследовательского модуля в производственную практику все испытуемые полностью справились со всеми контрольными заданиями, заявленными в шаблоне отчета.

Заключение

Анализ результатов экспериментально-го воздействия, направленного на формирование исследовательских компетенций

в процессе интегративного обучения спортивных педагогов, показал, что произошли положительные изменения по всем ключевым параметрам исследовательской деятельности: публикационная активность, участие в конференциях, самоорганизация, целеполагание и мотивация. Интеграция исследовательского модуля с перечнем контрольных заданий, кураторством научных наставников и пакета шаблонов для оформления отчетной документации о проделанной научно-исследовательской деятельности позволила всем участникам эксперимента полностью справиться с заданиями и повысить уровень сформированности исследовательской компетенции с порогового до продвинутого. Данное заключение сделано не только на основе опроса экспертов и в результате наблюдений за научно-исследовательской деятельностью практикантов, но и по итогам отчета всей производственной практики.

Все будущие спортивные педагоги предоставили первичные протоколы проведенных исследований базовых физических качеств, обработанные результаты в программе Excel – Microsoft 365 и их статистическую обработку (среднее, стандартное отклонение и достоверность по t-критерию Стьюдента (при $p \leq 0,05$), полученных результатов в связанной выборке. В рамках отчета о проделанной исследовательской деятельности все испытуемые написали проект статьи для публикации по предложенному шаблону оформления, в котором предоставили не только таблицы результатов в программе Word – Microsoft 365, но и теоретическое обоснование экспериментального материала, оформленный список литературных источников. Еще одним из значимых результатов проделанной работы было выступление на студенческой конференции с докладом и его мультимедийным сопровождением. Все 10 практикантов успешно выступили на студенческой научно-практической конференции «Молодежь Барнаула – 2025» (09.11.2025 <https://barnaul.org/news/molodezh-barnaulu-rabota-sektsiy-xxvii-gorodskoy-nauchno-prakticheskoy-konferentsii-molodykh-uchenykh.html>) и не только стали победителями, заняв призовые места в секции «Физическая культура», но и были признаны лучшими во всех номинациях, предусмотренных членами жюри. Формирование исследовательских компетенций в процессе интегративного обучения позволяет повысить качество их формирования, создает научные группы под руководством опытных наставников, что обеспечит преемственность знаний и методологий в научных школах.

В перспективе деятельности автор планирует рекомендовать пересмотр не только учебных планов бакалавров, обучающихся по направлению «Физическая культура», но и переработать рабочие программы дисциплин теоретического и практического модулей планов обучения, где теория в полной мере будет служить фундаментом для практической деятельности будущих спортивных педагогов.

Список литературы

1. Концепция подготовки педагогических кадров для системы образования на период до 2030 года (утверждена Распоряжением Правительства РФ от 24 июня 2022 г. № 1688-р). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/404830447/> (дата обращения: 10.12.2025).
2. Чеснокова Н. П., Понукалина Е. В., ПолUTOва Н. В., Бизенкова М. Н. Проблемы оптимизации преподавания в высшей школе // Международный журнал экспериментального образования. 2017. № 1. С. 136–137. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=88836582> (дата обращения: 10.12.2025). EDN: VIMPNX.
3. Андреева А. Д., Лисичкина А. Г., Бегунова Л. А. Диагностика профессиональных установок современных учащихся юношеского возраста // Психолого-педагогические исследования. 2025. Т. 17. № 1. С. 113–130. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82108971> (дата обращения: 10.12.2025). DOI: 10.17759/psyedu.2025170108.
4. Губарева Н. В., Тарасова О. А., Сапрыкин П. П. Актуальные тенденции формирования исследовательских компетенций обучающихся физкультурного вуза // Проблемы современного педагогического образования. 2025. № 88–3. С. 90–93. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=83992478> (дата обращения: 12.12.2025). EDN: MAAABOE.
5. Югова М. А., Павлова С. В. Развитие метакогнитивных навыков на основе учебника иностранного языка // Проблемы современного педагогического образования. 2023. № 80–4. С. 273–276. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitiemetakognitivnyh-navykov-na-osnove-uchebnika-inostrannogoyazyka> (дата обращения: 05.11.2025). EDN: EAHENE.
6. Надеждин Е. Н. Интегративный подход в междисциплинарном проектировании электронных образовательных ресурсов // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 4. С. 199–206. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45706343> (дата обращения: 05.11.2025). DOI: 10.17513/snt.38640.
7. Лихидько М. А., Закиева Л. Р., Шахмаева К. Е. Интегративное обучение бакалавров технического вуза в процессе профессиональной подготовки // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 66–4. С. 158–161. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42654638> (дата обращения: 05.11.2025). EDN: HETGJH.
8. Евсеев С. П., Евсеева О. Э., Аксенов А. В. Деятельность научно-педагогической школы «Методология, теория и методика адаптивной физической культуры» по выполнению государственных заданий Министерства спорта Российской Федерации // Научно-педагогические школы Университета. 2024. № 1 (9). С. 9–15. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82762924> (дата обращения: 05.11.2025). EDN: PPWDKW.
9. Софонова В. А., Горская И. Ю. Личность профессора Людмилы Григорьевны Харитоновой в истории Сибирского государственного университета физической культуры и спорта // Вестник Сибирского государственного университета физической культуры и спорта. 2025. № 2 (15). С. 88–93. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82307734> (дата обращения: 05.11.2025). EDN: JBCUNC.
10. Никитина Л. А. Методические задачи – средство реализации персонифицированного подхода в подготовке будущего учителя // Герценовские чтения. Начальное образование. 2024. Т. 15. № 1. С. 189–194. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=63542766> (дата обращения: 05.11.2025). EDN: JJEUUU.
11. Лукьянова М. И., Стромакова Н. В. Педагогический университет как субъект региональной системы научно-методического обеспечения деятельности психолого-педагогических классов // Поволжский педагогический поиск. 2023. № 4 (46). С. 9–17. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_57064944_96552712.pdf. (дата обращения: 04.12.2025). EDN: PXAQJZ.
12. Половникова Л. Б. Виртуальный лабораторный практикум как средство формирования научно-исследовательских компетенций будущего инженера // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 4–2. С. 311–316. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=591> (дата обращения: 09.01.2026). DOI: 10.17513/snt.38016.
13. Минобрнауки Алтайского края от 27 апреля 2023 г. № 27-П «Об утверждении Положения о наставничестве для педагогических работников образовательных организаций, осуществляющих образовательную деятельность по реализации основных и дополнительных общеобразовательных программ и образовательных программ профессионального образования в Алтайском крае» (Зарегистрирован 28 апреля 2023 г. № 499) URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/2201202304280004> (дата обращения: 27.12.2025).
14. Методические рекомендации по подготовке кадров по программам педагогического бакалавриата на основе единых подходов к их структуре и содержанию («Ядро высшего педагогического образования»). [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_409505/74a956f55fa11108132fe1498ccd04201b82697d/ (дата обращения: 09.01.2026).
15. Кулемзина Т. В., Красножен С. В., Криволап Н. В. Интегративный подход как вектор персонализации образовательных практик в медицинском вузе // Профессиональное образование в современном мире. 2023. Т. 13. № 3. С. 507–519. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54733077> (дата обращения: 12.01.2026). DOI: 10.20913/2618-7515-2023-3-12.
16. Маркин В. В. Наука и лженаука в современной культуре // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2024. № 5. С. 40–43. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=67317836> (дата обращения: 11.01.2026). DOI: 10.24412/2220-2404-2024-5-16.

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The author declares that there is no conflict of interest.

УДК 37.035
DOI

CC BY 4.0

СХОДСТВА И ПРОТИВОРЕЧИЯ В ОЦЕНКЕ СОЦИАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ УЧАЩИХСЯ 5–9 КЛАССОВ: СОПОСТАВЛЕНИЕ САМООЦЕНКИ И ОЦЕНОК ЗАКОННЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ

Емельянова Э. Л. ORCID ID 0009-0006-8109-8987

*Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования
«Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Москва,
Российская Федерация, e-mail: elemelyanova@fa.ru*

Социальная компетентность подростков является ключевым образованием, обеспечивающим успешную коммуникацию и профилактику конфликтов в школе. Вместе с тем оценки социальных навыков, полученные от разных информантов, нередко расходятся, что затрудняет разработку адресных педагогических мер. Цель статьи – выявить и проанализировать сходства и расхождения в оценке социальной компетентности учащихся общеобразовательной школы на основе сопоставления их самоотчетов и оценок законных представителей. Материал составили данные анкетирования учащихся и их законных представителей из нескольких общеобразовательных организаций. Использовался опросник социальной компетентности, включающий когнитивный, эмоциональный, поведенческий и мотивационно-ценностный компоненты; ответы сопоставлялись на единой шкале. Применялись расчет компонентных индексов, статистическое сравнение групповых оценок и анализ силы расхождений, а также тематический анализ открытых комментариев законных представителей. Результаты выявили систематическое превышение самооценок подростков над родительскими оценками по всем компонентам; наиболее выраженные расхождения относятся к мотивационно-ценностной и когнитивной сферам, наименее выраженные – к эмоциональной сфере. Комментарии законных представителей указывают на запрос на развитие эмоциональной саморегуляции и безопасного, уважительного общения в цифровой среде. Сделан вывод о необходимости многоисточниковой диагностики и компонентно-ориентированных мер педагогической поддержки, направленных на перевод установок в наблюдаемое поведение и развитие навыков социального решения проблем.

Ключевые слова: социальная компетентность, подростки, законные представители, многоисточниковая оценка, расхождения оценок, социально-эмоциональные навыки

SIMILARITIES AND CONTRADICTIONS IN ASSESSING SOCIAL COMPETENCE AMONG STUDENTS IN GRADES 5–9: A COMPARISON OF SELF-EVALUATIONS AND ASSESSMENTS BY PARENTS AND LEGAL GUARDIANS

Emelyanova E. L. ORCID ID 0009-0006-8109-8987

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Financial University under the Government of the Russian Federation”,
Moscow, Russian Federation, e-mail: elemelyanova@fa.ru*

Social competence is viewed as a key outcome of educational and upbringing work, ensuring successful interaction with peers and adults and reducing the risks of conflicts in the school environment. At the same time, assessments of social skills obtained from different informants often diverge, which complicates educational decision-making. The aim of the article is to describe similarities and contradictions in the assessment of social competence among lower secondary school students based on adolescents' self-reports and their parents' ratings. The material consisted of survey data from students and legal guardians from several general education schools. A social competence questionnaire covering cognitive, emotional, behavioral, and motivational-value components was used; responses were compared on a single scale. The methods included computing component indices, statistical comparison of group ratings and analysis of discrepancy magnitude, as well as thematic analysis of parents' open-ended comments. The results showed systematically higher adolescent self-ratings across all components compared with legal guardians' ratings; the largest discrepancies relate to the motivational-value and cognitive domains, and the smallest discrepancies relate to the emotional domain. Parents and legal guardians' comments indicate a demand for developing emotional self-regulation and safe, respectful communication in the digital environment. The study concludes that multi-informant assessment and component-oriented educational support measures are needed, aimed at translating attitudes into observable behavior and developing social problem-solving skills.

Keywords: social competence, adolescents, parents and legal guardians, multi-informant assessment, rating discrepancies, social-emotional skills

Введение

В отечественной психолого-педагогической науке развитие социальной компетентности школьников все чаще признается значимым результатом общего образова-

ния, связанного с качеством взаимодействия в классе, профилактикой конфликтов и поддержанием психологического благополучия. Однако, как отмечают Т. А. Юдина и С. В. Алехина, оценка социальной ком-

петентности сопряжена с рядом методологических сложностей. К ним относятся неоднозначность самого конструкта, противоречивые критерии нормативного поведения, а также недостаточная валидность и надежность применяемых диагностических инструментов. Все это препятствует практическому использованию результатов оценки для разработки конкретных образовательных мер [1]. Ю. О. Герасимова и Е. А. Орел показывают, что измерение социально-эмоциональных навыков становится инструментом управления качеством образования и потому требует прозрачной операционализации показателей и понятных интерпретаций для школы и семьи [2].

Для подросткового возраста задача оценки дополнительно усложняется контекстностью проявлений: один и тот же ученик может демонстрировать разные модели поведения дома, в учебной ситуации и в группе сверстников. В прикладной психологии и педагогике социальная компетентность понимается как интегративное качество, формируемое несколькими компонентами: способностью понимать социальные контексты (когнитивный компонент), управлять своими эмоциями (эмоциональная регуляция), выстраивать эффективное общение (поведенческие навыки) и руководствоваться просоциальными ценностями (мотивационно-ценностная основа). В частности, Ю. А. Быстрова показывает, что выраженность компонентов социальной компетентности связана с образовательной средой и требует целенаправленной поддержки средствами урока и внеурочной деятельности [3].

Отдельную проблему составляет согласованность оценок разных информантов. По данным многоисточниковой диагностики социально-эмоциональных навыков уровень согласованности между самооценками учащихся и оценками взрослых существенно варьируется по доменам и чаще ниже в областях самоконтроля и межличностной чувствительности [4]. Кроме того, в исследовании Г. А. Виленской, Е. И. Лебедевой и А. Ю. Улановой показано, что социальная компетентность подростков связана с развитием социального познания и контроля поведения, а вклад этих механизмов в наблюдаемые проявления может различаться в зависимости от ситуации и источника оценки [5].

Цель исследования – выявить сходства и противоречия в оценке социальной компетентности учащихся 5–9 классов по самооценкам подростков и оценкам законных представителей на основе компонентного анализа результатов опросника социальной компетентности по четырехкомпонентной модели.

Материалы и методы исследования

Эмпирическую базу составили результаты анкетирования 553 учащихся 5–9 классов (школы Благовещенска, Южно-Сахалинска, Александрова-Сахалинска и Москвы) и 341 законных представителей из пяти общеобразовательных организаций. В графическом материале для краткости используется обобщающее обозначение «родители», включающее законных представителей. Оценка проводилась анонимно в электронном формате; учащиеся заполняли самоотчет, а законные представители давали оценку поведения ребенка. Использовалась форма опросника социальной компетентности по четырехкомпонентной модели: когнитивный, эмоциональный, поведенческий и мотивационно-ценностный компоненты. Ответы законных представителей фиксировались по шкале от 1 до 5 баллов; ответы учащихся, изначально представленные по 3-балльной шкале, были линейно преобразованы к единому 5-балльному формату для сопоставимости данных. Сравнение выполнялось по агрегированным показателям; публикуются только обобщенные результаты без детализации по школам. Анкета также включала открытый вопрос для получения качественных данных о родительских представлениях относительно приоритетных навыков/умений социального взаимодействия современных школьников. Всего получено 30 развернутых текстовых комментариев. Открытые ответы были обработаны методом тематического (контент-)анализа. Кодирование выполнялось одним исследователем; категории уточнялись итеративно по мере анализа массива ответов. Выделялись повторяющиеся смысловые категории и формировались тематические кластеры; в тексте статьи приведены иллюстративные цитаты, репрезентирующие наиболее типичные темы. Качественные данные использовались для уточнения интерпретации количественных результатов и обоснования практических рекомендаций.

Результаты исследования и их обсуждение

Количественные результаты. По всем компонентам самооценки учащихся выше оценок законных представителей (таблица, рис. 1). Общий индекс по 18 утверждениям составил 3,816 у учащихся и 3,562 у законных представителей ($\Delta = 0,253$; $p < 0,001$; $|g| = 0,363$). Наибольшее расхождение относится к мотивационно-ценностному компоненту ($\Delta = 0,415$; $|g| = 0,493$), далее следуют когнитивный компонент ($\Delta = 0,270$; $|g| = 0,341$) и общий индекс. Наименьшее расхождение наблюдается по эмоциональному компоненту ($\Delta = 0,149$; $|g| = 0,172$).

Компоненты социальной компетентности:
описательная статистика и различия (шкала 1–5)

Показатель	Учащиеся: М	Учащиеся: SD	Закон. предст: М	Закон. предст: SD	Δ (уч. -род.)	p (Уэлч)	g (Хеджес)
Когнитивный компонент	3,981	0,847	3,712	0,688	0,270	< 0,001	0,341
Эмоциональный компонент	3,624	0,933	3,475	0,753	0,149	< 0,009	0,172
Поведенческий компонент	3,800	0,824	3,625	0,706	0,175	< 0,001	0,224
Мотивационно-ценностный компонент	3,853	0,881	3,438	0,774	0,415	< 0,001	0,493
Общий индекс (18 пунктов)	3,816	0,718	3,562	0,663	0,253	< 0,001	0,363

Примечание: составлена автором на основе полученных данных в ходе исследования.

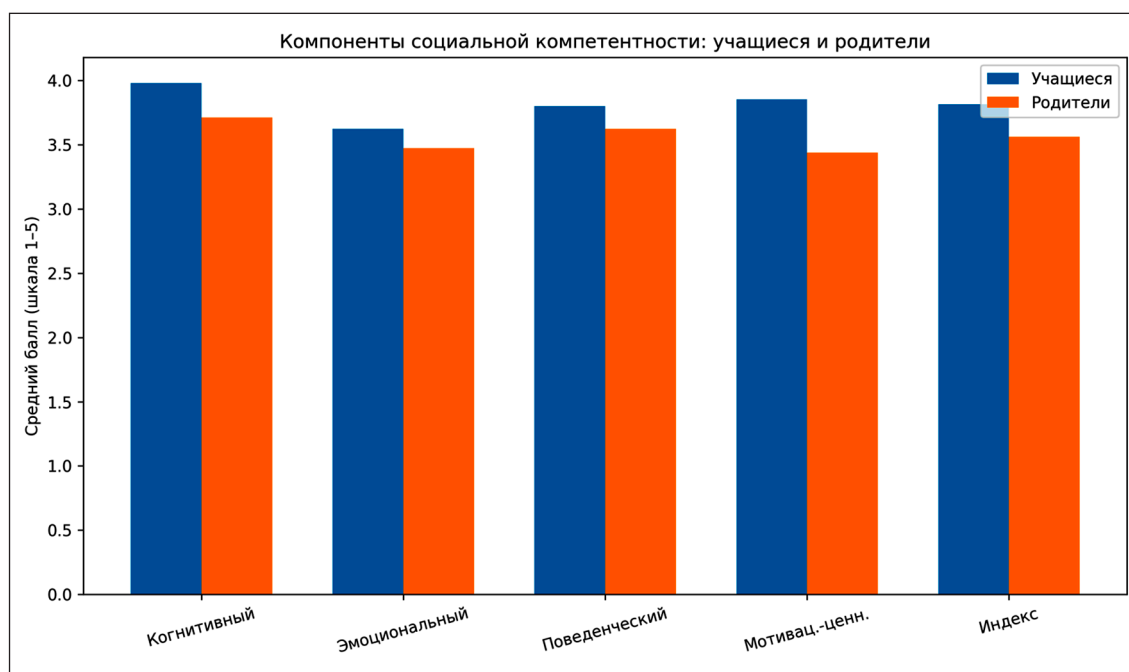


Рис. 1. Компоненты социальной компетентности:
самооценка учащихся и оценка законных представителей (шкала 1–5)
Примечание: составлен автором по результатам данного исследования

Интерпретация расхождений и меры. На уровне оценивания Г. А. Виленская, Е. И. Лебедева и А. Ю. Уланова подчеркивают, что расхождения информантов отражают различие контекстов и критериев наблюдения [5]. Mudarra и др. демонстрируют доменную неодинаковость согласия информантов, что поддерживает компонентную интерпретацию результатов [4]. По мотивационно-ценностному компоненту подростки чаще фиксируют намерения и установки, тогда как законные представители оценива-

ют их реализацию в поведении; этот вывод согласуется с тезисом Ю. О. Герасимовой и Е. А. Орел о необходимости поведенчески конкретных индикаторов социально-эмоциональных навыков [2] и с позицией Т. А. Юдиной и С. В. Алехиной о доказательной интерпретации результатов [1].

Следует обратить особое внимание на тематические акценты комментариев родителей. Открытые ответы родителей (n = 30) уточняют, какие именно дефициты лежат за более низкими родительскими оценками.

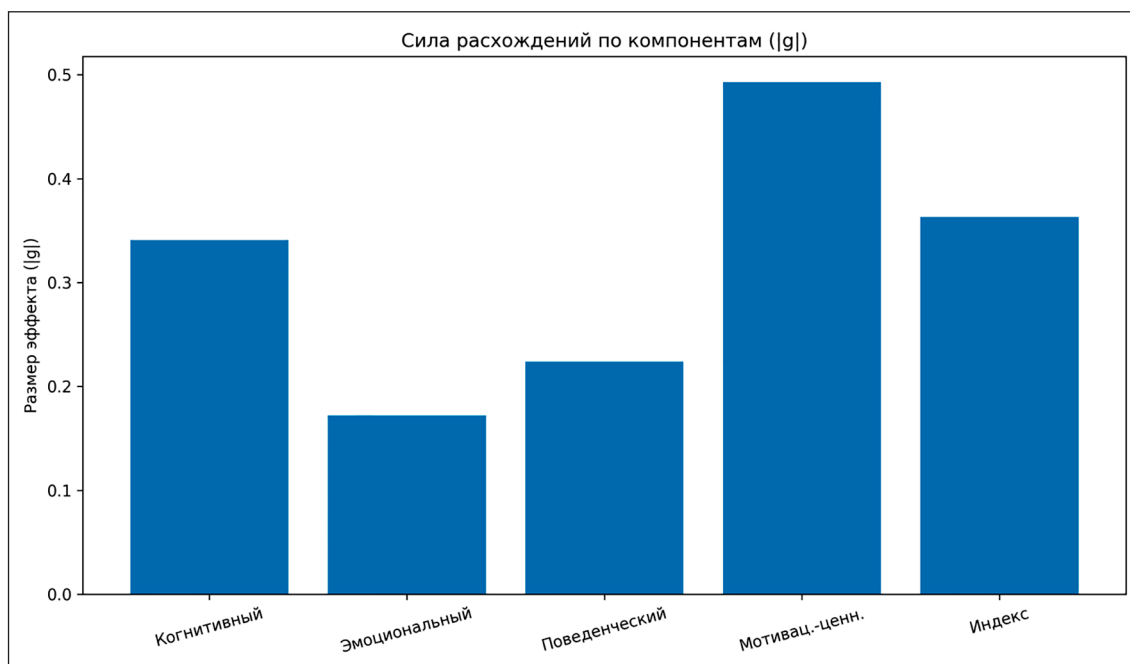


Рис. 2. Сила расхождений между самооценкой учащихся и оценкой законных представителей по компонентам (lg)
Примечание: составлен автором по результатам данного исследования

Во-первых, в когнитивной сфере родители фиксируют уязвимость к онлайн-влияниям и сложности аргументированного переосмотра позиции: «...критично относиться к потоку информации... не всегда получается опспорить мнение, услышанное... в интернете». Во-вторых, значимым выступает нормативно-поведенческий запрос на цифровой этикет (нетизенкет) и приватность: «...не распространять чужие фото без разрешения... думать, прежде чем отправить сообщение», при этом подчеркивается, что часть конфликтов «зарождается именно там». В-третьих, отмечается потребность в поддержании уважительного и инклюзивного климата класса: «больше проводить беседы... по дисциплине и уважению друг друга», «больше уделять внимание... детям с ОВЗ по зрению». Наконец, в ряде ответов социальная компетентность связывается с ответственным действием и заботой («домашние животные, уход, ответственность...»), что выводит понимание компетентности за рамки коммуникативных умений. В совокупности качественные данные показывают, что родители опираются преимущественно на наблюдаемую реализованность норм и саморегуляции, тогда как подростки чаще оценивают намерения и самоощущение; это поддерживает доменно-специфическую настройку мер поддержки.

Выявленная структура расхождений между самооценкой подростков и оценкой

законных представителей (рис. 2) задает четкие приоритеты для проектирования адресных педагогических мер.

Содержательный анализ компонентов позволяет перейти от констатации проблемы к разработке конкретных, методологически обоснованных интервенций.

1. В частности, в мотивационно-ценностной сфере, где зафиксированы наибольшие расхождения между самооценкой подростков и оценками законных представителей, перспективным представляется использование практик, направленных на трансляцию декларируемых установок в наблюдаемое поведение – например, через проектные задания, краткосрочные поведенческие цели и структурированную рефлексию. Для этого рекомендуется закрепить в классе краткую рубрику социального взаимодействия (несколько поведенчески конкретных критериев: уважительное высказывание, принятие ответственности за роль, соблюдение договоренностей, корректная обратная связь) и использовать короткие поведенческие цели с последующей рефлексией выполнения. Такой подход соответствует требованиям доказательной и методически прозрачной оценки социальной компетентности, подчеркнутым Т. А. Юдиной и С. В. Алехиной [1], а также позиции Ю. О. Герасимовой и Е. А. Орел о необходимости операционализированных показателей социально-эмоциональных навыков

в образовательной практике [2]. Эффективность универсальных школьных программ социально-эмоционального обучения и их вклад в учебные результаты подтверждены в метаанализах Corcoran и др. [6] и Sirigiano и др. [7]; устойчивость эффектов на последующих измерениях показана Taylor и др. [8]. Тем самым мотивационно-ценностный компонент переводится из плоскости само-описаний в плоскость проверяемых действий, что снижает риск «инфляции» самооценки за счет намерений. Дополнительным эффектом выступает повышение сопоставимости данных разных информантов за счет единых поведенческих индикаторов, наблюдаемых в образовательной ситуации.

2. Для когнитивного компонента рекомендуется обучение социальному решению проблем и умению принимать точку зрения другого: разбор типичных межличностных кейсов (анализ ситуации, интересов сторон, альтернатив и последствий), тренировка уточняющих стратегий и элементов восстановительного диалога. Такой формат согласуется с выводами Г. А. Виленской, Е. И. Лебедевой и А. Ю. Улановой о роли социального познания и контроля поведения в социальной компетентности подростков [5] и с логикой целевой педагогической поддержки, описанной Ю. А. Быстровой [3]. При проектировании занятий целесообразно учитывать «активные компоненты» тренингов социальных навыков (психообразование, отработка навыка, обратная связь), обобщенные в метаанализе de Mooij и др. [9].

3. На уровне школьной организации рекомендуется «общешкольный подход»: согласование ожиданий и норм общения на уроках и во внеурочной деятельности, поддержка позитивного школьного климата, единые процедуры реагирования на конфликт. Эффективность вмешательств в формате «общешкольного подхода» подтверждена метаанализом Goldberg и др. [10]. Такая организация снижает вариативность требований и интерпретаций между педагогами и контекстами, тем самым уменьшая «шум» наблюдения, который усиливает расхождения информантов. Кроме того, единые нормы и процедуры обеспечивают устойчивость изменений за счет повторяющихся практик и согласованной социальной среды, в которой формируются и закрепляются компоненты социальной компетентности.

4. Согласование позиций семьи и школы в вопросах социально-эмоционального развития требует выстраивания системной, двусторонней коммуникации. Для уменьшения расхождений оценок и повышения переноса навыков в домашнюю среду важно системно информировать законных представителей о целях и критериях соци-

ально-эмоционального развития (краткие памятки, обсуждения с примерами критериев и типовых ситуаций). Drew и др. показывают, что педагоги нередко недооценивают интерес законных представителей к содержанию социально-эмоционального обучения, соответственно, законные представители не всегда понимают, чему именно обучают детей в рамках социально-эмоциональных программ, что ограничивает их эффективность [11]. Роль семейного участия в социально-эмоциональном развитии через школьную вовлеченность показана Martinez-Yarza и др. [12].

5. С учетом запроса законных представителей на цифровой этикет целесообразно включать модуль цифрового гражданства. Jones и соавт. в кластерном рандомизированном исследовании фиксируют эффекты по знаниям и самоэффективности [13], а Magis-Weinberg и др. указывают на высокий потенциал школьных интервенций в раннем подростковом возрасте [14]. Включение данного модуля обеспечивает адресное закрытие зоны, явно артикулированной законными представителями, и связывает социальную компетентность с актуальными практиками онлайн-взаимодействия. Это позволяет рассматривать цифровой контекст как полноценную среду проявления компонентов компетентности, а не как внешний фактор и тем самым повышает экологическую валидность педагогических мер и диагностики.

6. Для поведенческого компонента рекомендованы восстановительные практики: диалоговые круги по актуальным конфликтам и нормам взаимодействия, а также обучение педагогов фасилитации диалога. Потенциал «кругов» описан Parker-Shandal и Bickmore [15], а рамка связи восстановительных практик и развития социальных навыков предложена Kehoe и др. [16]. Регулярное применение восстановительных процедур переводит поведенческий компонент в режим систематической тренировки: навыки закрепляются через повторяемые социальные действия и осмысленную обратную связь, а не через разовые «разборы». Одновременно повышается предсказуемость реакции взрослого и качество нормотворчества в классе, что способствует снижению конфликтности и делает поведенческие проявления более наблюдаемыми и сопоставимыми для разных информантов.

В целом объединенный анализ подтверждает, что расхождения оценок не следует «сглаживать»: они задают приоритеты мер поддержки и позволяют сделать педагогические решения более адресными (в логике доменной неодинаковости расхождений, описанной Mudarra и др. [4]).

Заключение

Практический вывод исследования состоит в том, что выявленные расхождения оценок следует использовать не для «усреднения» мнений, а для выбора адресных мер поддержки по доменам, где различия максимальны. Рекомендуются закреплять поведенчески конкретные критерии уважительного взаимодействия и ответственности (рубрики и рефлексия выполнения), использовать кейсовые занятия по социальному решению проблем и перспективированию, внедрять восстановительные диалоговые практики в классе, включать модуль цифрового этикета и критической оценки онлайн-информации, а также системно информировать законных представителей о целях и критериях развития социально-эмоциональных навыков. Такой компонентно-ориентированный подход повышает согласованность ожиданий семьи и школы и поддерживает перевод установок в наблюдаемое поведение. Открытые комментарии родителей дополнительно подтверждают, что приоритетными зонами развития выступают критическая оценка онлайн-информации, нормы цифрового общения, уважительный (в том числе инклюзивный) климат класса и формирование ответственности как наблюдаемого социального действия.

Список литературы

1. Юдина Т. А., Алехина С. В. К проблеме доказательной психологической оценки социальной компетентности школьников в инклюзивном образовании // Современная зарубежная психология. 2022. Т. 11. № 4. С. 41–50. URL: https://psyjournals.ru/journals/jmfp/archive/2022_n4/Yudina_Alekhina (дата обращения: 28.12.2025). DOI: 10.17759/jmfp.2022110404.
2. Герасимова Ю. О. Измеряя школьника: зачем мы развиваем и оцениваем социально-эмоциональные навыки // Психология. Журнал Высшей школы экономики. Опел. Измеряя школьника. 2022. Т. 19. № 1. С. 61–75. URL: <https://psy-journal.hse.ru/2022-19-1/581961887.html> (дата обращения: 28.12.2025). DOI: 10.17323/1813-8918-2022-1-61-75.
3. Быстрова Ю. А. Развитие социальной компетентности у подростков с ОВЗ в условиях инклюзивного образования // Психологическая наука и образование. 2022. Т. 27. № 6. С. 102–114. URL: https://psyjournals.ru/journals/pse/archive/2022_n6/Bystrova (дата обращения: 28.12.2025). DOI: 10.17759/pse.2022270608.
4. Mudarra M. J., Álvarez-González B., García-Salguero B., Elliott S. N. Multi-Informant Assessment of Adolescents' Social-Emotional Skills: Patterns of Agreement and Discrepancy among Teachers, Parents, and Students // Behavioral Sciences. 2022. Vol. 12. Is. 3. Art. 62. URL: <https://www.mdpi.com/2076-328X/12/3/62> (дата обращения: 28.12.2025). DOI: 10.3390/bs12030062.
5. Виленская Г. А., Лебедева Е. И., Уланова А. Ю. Социальная компетентность подростков: роль социального познания и контроля поведения: Психология и педагогика // Вестник Российского университета дружбы народов. Социальная компетентность подростков. 2023. Т. 20. № 3. С. 588–608. URL: <https://journals.rudn.ru/psychology-pedagogics/article/view/36966> (дата обращения: 28.12.2025). DOI: 10.22363/2313-1683-2023-20-3-588-608.
6. Corcoran R. P., Cheung A. C. K., Kim E., Xie C. Effective universal school-based social and emotional learning programs for improving academic achievement: A systematic review and meta-analysis of 50 years of research // Educational Research Review. 2018. Vol. 25. P. 56–72. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X17300611> (дата обращения: 28.12.2025). DOI: 10.1016/j.edurev.2017.12.001.
7. Cipriano C., Strambler M. J., Naples L. H., Ha C., Kirk M., Wood M., Sehgal K., Zieher A. K., Eveleigh A., McCarthy M., Funaro M., Ponnock A., Chow J. C., Durlak J. The state of evidence for social and emotional learning: A contemporary meta-analysis of universal school-based SEL interventions // Child Development. 2023. Vol. 94. Is. 5. P. 1181–1204. URL: <https://srd.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cdev.13968> (дата обращения: 28.12.2025). DOI: 10.1111/cdev.13968.
8. Taylor R. D., Oberle E., Durlak J. A., Weissberg R. P. Promoting Positive Youth Development Through School-Based Social and Emotional Learning Interventions: A Meta-Analysis of Follow-Up Effects // Child Development. 2017. Vol. 88. Is. 4. P. 1156–1171. DOI: 10.1111/cdev.12864.
9. De Mooij B., Fekkes M., Scholte R. H. J., Overbeek G. Effective Components of Social Skills Training Programs for Children and Adolescents in Nonclinical Samples: A Multilevel Meta-analysis // Clinical Child and Family Psychology Review. 2020. Vol. 23. Is. 2. P. 250–264. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10567-019-00308-x> (дата обращения: 28.12.2025). DOI: 10.1007/s10567-019-00308-x.
10. Goldberg J. M., Sklad M., Elfink T. R., Schreurs K. M. G., Bohlmeijer E. T., Clarke A. M. Effectiveness of interventions adopting a whole school approach to enhancing social and emotional development: a meta-analysis // European Journal of Psychology of Education. 2019. Vol. 34. Is. 4. P. 755–782. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10212-018-0406-9> (дата обращения: 28.12.2025). DOI: 10.1007/s10212-018-0406-9.
11. Drew A. L., Rhoades K. A., Eddy J. M., Smith Slep A. M., Kim T. E., Currie C. What do parents know about social-emotional learning in their children's schools? Gaps and opportunities for strengthening intervention impact // Social and Emotional Learning: Research, Practice, and Policy. 2024. Vol. 4. Art. 100065. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2773233924000391> (дата обращения: 28.12.2025). DOI: 10.1016/j.sel.2024.100065.
12. Martínez-Yarza N., Solabarrieta-Eizaguirre J., Santibáñez-Gruber R. The impact of family involvement on students' social-emotional development: the mediational role of school engagement // European Journal of Psychology of Education. The impact of family involvement on students' social-emotional development. 2024. Vol. 39. Is. 4. P. 4297–4327. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10212-024-00862-1> (дата обращения: 28.12.2025). DOI: 10.1007/s10212-024-00862-1.
13. Jones L. M., Mitchell K. J., Beseler C. L. The Impact of Youth Digital Citizenship Education: Insights from a Cluster Randomized Controlled Trial Outcome Evaluation of the Be Internet Awesome (BIA) Curriculum // Contemporary School Psychology. The Impact of Youth Digital Citizenship Education. 2024. Vol. 28. Is. 4. P. 509–523. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40688-023-00465-5> (дата обращения: 28.12.2025). DOI: 10.1007/s40688-023-00465-5.
14. Magis-Weinberg L., Muñoz Lopez D. E., Gys C. L., Berger E. L., Dahl R. E. Promoting digital citizenship through a school-based intervention in early adolescence in Peru (a pilot quasi-experimental study) // Child and Adolescent Mental Health. 2023. Vol. 28. Is. 1. P. 83–89. URL: <https://acamh.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/camh.12625> (дата обращения: 28.12.2025). DOI: 10.1111/camh.12625.
15. Parker C., Bickmore K. Classroom peace circles: Teachers' professional learning and implementation of restorative dialogue // Teaching and Teacher Education. Classroom peace circles. 2020. Vol. 95. P. 103129. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0742051X19315148> (дата обращения: 28.12.2025). DOI: 10.1016/j.tate.2020.103129.
16. Kehoe M., Bourke-Taylor H., Broderick D. Developing student social skills using restorative practices: a new framework called H.E.A.R.T // Social Psychology of Education. Developing student social skills using restorative practices. 2018. Vol. 21. Is. 1. P. 189–207. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11218-017-9402-1> (дата обращения: 28.12.2025). DOI: 10.1007/s11218-017-9402-1.

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The author declares that there is no conflict of interest.

УДК 378.17
DOI

CC BY 4.0

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕННОСТНОГО ОТНОШЕНИЯ К ЗДОРОВОМУ ОБРАЗУ ЖИЗНИ У ОБУЧАЮЩИХСЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

Ефремова И. В. ORCID ID 0000-0001-8929-1059,**Поваляева О. Н. ORCID ID 0000-0001-6900-4286,****Щучка Т. А. ORCID ID 0000-0002-6595-8514**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина», Елец, Российская Федерация, e-mail: elpavlik@rambler.ru

Здоровый образ жизни становится ключевым ресурсом, составляющим энергетический потенциал педагога, его когнитивную работоспособность, снижает риски профессионального выгорания и психо-эмоционального истощения, что определяет спрос на педагогов-предметников, поддерживающих свое здоровье как условие высокой конкурентоспособности и педагогической эффективности. Практика показывает, что молодые специалисты недооценивают роль здорового образа жизни и его значение в профессиональной деятельности, что и актуализирует настоящее исследование. Цель исследования – на основе констатации уровня сформированности компонентов ценностного отношения обучающихся к здоровому образу жизни определить организационно-педагогические условия формирования здорового образа жизни в подготовке конкурентоспособного педагога-предметника. В рамках исследования на базе ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина» проведена оценка состояния компонентов ценностного отношения к здоровому образу жизни 254 обучающихся по программам УГСН 44.00.00 «Образование и педагогические науки» посредством комплекса диагностических методик: стандартизированное тестирование; опросники «Знание основ здорового образа жизни»; анализ продуктов учебной деятельности; авторские анкеты и шкалы; метод экспертной оценки; проективная методика; метод портфолио «Мой путь к здоровью». В результате исследования выделены основные компоненты ценностного отношения к здоровому образу жизни обучающегося педагогического направления подготовки: когнитивный, эмоционально-оценочный (аффективный), поведенческий (конативный). Обоснована необходимость целенаправленной, системной и интегрированной работы по формированию ценностного отношения к здоровому образу жизни у обучающихся педагогических направлений подготовки потребовала выявления комплекса организационно-педагогических условий, перспектива реализации которого предполагает корректировку процесса подготовки будущего педагога, где формирование его ценностного отношения к здоровому образу жизни становится не дополнительным компонентом, а интегральным элементом профессионального становления и конкурентного преимущества.

Ключевые слова: конкурентоспособность, учитель-предметник, ценностное отношение, ключевые ценности, мотив, здоровый образ жизни

SOME ASPECTS OF FORMING VALUE ATTITUDE TOWARDS A HEALTHY LIFESTYLE IN STUDENTS OF PEDAGOGICAL SCIENCES IN THE CONTEXT OF DEVELOPING COMPETITIVENESS

Efremova I. V. ORCID ID 0000-0001-8929-1059,**Povalyaeva O. N. ORCID ID 0000-0001-6900-4286,****Schuchka T. A. ORCID ID 0000-0002-6595-8514**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Bunin Yelets State University”, Yelets, Russian Federation, e-mail: elpavlik@rambler.ru

A healthy lifestyle is becoming a key resource that constitutes the energy potential of a teacher, his cognitive performance, reduces the risks of professional burnout and psycho-emotional exhaustion, which determines the demand for subject teachers who maintain their health as a condition for high competitiveness and pedagogical effectiveness. Practice shows that young specialists underestimate the role of a healthy lifestyle and its importance in their professional activities, which makes this study relevant. The purpose of the study is to determine the organizational and pedagogical conditions for the formation of a healthy lifestyle in the training of a competitive subject teacher based on ascertaining the level of formation of the components of students' value attitudes towards a healthy lifestyle. Material and methods of the study. Within the framework of the study, based on the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Yelets State University named after I.A. Bunin”, an assessment was made of the state of the components of the value attitude towards a healthy lifestyle of 254 students in the programs of UGSN 44.00.00 “Education and Pedagogical Sciences” using a set of diagnostic methods: standardized testing; Questionnaires “Knowledge of the Basics of a Healthy Lifestyle”; analysis of the products of educational activity; author's questionnaires and scales; expert assessment method; projective methodology; portfolio method “My Path to Health”. Results of the study and their discussion. The study identified the main components of the value attitude

towards a healthy lifestyle of students majoring in pedagogy: cognitive, emotional-evaluative (affective), behavioral (conative). The justified need for targeted, systematic and integrated work on the formation of a value attitude towards a healthy lifestyle in students majoring in pedagogy required the identification of a set of organizational and pedagogical conditions, the prospect of implementation of which presupposes the adjustment of the process of training future teachers, where the formation of their value attitude towards a healthy lifestyle becomes not an additional component, but an integral element of professional development and competitive advantage.

Keywords: competitiveness, subject specialist, value attitude, key values, motive, healthy lifestyle

Введение

В современных условиях, в первую очередь в условиях цифровой трансформации, напряженная интеллектуальная нагрузка обучающихся в совокупности с недостаточной двигательной активностью обуславливают необходимость выявления эффективных способов повышения их стрессоустойчивости, укрепления иммунитета, поиска разнообразных возможностей обеспечения здоровья. Особая роль при этом отводится системе педагогического образования, реализующей принципы национальной культуры и базирующейся на интересах и потребностях российского общества и государства [1]. Причем именно в вузе осуществляется целенаправленный процесс формирования значимых качеств личности педагога, необходимых для его конкурентного преимущества на рынке профессионального труда [2, с. 3]. Подчеркнем, что конкурентоспособный специалист всегда востребован, так как, обладая необходимым комплексом компетенций, готов к дальнейшему саморазвитию с целью повышения эффективности своей образовательной организации [3; 4].

Рассматривая содержательную характеристику понятия «конкурентоспособность», считаем обоснованной точку зрения Е. А. Митина, который в структуре данного феномена наряду с основными составляющими (личностный, профессиональный и полипрофессиональный) акцентирует внимание на его престижно-технологическом компоненте. Исследователь характеризует готовность такого специалиста как сформированную способность к успешной самореализации себя на рынке труда, в частности – к грамотной и убедительной презентации работодателю своих профессиональных компетенций. Такой подход, с одной стороны, демонстрирует личностные достижения специалиста, а с другой – подчеркивает его конкурентные преимущества перед другими претендентами [5]. С точки зрения Г. Ю. Ляха, развитию конкурентоспособности в значительной степени способствуют и «физические качества, в числе которых высокая физическая активность, работоспособность и хорошее самочувствие» [6, с. 3]. В целом конкурентные преимущества педагога на современном

рынке труда формируются также комплексом гибких навыков, цифровой и методической грамотностью, высоким эмоциональным интеллектом, проектным мышлением, способностью к непрерывному развитию. Однако фундаментом, обеспечивающим успешную реализацию всех этих требований, в большей степени выступает приверженность здоровому образу жизни [7; 8]. Именно здоровый образ жизни создает необходимый физический и психический ресурс для профессионального долголетия, стрессоустойчивости и сохранения внутренней мотивации – качеств, без которых невозможно быть современным педагогом-лидером. К тому же только тот педагог, который сам поддерживает здоровый образ жизни, демонстрирует ценностное отношение к нему, может стать ярким примером для подрастающего поколения.

На основании вышесказанного объективно увеличивается спрос на педагогов-предметников, поддерживающих свое здоровье как условие высокой конкурентоспособности и педагогической эффективности и, как следствие, возрастает потребность в активных и инициативных выпускниках, обладающих не только комплексом необходимых компетенций, но осознанно интегрирующих положения здорового образа жизни в свою личную и профессиональную практику [9; 10]. Именно поэтому система педагогического образования должна формировать у будущих учителей культуру здоровья как ключевую профессиональную ценность посредством формирования их ценностного отношения к здоровому образу жизни. Несомненно, комплексные меры, направленные на противостояние факторам риска для здоровья обучающихся, то есть сбалансированные физические нагрузки, управление стрессом, эмоциональная устойчивость и оптимальные поведенческие привычки (к примеру, качественный сон и питание), в дальнейшем будут способствовать их профессиональному росту. Отметим, что в таком контексте здоровый образ жизни становится ключевым ресурсом, напрямую влияющим на энергетический потенциал и когнитивную работоспособность будущего педагога-предметника, снижая риски его профессионального выгорания и психоэмоционального истощения. Однако, как по-

казывает практика, молодые специалисты недооценивают роль здорового образа жизни и его значение в профессиональной деятельности [11–13], что и актуализирует настоящее исследование.

Цель исследования – разработать и обосновать организационно-педагогические условия формирования здорового образа жизни в подготовке конкурентоспособного педагога-предметника. В числе приоритетных задач исследования – выделение компонентов ценностного отношения обучающихся к здоровому образу жизни и уровней их сформированности, подбор и разработка методического инструментария оценки состояния компонентов; проверка эффективности организационно-педагогических условий формирования здорового образа жизни в подготовке конкурентоспособного педагога-предметника.

Материалы и методы исследования

В рамках исследования на базе ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина» в апреле – мае 2025 г. проведена оценка состояния компонентов ценностного отношения к ЗОЖ 254 обучающихся по УГСН 44.00.00 «Образование и педагогические науки».

Применен комплекс методик оценки, среди которых: стандартизированное тестирование; опросники «Знание основ ЗОЖ»; анализ продуктов учебной деятельности; авторские анкеты и шкалы; метод экспертной оценки; проективная методика; метод портфолио «Мой путь к здоровью», t-критерий Стьюдента для зависимых выборок.

Средством оценки являлся сервис Яндекс Формы, кроме того, обработка результатов исследования осуществлялась посредством специального программного обеспечения Vortex, предназначенного для сбора, обработки и анализа полученных данных.

Результаты исследования и их обсуждение

В современной образовательной парадигме педагог выступает не только как транслятор знаний, но и как носитель, модель социально значимых ценностей и установок. В условиях повышенных психоэмоциональных и физических нагрузок в педагогической профессии личное здоровье и устойчивая практика здорового образа жизни становятся критически важными факторами профессиональной успешности и конкурентоспособности. Конкурентоспособный педагог – это специалист, обладающий высоким уровнем работоспособности, стрессоустойчивости, творческой энергии и способный к непрерывному профессио-

нальному развитию. Все эти качества напрямую зависят от его физического и психического благополучия. Формирование у будущего педагога не просто знаний о ЗОЖ, а именно ценностного отношения к нему является стратегической задачей высшего педагогического образования.

Ценностное отношение будущего педагога к ЗОЖ – глубоко осознанная, внутренне принятая и мотивирующая к действию установка, при которой отношение становится личностным ресурсом, повышающим качество жизни обучающегося, а в будущем и основой для его компетентной здоровьесберегающей деятельности в образовательном учреждении.

Ценностное отношение к ЗОЖ представляет собой сложное личностное образование, включающее три основных компонента:

1. Когнитивный, представляющий собой систему знаний о физическом, психическом и социальном здоровье, факторах риска, принципах питания, двигательной активности, гигиены, режима труда и отдыха.

2. Эмоционально-оценочный (аффективный), где присутствует личная значимость здоровья, интерес к вопросам ЗОЖ, эмоциональное принятие здоровых моделей поведения, удовлетворенность от их реализации.

3. Поведенческий (конативный), когда внедряются реальные и устойчивые практики, соответствующие принципам ЗОЖ (регулярная физическая активность, рациональное питание, отказ от вредных привычек, умение управлять стрессом), а также сформированы готовность и способность отстаивать данную ценность в профессиональной среде.

Сформированность этого триединства компонентов прямо влияет на конкурентоспособность выпускника и его педагогическую эффективность вследствие интеграции положений здорового образа жизни в свою личную и профессиональную практику [14–17].

Выделены уровни оценки состояния компонентов ценностного отношения к здоровому образу жизни будущего педагога, представленные в табл. 1.

Выявленная в ходе исследования необходимость целенаправленной, системной и интегрированной работы по формированию ценностного отношения к ЗОЖ у обучающихся педагогических направлений подготовки потребовала предоставления комплекса следующих организационно-педагогических условий:

– создание единой здоровьесберегающей среды через проектные формы работы, тренинги и вовлечение обучающегося в мероприятия, транслирующие практики осознанного отношения к здоровью;

Таблица 1

Уровни оценки состояния компонентов ценностного отношения к здоровому образу жизни у обучающегося педагогического направления подготовки

Компоненты ценностного отношения к ЗОЖ будущего педагога-предметника	Высокий уровень	Средний уровень	Низкий уровень
Когнитивный	Обладание глубокими знаниями обо всех составляющих здоровья; понимание взаимосвязей физических нагрузок, правильного питания, стрессоустойчивости и качества жизни; способность осознанно формировать привычки, поддерживающие высокое качество здоровья	Наличие систематизированных знаний о влиянии факторов риска на здоровье, знание основ рационального питания, двигательных режимов и гигиенических норм; наблюдается способность применять теоретические знания на практике, однако возможны пробелы в некоторых областях	Общее понимание принципов здорового образа жизни: элементарные представления о правильном питании, важности физической активности, личной гигиене и режиме труда и отдыха; знают базовые рекомендации, но могут испытывать трудности с применением их на практике
Эмоционально-оценочный (аффективный)	Обучающийся высоко ценит свое здоровье, испытывает глубокое удовлетворение от следования здоровому образу жизни. Обладает устойчивой внутренней мотивацией поддерживать физическую форму, правильно питаться, заботиться о своем психологическом состоянии. Положительные эмоции усиливаются благодаря пониманию ценности собственного здоровья	Здоровье воспринимается как важная составляющая благополучной жизни, но внимание уделяется эпизодически. Интерес к вопросам ЗОЖ возникает периодически, особенно в периоды обострения заболеваний или ухудшения самочувствия. Иногда предпринимаются попытки внести изменения в свою жизнь, но они часто оказываются кратковременными	Обучающийся практически не осознает значение своего здоровья, проявляет низкий интерес к вопросам ЗОЖ. Здоровье воспринимается скорее как нечто второстепенное, редко принимающее приоритет перед повседневными заботами и удовольствиями. Физическое самочувствие оценивается лишь тогда, когда возникают проблемы со здоровьем
Поведенческий (конативный)	Выражен стабильными практиками, направленными на сохранение здоровья. Обучающегося отличает сознательное следование принципам ЗОЖ во всех сферах своей жизни, высокая устойчивость к внешним воздействиям и стрессовым ситуациям	Обучающийся демонстрирует некоторые постоянные здоровые практики, хотя не всегда последовательно соблюдает принципы ЗОЖ. Часто имеются отдельные сферы, в которых отмечается значительное улучшение (например, физические нагрузки), но остаются зоны слабого внимания (например, плохое питание)	Характеризуется случайностью и непоследовательностью действий, направленных на укрепление здоровья. Человек допускает частые нарушения в питании, нерегулярно занимается физическими упражнениями, плохо справляется со стрессовыми ситуациями

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

– реализация междисциплинарного подхода путем включения модулей о связи ЗОЖ и педагогической устойчивости в содержание как психолого-педагогических, так и предметных дисциплин;

– активное применение интерактивных образовательных технологий (деловых игр, тренингов), направленных на присвоение ценности ЗОЖ через личный опыт и групповое взаимодействие.

Создание единой здоровьесберегающей среды играет важную роль в формировании культуры здоровья обучающихся. Данный процесс основывается на трех ключевых элементах: проектной работе, тренингах и вовлеченности студентов в разнообразные мероприятия, направленные на пропаганду здорового образа жизни. Проектная деятельность направлена на развитие навыков самостоятельного анализа и решения

проблем, связанных со здоровьем. Обучающиеся получают возможность исследовать интересующие их вопросы, собирать и интерпретировать данные, предлагать собственные идеи и внедрять их в образовательную среду, что позволяет развивать исследовательские способности, повышать интерес к науке и самосовершенствованию, осуществлять практическое внедрение полученных знаний. Тренинги представляют собой интерактивные форматы, нацеленные на формирование конкретных навыков и повышение уровня осознанности. Это могут быть семинары по управлению стрессом, командообразующие игры, практические занятия по технике расслабления и релаксации. Такие мероприятия способствуют созданию благоприятной атмосферы, снижению напряжения и повышению уровня доверия в коллективе, что дает психологическую поддержку обучающимся, развивает коммуникативные навыки, укрепляет их социальные связи. Мероприятия, транслирующие практики осознанного отношения к здоровью, служат инструментом распространения идей и ценностей здорового образа жизни. Спортивные соревнования, реализация конкурсных работ на тему здоровья, конференции стимулируют обучающихся задуматься о своем самочувствии и принять решение вести активный и здоровый образ жизни, это привлечет внимание к проблемам здоровья, распространит положительный опыт, сможет способствовать созданию сообщества единомышленников. Создание целостной здоровьесберегающей среды через проектные формы работы, проведение тренингов и организацию специальных мероприятий служит мощным инструментом профилактики заболеваний и формирования осознанного подхода к своему здоровью у будущих педагогов.

Реализация междисциплинарного подхода в образовании предусматривает включение элементов, касающихся здоровья и устойчивого профессионального развития педагогов, в программы подготовки будущих педагогов. Это обосновано прежде всего связью образования и здоровья. Педагогический труд предъявляет высокие требования к профессиональному долголетию и работоспособности учителя. Проблемы здоровья, хронические заболевания, переутомление снижают эффективность образовательной деятельности и приводят к профессиональным деформациям. Именно поэтому важно включить модули о здоровье и устойчивости в учебные планы психолого-педагогических курсов, формирующих профессиональные компетенции будущих педагогов. Современное образова-

ние требует постоянного обновления подходов к обучению, внедрения инновационных технологий и методик. Преподавателям необходимы инструменты, помогающие справляться с возрастающими нагрузками и сохранять высокую работоспособность. Модули о здоровье и педагогической устойчивости позволяют обучающимся овладеть необходимыми навыками саморегуляции, снижения стресса и предупреждения профессиональных болезней. Использование междисциплинарного подхода создает уникальные возможности для синтеза знаний и практических навыков. Так, изучение физиологии и психологии становится основой для понимания процессов утомляемости, а социология и педагогика помогают осмыслить организационно-культурные аспекты трудовой деятельности педагогов. Таким образом, обучающиеся смогут интегрировать полученные знания и навыки в единую стратегию профессиональной самореализации. Поддерживая профессиональный ресурс преподавателей, общество получает качественные образовательные услуги, способствующие гармоничному развитию подрастающего поколения. Важно подчеркнуть, что устойчивый педагогический состав способствует стабильности и преемственности поколений, обеспечивая будущее государства. Модули, интегрируемые в учебный процесс, должны включать теорию и практику воспитания здорового образа жизни, методики профилактики стрессов и депрессий, основы рационального питания и физической активности. Педагоги и будущие специалисты получают возможность углубленно изучить механизмы психологической защиты, развивать эмоциональный интеллект и осваивать современные технологии управления своим состоянием. Реализация междисциплинарного подхода через введение соответствующих модулей позволит сформировать подготовленных профессионалов, готовых успешно преодолевать жизненные и профессиональные трудности, укрепляя и сохраняя свое здоровье и благополучие.

Интерактивные образовательные технологии играют важнейшую роль в процессе формирования осознанного отношения к ЗОЖ у будущего педагога. Их использование направлено на предоставление обучающемуся личного опыта и вовлечение в активные виды деятельности, способствующие принятию решений, основанных на понимании ценности здорового образа жизни. Деловые игры и тренинги являются формой активного обучения, которое стимулирует мышление и повышает уровень мотивации.

Таблица 2

Методики оценки состояния компонентов ценностного отношения к здоровому образу жизни у обучающихся педагогических направлений подготовки

Компоненты ценностного отношения к ЗОЖ	Методики оценки компонента	Материалы
Когнитивный компонент	1. Стандартизированное тестирование*	Анкеты и тесты на проверку знаний в области анатомии, физиологии, гигиены, основ безопасности жизнедеятельности, питания
	2. Опросники «Знание основ ЗОЖ»*	Специально разработанные вопросники, выявляющие понимание взаимосвязи образа жизни и здоровья
	3. Анализ продуктов учебной деятельности	Рефераты, эссе, проектные работы, презентации на темы здоровья, позволяющие оценить глубину усвоения и систематизацию информации
Эмоционально-оценочный (аффективный) компонент	1. Авторские анкеты и шкалы*	Выявление уровня осознания значимости ЗОЖ для профессиональной деятельности и личной жизни
	2. Метод незаконченных предложений Сакса–Леви**	Выявление субъективных, эмоционально окрашенных ассоциаций («Здоровье для меня – это...», «Быть здоровым педагогом – значит...»)
Поведенческий (конативный) компонент	1. Метод самоотчета и ведения дневников*	Фиксация обучающимся своего режима дня, рациона питания, физических нагрузок, эмоционального состояния в течение определенного периода
	2. Педагогическое наблюдение (включенное и внешнее)	Наблюдение за поведением обучающегося в учебное и внеучебное время (посещение спортзала, столовой, участие в оздоровительных мероприятиях, внешние признаки соблюдения гигиены и режима)
	3. Метод экспертной оценки*	Оценка кураторами, преподавателями физкультуры, психологами поведенческих проявлений обучающегося в контексте ЗОЖ
	4. Проектная методика*	Анализ решения кейсов, проблемных ситуаций, связанных с выбором модели поведения в контексте здоровья
Когнитивный Эмоционально-оценочный (аффективный) Поведенческий (конативный) компоненты	<i>Комплексные и интегративные методы</i>	
	1. Авторские комплексные анкеты *	Сочетают в себе блоки на все три компонента (знания, отношение, поведение)
	2. Метод портфолио «Мой путь к здоровью»*	Обучающийся собирает доказательства своей работы над формированием ЗОЖ (планы тренировок, пищевые дневники, сертификаты участника спортивных мероприятий, рефлексивные эссе о своих успехах и трудностях). Сочетает диагностику, мотивацию и рефлексию
	3. Собеседование (интервью)	Позволяет понять мотивы, барьеры, внутреннюю логику отношения обучающегося к ЗОЖ
	4. t-критерий Стьюдента для зависимых выборок	Дает оценку состояния компонентов по выделенным уровням до и после применения организационно-педагогических условий

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования и на основе источника [18].

Участвуя в игровых процессах, обучающиеся приобретают личный опыт, позволяющий им самим сделать выводы относительно преимуществ здорового образа жизни. Такой подход формирует у молодых людей личностные установки и убеждения, поскольку решения принимаются на основании собственных переживаний и наблюдений. Интерактивные технологии

предполагают работу в группах, что развивает навыки сотрудничества и укрепляет социальную компетентность. Участники учатся взаимодействовать друг с другом, разрешать конфликты и находить компромиссы. Эта форма деятельности учит конструктивно общаться и совместно достигать целей, что крайне важно для эффективного функционирования в обществе.

Игровые формы обучения привлекательны для будущих педагогов, привыкших получать информацию через визуализацию и мультимедийные средства. Интерактивные задания вызывают интерес и желание активно участвовать в учебном процессе. Заинтересованность ведет к лучшему восприятию материала и прочному запоминанию. Применение деловых игр и тренингов способствует приобретению жизненно необходимых навыков, таких как постановка целей, планирование действий, самоконтроль и управление эмоциями. Молодые люди начинают понимать, что ведение здорового образа жизни требует определенных усилий и организованности, но приносит ощутимую пользу. Активное применение интерактивных образовательных технологий в рамках образовательного процесса создает условия для глубокого освоения знаний о здоровом образе жизни и формирования стойких убеждений, что здоровье является ключевой ценностью современной жизни.

Реализация данного комплекса организационно-педагогических условий позволила корректировать процесс подготовки будущего педагога, где формирование его ценностного отношения к ЗОЖ стало не дополнительным компонентом, а интегральным элементом профессионального становления и конкурентного преимущества.

Оценка состояния компонентов ценностного отношения к ЗОЖ обучающихся педагогических направлений подготовки требует комплексного подхода, сочетающего различные методы, адекватные трем компонентам отношения.

Применение представленных в табл. 2 методик оценки состояния компонентов позволило выявить уровень сформированности компонентов ценностного отношения к ЗОЖ обучающихся педагогических направлений подготовки до и после реализации комплекса организационно-педагогических условий.

В рамках проведения собеседования (интервью) с обучающимися, к примеру, задавались следующие вопросы:

1. Как вы оцениваете состояние Вашего здоровья?

2. Что такое для Вас здоровый образ жизни?

3. Часто ли вы посещаете спортивные площадки, секции, тренажерный зал?

4. Каковы ваши мотивы для занятия физической культурой?

5. Что, на Ваш взгляд, прежде всего, необходимо для того, чтобы здоровый образ жизни стал нормой для современной молодежи?

6. Как часто вы чувствуете эмоциональное истощение и помогает ли ЗОЖ его снижать?

Вопросы авторских анкет были нацелены на получение информации от обучающегося о конкурентоспособном специалисте, его статусе и взаимосвязи со здоровым образом жизни, например:

1. Кто такой конкурентоспособный специалист и какими компетенциями он должен обладать?

2. Как Вы считаете, люди, поддерживающие здоровый образ, обладают преимуществом в организациях?

3. Видите ли вы взаимосвязь ведения здорового образа жизни и вашей профессиональной конкурентоспособности?

4. Влияют ли занятия физической культурой на здоровый образ жизни специалиста-предметника?

Анализируя в целом полученные данные (по результатам реализации методик оценки состояния компонентов ценностного отношения к ЗОЖ обучающихся педагогических направлений подготовки) до реализации комплекса организационно-педагогических условий формирования ценностного отношения к ЗОЖ, установлено, что 55 % (низкий уровень когнитивный компонент) респондентов имеют общее понимание принципов здорового образа жизни: элементарные представления о правильном питании, важности физической активности, личной гигиене и режиме труда и отдыха; знают базовые рекомендации, но могут испытывать трудности с применением их на практике; у 24 % опрошенных (средний уровень когнитивный компонент) отмечено наличие систематизированных знаний о влиянии факторов риска на здоровье, знание основ рационального питания, двигательных режимов и гигиенических норм; наблюдается способность применять теоретические знания на практике, однако возможны пробелы в некоторых областях; и лишь у 21 % респондентов (средний уровень когнитивный компонент) выявлено обладание глубокими знаниями обо всех составляющих здоровья; понимание взаимосвязей физических нагрузок, правильного питания, стрессоустойчивости и качества жизни; способность осознанно формировать привычки, поддерживающие высокое качество здоровья; 53 % обучающихся (низкий уровень эмоционально-оценочный (аффективный) компонент) практически не осознают значение своего здоровья, проявляют низкий интерес к вопросам ЗОЖ, здоровье воспринимается ими скорее как нечто второстепенное, редко принима-

ющее приоритет перед повседневными заботами и удовольствиями, при этом физическое самочувствие оценивается лишь тогда, когда возникают проблемы со здоровьем; 18 % респондентами (средний уровень, эмоционально-оценочный (аффективный) компонент) здоровье воспринимается как важная составляющая благополучной жизни, но внимание уделяется эпизодически, интерес к вопросам ЗОЖ возникает у них периодически, особенно в периоды обострения заболеваний или ухудшения самочувствия, иногда предпринимаются попытки внести изменения в свою жизнь, но они часто оказываются кратковременными; 29 % обучающихся (высокий уровень, эмоционально-оценочный (аффективный) компонент) высоко ценят свое здоровье, испытывают глубокое удовлетворение от следования здоровому образу жизни, они обладают устойчивой внутренней мотивацией поддерживать физическую форму, правильно питаться, заботиться о своем психологическом состоянии, и положительные эмоции усиливаются благодаря пониманию ценности собственного здоровья; 44 % респондентов (низкий уровень, поведенческий (конативный) компонент) характеризуются случайностью и непоследовательностью действий, направленных на укрепление здоровья, они допускают частые нарушения в питании, нерегулярно занимаются физическими упражнениями, плохо справляются со стрессовыми ситуациями; 25 % обучающихся (средний уровень, поведенческий (конативный) компонент) демонстрируют некоторые постоянные здоровые практики, хотя не всегда последовательно соблюдают принципы ЗОЖ, часто имеются отдельные сферы, в которых отмечается значительное улучшение (например, физические нагрузки), но остаются зоны слабого внимания (например, плохое питание); у 31 % респондентов (высокий уровень, поведенческий (конативный) компонент) выражены стабильные практики, направленные на сохранение здоровья, их отличает сознательное следование принципам ЗОЖ во всех сферах своей жизни, высокая устойчивость к внешним воздействиям и стрессовым ситуациям.

Картина после реализации комплекса организационно-педагогических условий формирования ценностного отношения к ЗОЖ показывает другую тенденцию. Имеют общее понимание принципов здорового образа жизни 47 % респондентов (низкий уровень, когнитивный компонент): элементарные представления о правильном питании, важности физической активности, личной гигиене и режиме труда и отдыха; знают

базовые рекомендации, но могут испытывать трудности с применением их на практике; у 30 % опрошенных (средний уровень, когнитивный компонент) отмечено наличие систематизированных знаний о влиянии факторов риска на здоровье, знание основ рационального питания, двигательных режимов и гигиенических норм; наблюдается способность применять теоретические знания на практике, однако возможны пробелы в некоторых областях; у 25 % респондентов (высокий уровень, когнитивный компонент) выявлено обладание глубокими знаниями обо всех составляющих здоровья; понимание взаимосвязей физических нагрузок, правильного питания, стрессоустойчивости и качества жизни; способность осознанно формировать привычки, поддерживающие высокое качество здоровья; 43 % обучающихся (низкий уровень, эмоционально-оценочный (аффективный) компонент) практически не осознают значение своего здоровья, проявляют низкий интерес к вопросам ЗОЖ, здоровье воспринимается ими скорее как нечто второстепенное, редко принимающее приоритет перед повседневными заботами и удовольствиями, при этом физическое самочувствие оценивается лишь тогда, когда возникают проблемы со здоровьем; 23 % респондентов (средний уровень, эмоционально-оценочный (аффективный) компонент) здоровье воспринимают как важную составляющую благополучной жизни, но внимание ему уделяют эпизодически, интерес к вопросам ЗОЖ возникает у них периодически, особенно в периоды обострения заболеваний или ухудшения самочувствия, иногда предпринимаются попытки внести изменения в свою жизнь, но они часто оказываются кратковременными; 34 % обучающихся (высокий уровень, эмоционально-оценочный (аффективный) компонент) высоко ценят свое здоровье, испытывают глубокое удовлетворение от следования здоровому образу жизни, они обладают устойчивой внутренней мотивацией поддерживать физическую форму, правильно питаться, заботиться о своем психологическом состоянии и положительные эмоции усиливаются благодаря пониманию ценности собственного здоровья; 38 % респондентов (низкий уровень, поведенческий (конативный) компонент) характеризуются случайностью и непоследовательностью действий, направленных на укрепление здоровья, они допускают частые нарушения в питании, нерегулярно занимаются физическими упражнениями, плохо справляется со стрессовыми ситуациями; 28 % обучающихся (низкий уро-

вень, поведенческий (конативный) компонент) демонстрируют некоторые постоянные здоровые практики, хотя не всегда последовательно соблюдают принципы ЗОЖ, часто имеются отдельные сферы, в которых отмечается значительное улучшение (например, физические нагрузки), но остаются зоны слабого внимания (например, плохое питание); 34 % респондентов (высокий уровень, поведенческий (конативный) компонент) отличаются стабильными практиками, направленными на сохранение здоровья, им свойственно сознательное следование принципам ЗОЖ во всех сферах своей жизни, высокая устойчивость к внешним воздействиям и стрессовым ситуациям.

При этом большинство обучающихся выделяют здоровый образ жизни как средство достижения поставленных целей и распределения времени для их реализации. Они считают, что люди, поддерживающие

здоровый образ жизни, обладают преимуществом в организациях, считают взаимосвязанными элементами конкурентоспособность педагога и здоровый образ жизни, уверены в положительном влиянии занятий физической культурой на здоровье.

Необходимо добавить, что большая часть респондентов планирует работать по профилю, а именно учителем по выбранной специальности, и на старших курсах уже совмещает учебу и работу.

Для проверки полученных результатов применялся t-критерий Стьюдента для зависимых выборок, на основании которого выявлено состояние компонентов ценностного отношения к ЗОЖ обучающихся педагогических направлений в соответствии с выделенными уровнями (табл. 1) до и после реализации обозначенных организационно-педагогических условий, определяющих их эффективность (табл. 3–5).

Таблица 3

Результаты оценки состояния когнитивного компонента ценностного отношения к здоровому образу жизни обучающегося педагогического направления подготовки до и после применения организационно-педагогических условий

Когнитивный компонент		
	До	После
Низкий уровень	n = 140	n = 120
Средний уровень	n = 60	n = 71
Высокий уровень	n = 54	n = 63
Сумма	254	254
Среднее ($\bar{x}$)	38,66	43,18
t	t _{эмп} = 3,9, t _{кр} = 2,58 при $\alpha = 0,01$	

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

Таблица 4

Результаты оценки состояния эмоционально-оценочного (аффективного) компонента ценностного отношения к здоровому образу жизни обучающегося педагогического направления подготовки до и после применения организационно-педагогических условий

Эмоционально-оценочный (аффективный) компонент		
	До	После
Низкий уровень	n = 135	n = 110
Средний уровень	n = 45	n = 58
Высокий уровень	n = 74	n = 86
Сумма	254	254
Среднее ($\bar{x}$)	42,16	46,96
t	t _{эмп} = 4,2, t _{кр} = 2,58 при $\alpha = 0,01$	

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

Таблица 5

Результаты оценки состояния поведенческого (конативного) компонента ценностного отношения к здоровому образу жизни обучающегося педагогического направления подготовки до и после применения организационно-педагогических условий

Поведенческий (конативный) компонент		
	До	После
Низкий уровень	n = 110	n = 97
Средний уровень	n = 64	n = 70
Высокий уровень	n = 80	n = 87
Сумма	254	254
Среднее ($\bar{x}$)	47,31	51,99
t	tэмп = 5,7, tкр = 2,58 при $\alpha = 0,01$	

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

Результаты позволили судить о влиянии организационно-педагогических условий на формирование ценностного отношения к здоровому образу жизни обучающегося педагогического направления подготовки до и после их применения. Для проверки гипотезы о наличии значимого эффекта до и после экспериментального воздействия был использован t-критерий Стьюдента для зависимых выборок. Были сформулированы следующие статистические гипотезы: H_0 – средние значения по уровням до и после применения организационно-педагогических условий статистически не различаются, H_1 – средние значения после экспериментального воздействия статистически значимо выше. Анализируя данные табл. 3–5, отмечаем, что отклоняется гипотеза H_0 и принимается гипотеза H_1 . Применение организационно-педагогических условий доказало свою эффективность в формировании ценностного отношения к здоровому образу жизни обучающегося педагогического направления подготовки.

Основополагающим выводом проведенного исследования является то, что здоровый образ жизни не может ограничиваться формальными требованиями или разовыми мероприятиями – он должен стать внутренним ресурсом профессионального развития будущего педагога-предметника. В таком понимании ЗОЖ выходит за рамки индивидуальной гигиены и приобретает смысл ключевого фактора профессиональной устойчивости, напрямую влияющей на качество педагогической деятельности, поскольку: систематическая физическая активность способствует повышению когнитивных функций и работоспособности; навыки управления стрессом снижают риск эмоционального выгорания; культура здорового питания и режима отдыха обеспечи-

вает необходимый устойчивый энергетический ресурс для интенсивной педагогической деятельности.

Заключение

Формирование ценностного отношения к ЗОЖ у будущих педагогов – это инвестиция в их личностный и профессиональный капитал, прямым образом влияющая на конкурентоспособность на рынке труда. Системная оценка этого процесса требует отказа от фрагментарных подходов в пользу комплексной диагностики, объединяющей оценку знаний, эмоционального принятия и, что наиболее важно, реального поведения. Применение разнообразного методического инструментария, особенно портфолио и поведенческих опросников, позволит не только констатировать уровень сформированности ценностного отношения, но и корректировать образовательные программы, делая их более личностно ориентированными и практически значимыми. В результате выпускник педагогического направления будет обладать внутренним ресурсом здоровья, который станет фундаментом его длительной, успешной и востребованной профессиональной деятельности.

Список литературы

1. Рекомендации парламентских слушаний на тему «Развитие системы высшего образования в Российской Федерации» // Постановление Государственной Думы Федерального собрания Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: <https://npalib.ru/2022/11/24/postanovlenie-2485-8-gd-id315136/> (дата обращения: 11.09.2025).
2. Баянова А. Р. Педагогическое обеспечение развития конкурентоспособности преподавателя высшей школы: дис ... канд. пед. наук. Казань, 2021. 185 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.disscat.com/content/pedagogicheskoe-obespechenie-razvitiya-konkurentosposobnosti-prepodavatelya-vysshei-shkoly/read> (дата обращения: 06.10.2025).
3. Вильчинская М. А., Волохова С. Г. Компетентностный подход в формировании конкурентоспособности вы-

пускника вуза // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2019. № 3. С. 19–25. DOI: 10.18101/2304-4446-2019-3-19-25.

4. Yanova M. G., Yanov V. V., Kravchenko S. V., Vetrova I. V. Professional competences of physical education teachers: structural and component analysis // Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences. 2022. Т. 15. № 4. С. 554–558. DOI: 10.17516/1997-1370-0477.

5. Митин А. Е., Митин Е. А., Филиппова С. О. Компетентность в области гуманитарных технологий как условие конкурентоспособности специалиста по физической культуре // Современные проблемы науки и образования. 2013 № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=11276> (дата обращения: 23.09.2025).

6. Лях Г. Ю. Формирование личностной конкурентоспособности студентов в здоровьесберегающей образовательной среде вуза: дис. ... канд. пед. наук. Владикавказ, 2023. 253 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dissercat.com/content/formirovanie-lichnostnoi-konkurentosposobnosti-studentov-v-zdorovesberegayushchei-obrazovatelnoy-srede-vuza> (дата обращения: 26.10.2025).

7. Щербакова И. Б. Становление здорового образа жизни студента педагогического вуза в контексте культурно-образовательной среды провинции: дис. ... канд. пед. наук. Елец, 2023. 146 с. [Электронный ресурс]. URL: https://elsu.ru/uploads/files/defences2022/327/1685369320_dissertaciya-scherbakovoj-i.b.-.pdf (дата обращения: 15.08.2025).

8. Корытко Н. А., Марчук С. А. Здоровьесбережение как фактор профессиональной подготовки конкурентоспособного специалиста // Проблемы развития физической культуры и спорта в новом тысячелетии. Екатеринбург: РГППУ, 2017. С. 256–259. [Электронный ресурс]. URL: https://elar.uspu.ru/bitstream/ru-uspu/17751/1/prfks_2017_059 (дата обращения: 15.08.2025).

9. Карпушко Н. А., Беспалова А. Н. ЗОЖ, культура здоровья, физическое и ментальное здоровье в ракурсах видения современных студентов // Научные труды Северо-Западного института управления РАНХиГС. 2022. Т. 13. № 4 (56). С. 119–124. EDN: JKJAUЕ.

10. Копейкина Т. Е., Быков А. В. Самооценка здорового образа жизни студентов в условиях Крайнего Севера // Те-

ория и практика физической культуры. 2025. № 11. С. 48. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=85425522> (дата обращения: 06.10.2025).

11. Иванов Н. А., Волков А. В. Роль физической культуры и здорового образа жизни для современного студента // International Journal of Professional Science. 2025. № 3–1. С. 86–92. URL: <http://scipro.ru/article/07-03-2025> (дата обращения: 06.10.2025).

12. Савельева О. В., Белова В. С. Использование современных подходов к формированию здорового образа жизни у молодежи // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 110–15. С. 53–56. DOI: 10.18411/trnio-06-2024-805.

13. Pang E., Wong M., Leung C. H., Coombes J. Competencies for fresh graduates' success at work: Perspectives of employers // Industry and Higher Education. 2019. № 33 (1). P. 55–65. DOI: 10.1177/0950422218792333.

14. Сироткина О. В. Социально-педагогическое обеспечение формирования ценностного отношения к здоровью современных студентов: монография. Казань: Издательство КНИТУ, 2024. 112 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://profspro.ru/books/147905> (дата обращения: 02.09.2025). ISBN 978-5-7882-3469-4.

15. Королева И. В., Митрофанова А. Г., Филь В. В., Лебедева Е. Г. Анализ особенностей отношения к ЗОЖ иностранных и российских студентов // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. 2024. № 05. С. 188–190. DOI: 10.37882/2223-2974.2024.05.20.

16. Пономарев А. В., Попова Н. В., Осипчукова Е. В., Ладыгина О. В. Отношение к физической культуре студентов инженерного профиля как фактор высокой конкурентоспособности // Теория и практика физической культуры. 2022. № 2. С. 52–53. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47988810> (дата обращения: 22.09.2025).

17. Кирушин К. Р., Школьников Л. Е. Исследование отношения обучающихся к занятиям физической культурой // Концепт. 2017. Т. 2. С. 410–415. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29329781> (дата обращения: 10.08.2025).

18. Пахомов А. П. Методика «Незаконченные предложения» Сакса – Леви как учебное пособие // Экспериментальная психология. 2012. Т. 5. № 4. С. 99–116.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare no conflicts of interests.



СУЩНОСТЬ И СТРУКТУРА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ШКОЛЬНИКОВ

Кебалова Л. А.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
ГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет имени К. Л. Хетагурова»,
Владикавказ, Российская Федерация, e-mail: LubovKebalova@yandex*

В настоящее время в одном ряду с достижениями научно-технического и культурного развития стоят проблемы глобальной экологии, для решения которых требуется изменение взглядов человека на среду обитания и его роль в ее сохранении. Экологизация мировоззрения – это длительный и сложный процесс, основы которого должны закладываться с детского возраста в форме экологической культуры. Данное исследование посвящено определению сущности и структуре понятия «экологическая культура школьников», а также разработке мероприятий по устойчивому становлению экологической культуры выпускников основного общего образования. В последние десятилетия образовательные стандарты среднего общего образования не предусматривают самостоятельное изучение предмета «Экология», но устанавливают требования к результатам освоения основной образовательной программы, обязывающие так или иначе содействовать формированию у учеников экологической культуры. Наряду с этим Закон «Об охране окружающей среды» также предусматривает необходимость формирования экологической культуры через образовательные организации. Но, несмотря на нормативно-правовые документы, «экологизация» некоторых школьных предметов остается на низком уровне. Автором в более ранних публикациях было сформулировано определение «экологической культуры», послужившее основой для разработки ее структуры, компоненты которой стали базисом для установления показателей и уровней сформированности данной компетенции. Проведение экспериментального исследования предполагало комплексный подход, охватывающий следующие ключевые направления: во-первых, разработку концептуальной модели педагогических компонентов, служащих основой для структурирования экологической культуры; во-вторых, систематическую оценку уровня сформированности экологической культуры у обучающихся посредством стандартизированного педагогического тестирования, проводимого на начальном, основном и заключительном этапах исследования; и, в-третьих, создание и апробацию педагогической модели, а также обеспечение необходимых условий для эффективного формирования экологической культуры у школьников средней ступени обучения на основе краеведческого подхода. Опытное-экспериментальное исследование показало, что применение краеведческого подхода для формирования экологической культуры учеников средней ступени основного общего образования показывает высокий уровень эффективности предложенной педагогической модели.

Ключевые слова: экологическая культура, экологическое мышление, экологическое мировоззрение, структура экологической культуры, краеведческий подход

THE ESSENCE AND STRUCTURE OF ECOLOGICAL CULTURE OF SCHOOLCHILDREN

Kebalova L. A.

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
"K. L. Khetagurov North Ossetian State University", Vladikavkaz,
Russian Federation, e-mail: LubovKebalova@yandex*

Currently, along with the achievements of scientific, technical and cultural development, there are problems of global ecology, which require a change in the human worldview on the environment and its role in its preservation. The greening of the worldview is a long and complex process, the foundations of which must be laid from childhood in the form of ecological culture. This study is devoted to the definition of the essence and structure of the concept of "ecological culture of schoolchildren", as well as the development of measures for the sustainable development of ecological culture of graduates of basic general education. In recent decades, the educational standards of secondary general education do not provide for independent study of the subject "Ecology", but establish requirements for the results of mastering the basic educational program, obliging, in one way or another, to promote the formation of an ecological culture among students. Along with this, the Law "On Environmental Protection" also provides for the need to form an ecological culture through educational organizations. However, despite the regulatory documents, the "greening" of some school subjects remains at a low level. The author, in earlier publications, formulated the definition of "ecological culture", which served as the basis for the development of its structure, the components of which became the basis for establishing indicators and levels of formation of this competence. The experimental study involved an integrated approach covering the following key areas: first, the development of a conceptual model of pedagogical components that serve as the basis for structuring environmental culture; secondly, a systematic assessment of the level of formation of environmental culture among students through standardized pedagogical testing conducted at the initial, main and final stages of research; and, thirdly, the creation and testing of a pedagogical model, as well as providing the necessary conditions for the effective formation of environmental culture among secondary school students based on a local history approach. An experimental study has shown that the application of the local history approach to the formation of the ecological culture of students at the secondary level of basic general education shows a high level of effectiveness of the proposed pedagogical model.

Keywords: ecological culture, ecological thinking, ecological worldview, structure of ecological culture, the local history approach

Введение

Возникновение понятия «экологическая культура» в науке относят ко второй половине XX в. Связано это, прежде всего, с тем, что человечество достигло небывалых темпов научно-технического развития и влияния на биосферу, создающих опасность для его существования. Поэтому потребовалось незамедлительное изменение мировоззрения человека в сторону решения проблем охраны окружающей среды посредством формирования и распространения экологической культуры в социуме. Утверждение, развитие, совершенствование понятия «экологическая культура» входит в основу приоритетных гуманитарных и естественно-научных направлений.

Концептуальная эволюция понятия «экологическая культура» претерпела немало изменений, и в настоящее время, когда глобальные экологические проблемы и научно-технические достижения сливаются с культурными процессами, она становится многообразной и более сложной. Немудрено, что представители научного сообщества предлагают различные аспекты ее восприятия.

Акцент на формирование духовной личности, придерживающейся и следующей определенным нормам и правилам, предъявляемым к экологической деятельности, ставят в своих работах С. С. Кашлев [1], Г. С. Камерилова и О. Н. Медникова [2].

Некоторые исследователи, в том числе Пронина Л. Н. [3], И. А. Ильиных [4], Ю. В. Маслова [5], считают, что духовная компонента составляет основу экологической культуры человека, которая базируется на экологическом сознании, экологическом отношении и экологической деятельности, передающихся от поколения к поколению.

С. Д. Дерябо [6], Э. В. Гирусов [7], М. Н. Чомаева [8] определяют экологическую культуру как систему формирования знаний об окружающей среде и умения рационально использовать в практической деятельности экологические знания и навыки, экологически оправданных норм и ценностей, а также экологического сознания и эмоциональной связи с природой.

Бережное отношение к природе, которое не может и не должно ограничиваться только жесткими законами, а основываться на моральных принципах, коэволюции, экологической этике, осмыслении экологических ценностей, является основополагающим в понимании экологической культуры С. Н. Глазачева [9], И. В. Цветковой и Н. С. Мухаметшиной [10].

Сейчас, когда экологический кризис в мире достиг определённой точки невоз-

врата, очень важно с детских лет формировать экологическую культуру у подрастающего поколения, чтобы удовлетворение потребностей современного общества не поставило под угрозу будущее окружающей среды для следующих поколений.

Цель исследования – определение сущности и структуры понятия «экологическая культура школьников», а также разработка мероприятий по устойчивому становлению экологической культуры выпускников основного общего образования.

Материалы и методы исследования

Автором, в более ранних публикациях, было сформулировано определение «экологической культуры», послужившее основой для разработки структуры экологической культуры. Выделенные компоненты позволили автору разработать показатели и установить уровни сформированности экологической культуры у школьников. Проведение экспериментального исследования предполагало комплексный подход, охватывающий следующие ключевые направления: во-первых, разработку концептуальной модели педагогических компонентов, служащих основой для структурирования экологической культуры; во-вторых, систематическую оценку уровня сформированности экологической культуры у обучающихся посредством стандартизированного педагогического тестирования, проводимого на начальном, основном и заключительном этапах исследования; и, в-третьих, создание и апробацию педагогической модели, а также обеспечение необходимых условий для эффективного формирования экологической культуры у школьников средней ступени обучения на основе краеведческого подхода.

Реализация эксперимента предопределила следующие методы исследования:

1. Моделирование педагогических компонентов для составления структуры экологической культуры.

2. Диагностика сформированности экологической культуры школьников на основе педагогического тестирования на констатирующем, формирующем и контрольном этапах исследования.

3. Разработка педагогической модели и создание условий для формирования экологической культуры школьников среднего звена.

Результаты исследования и их обсуждение

Давно не секрет, что научно-технический прогресс, развитие новых отраслей народного хозяйства, нерациональное использование природных ресурсов ставят

под угрозу выживание человечества, процессы восстановления биосферы, усугубляя глобальные проблемы современности. Все это приводит к тому, что «сегодня возникла необходимость объединения вопросов экологической безопасности и формирования экологической культуры у каждого отдельно взятого человека. Собственные убеждения в отношении бережного отношения к окружающей среде и социум формируют у каждого индивида экологическую культуру. Каждый человек проходит достаточное количество стадий формирования себя как личности, начиная свой путь в семье, дошкольном и школьном коллективах, в других образовательных учреждениях, в социуме» [11, с. 130].

Б. Т. Лихачев представлял структуру экологической культуры как единство развитого сознания, формирующегося когнитивным, эмоционально-психическим, деятельностным компонентами.

Д. К. Стожко [12], Г. С. Камерилова и др. [13], Е. Н. Дзятковская [14] считают, что в современных условиях необходима новая парадигма формирования экологической культуры, предполагающая изменения в узковедомственной, утилитарной государственной экологической политике и системе образования, что обуславливается новыми теоретико-методологическими подходами.

А. Ю. Федосеев видит структуру экологической культуры как процесс, направленный на развитие эстетических чувств, вызванных восхищением природою и желанием ее защищать [15].

Понятие экологической культуры было сформулировано автором в более ранних публикациях, под которым подразумевалась: «такая человеческая деятельность, проявляющаяся в бережном, ответственном отношении к природе и состоянию окружающей среды, к своему здоровью, соответствии поведения личности и общества

определенным морально-этическим и нравственным законам» [11, с. 131]. Сформулированное определение, позволяет автору вывести структуру экологической культуры (рисунок).

По мнению автора, структура экологической культуры состоит из четырех взаимодополняющих и взаимообуславливающих компонентов: когнитивно-мотивационного, эмоционально-волевого, ценностно-смыслового, нравственно-правового.

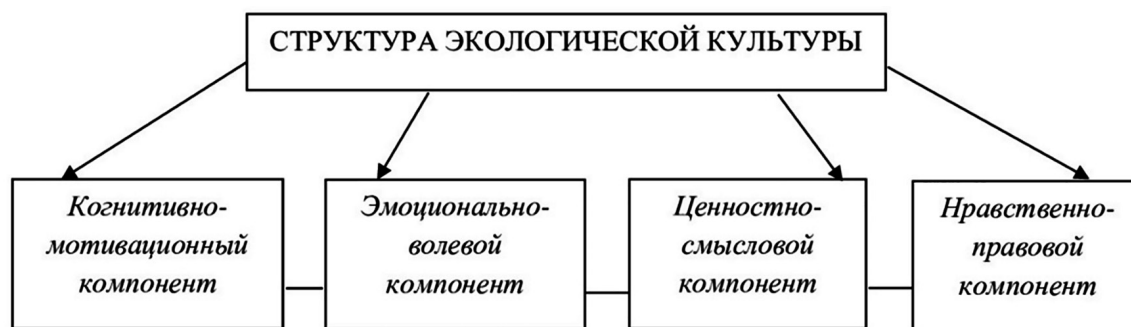
Когнитивно-мотивационный компонент представляет собой один из важных способов метапознания, который способствует осознанию собственных ошибок в восприятии информации, рассуждении, подборе подходящих стратегий в решении конкретных задач.

Эмоционально-волевой компонент складывается из способности объективно располагаться своими чувствами, душевными переживаниями, впечатлениями, искусством к самообладанию, иметь целеустремленность к решению задач.

Ценностно-смысловой компонент основывается на ценностных направляющих, позволяющих стремиться к знаниям об окружающей среде и деятельности человека в ней, находить смысл во взаимосвязях между компонентами природы, формировать умение прогнозировать и осознавать необходимость гуманного отношения к природной среде.

Нравственно-правовой компонент экологической культуры содержит знания об особенностях экологических ситуаций, масштабах нарушений, соблюдении человеком норм и правил в окружающей среде, согласно экологическому законодательству.

В соответствии с выделенными компонентами автором были разработаны показатели и определены уровни сформированности у школьников экологической культуры (табл. 1).



Структура экологической культуры

Примечание: составлено автором по результатам данного исследования

Таблица 1

Компоненты, показатели и уровни сформированности экологической культуры

Компоненты	Показатели	Уровни
Когнитивно-мотивационный	правильная формулировка цели охраны окружающей среды, мониторинга, прогноза, корректировки действий по реализации планов стабилизации экологической обстановки	Высокий
	формулировка охраны окружающей среды не систематизирована и носит формальный характер	Достаточный
	понятие об охране окружающей среде отсутствует или носит фрагментарный характер	Минимальный
Эмоционально-волевой	сформированы умения, позволяющие эмоционально-объективно относиться к воздействию антропогенной деятельности на природу Земли, высокий уровень экологической эмпатии, волевые решения в преодолении кризисных ситуаций в окружающей среде	Высокий
	поверхностное, инертное восприятие природы, характеризующееся отсутствием глубокой рефлексии и проактивных действий	Достаточный
	экологическая апатия, понимание ценности без способности к её вербальному выражению	Минимальный
Ценностно-смысловой	глубокие ценностные ориентиры и способность осознавать значение окружающей природной среды в жизни человека, стремление к знаниям об окружающей среде и деятельности человека в ней	Высокий
	наличие базовых жизненных принципов, прагматичные моральные установки понимания важности охраны окружающей среды, слабые когнитивные способности	Достаточный
	дефицит экологической грамотности, приводящий к недооценке угроз для окружающей среды. Низкий интерес к получению новых знаний и навыков	Минимальный
Нравственно-правовой	отражение всестороннего понимания экологической ценности и критической важности природных ресурсов, сопровождающееся проявлением ответственного и заботливого подхода к окружающей среде в соответствии с правовыми нормами	Высокий
	характерно индифферентное отношение к природной среде, обусловленное поверхностным пониманием её фундаментальной роли. Следствием этого является неспособность адекватно оценить её интегральную ценность, что приводит к фрагментарному восприятию и концентрации на отдельных компонентах	Достаточный
	осознание имманентной ценности природы, приводящее к формированию потребительского или деструктивного отношения к ней, этические принципы взаимодействия с природным миром еще не интериоризированы	Минимальный

Значимость формирования экологической культуры отражается как в нормативно-правовых актах Российской Федерации, так и в документах, регламентирующих образовательный процесс. Основной Закон Российской Федерации – Конституция в «статье 114 (пункт еб) устанавливает за Правительством Российской Федерации создание условий для развития системы экологического образования граждан, воспитания экологической культуры»¹. Глава

¹ Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/ (дата обращения: 02.10.2025).

ХIII Закона «Об охране окружающей среды» обуславливает «необходимость формирования экологической культуры посредством всеобщего и комплексного экологического образования и просвещения»².

Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (далее ФГОС СОО) устанавливает требования к результатам освоения обучающимися основной образовательной программы, которые «на основе знаний воздействия социально-экономических про-

² Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 25.12.2023) «Об охране окружающей среды» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2024). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 02.10.2025).

цессов на состояние окружающей среды, внутренней позиции и системы ценностей по планированию и реализации действий в области охраны окружающей среды, расширение опыта экологической деятельности, сводятся к формированию экологической культуры»³. Тем не менее ФГОС СОО не предусматривает самостоятельное изучение предмета «Экология», а только предполагает «экологизацию» некоторых предметов, что может выражаться в низком уровне сформированности экологической культуры, так как не все педагоги используют межпредметные связи на своих занятиях.

Целью опытно-экспериментальной работы было эмпирическое подтверждение авторской идеи о том, что в условиях общеобразовательной школы формирование экологической культуры школьников возможно путем использования межпредметных связей и привлечения дополнительных средств обучения на основе краеведческого подхода.

Опытно-экспериментальная работа проходила в три этапа: констатирующий, формирующий и контрольный.

Первый этап, названный констатирующим экспериментом, был посвящен глубокому изучению и анализу релевантной психолого-педагогической и научно-методической литературы. На его основе были сформулированы исходные теоретические положения, определены ключевые структурно-содержательные характеристики экологической культуры школьников, проанализированы результаты проведенных анкетирования и тестирования и, наконец, сформирована концептуальная основа для последующей экспериментальной деятельности. Обязательным решением ставилась необходимость выделения возрастной группы школьников с низким уровнем сформированности экологической культуры для дальнейшей экспериментальной работы.

На начальном констатирующем этапе предполагалось выяснить уровень сформированности экологической культуры учеников 5-х и 9-х классов при изучении общеобразовательных дисциплин. Данная возрастная выборка была необходима для того, чтобы понять, на каком этапе школьного образования (начальная ступень или средняя ступень образования) необходимо использовать дополнительные образовательные технологии для устойчивого формирования экологической культуры выпускника основного общего образования. В эксперимен-

те педагогического тестирования приняли участие 249 учеников 5-х и 9-х классов (5-е классы – 120 чел. (48,2%), 9-е классы – 129 чел. (51,8%).

Результаты начального этапа опытно-экспериментальной работы показали, что в обеих возрастных группах *когнитивно-мотивационный компонент* экологической культуры показывает низкий уровень, т. к. основная масса ответов не связывается с обязанностью бережного отношения к окружающей среде и пониманием негативного воздействия на природу и ее компоненты. *Эмоционально-волевой компонент* сформирован на низком уровне в обеих тестируемых группах. Дети в этом возрасте еще живут эмоциями, и эмоциональное восприятие полученных знаний об окружающей среде вызывает личностное чувственное отношение, но не осознанное участие в вопросах охраны окружающей среды. Результаты сформированности *ценностно-смыслового компонента* экологической культуры обозначены на высоком уровне, показывая ценностные ориентиры и только способность осознать значение окружающей природной среды в жизни человека. Вопросы блока *нормативно-правового компонента* сформированности экологической культуры продемонстрировали средний уровень гражданской ответственности в соблюдении норм и правил по отношению к окружающей среде.

Результаты педагогического тестирования, направленного на диагностику сформированности экологической культуры у школьников, выявили, что среди учащихся 5-х классов высокий уровень развития ценностных ориентиров и способности к осознанию значимости природной среды в жизни человека был достигнут исключительно в рамках вопросов, относящихся к ценностно-смысловому компоненту экологической культуры. Опрос учеников 9-х классов показал устойчивое индифферентное отношение к природной среде, апатию к познанию законов экосистем и своего места в них. Автор связывает данное явление с тем, что в начальной школе основную долю занятий проводит один педагог, который больше внимания уделяет использованию на уроках межпредметных связей, а также влиянию возрастных особенностей на формирование ценностно-смыслового компонента, так как дети еще живут эмоциями и эмоциональное восприятие полученных знаний об окружающей среде вызывает личностное чувственное отношение. Период обучения в средней школе осложняется тем, что ученики проходят через фазу активного самоутверждения и испытывают психологическую неустойчивость. Это приводит к снижению

³ Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (утв. Приказом Министерства образования и науки РФ от 17 мая 2012 г. № 413). С изменениями и дополнениями от 12 февраля 2025 г.) URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=501748> (дата обращения: 02.10.2025).

интереса к учебе, а порой и к сопротивлению познавательной деятельности. Стандартные общеобразовательные предметы, без применения инновационных подходов, не способны стать источником мотивации для формирования экологической культуры. Дополнительным фактором является недостаточное освещение в семейном воспитании важности окружающей среды и ее охраны. Как следствие, к моменту окончания средней школы учащиеся демонстрируют недостаточную компетентность в вопросах природопользования и низкий уровень экологической осведомленности.

Исходя из этого было принято решение для участия в эксперименте привлечь учеников 5-х классов и проследить на протяжении 4 лет динамику формирования экологической культуры школьников средней ступени общеобразовательной школы для устойчивого становления экологической культуры выпускника основного общего образования.

Формирующий этап опытно-экспериментального исследования был посвящен определению контрольной и экспериментальной групп учеников, разработке педагогической модели и созданию условий для формирования экологической культуры школьников средней ступени. Опытнo-экспериментальной работой было охвачено 120 учеников 5-х классов и 10 педагогов-экспертов. Были определены контрольная

и экспериментальная группы и проведена диагностика исходного уровня экологической культуры. Анализ данных формирующего этапа свидетельствует о том, что значительная доля респондентов из контрольной и экспериментальной групп обладает лишь начальными, минимальными навыками экологической культуры. Оценка сформированности экологической культуры проводилась на основе анкетирования, которое было направлено на выявление у учеников мотивов и ценностных ориентаций, связанных с охраной окружающей среды.

Педагогическая модель формирования экологической культуры основывалась на применении в образовательном пространстве основной общеобразовательной школы «краеведческого подхода, предполагающего последовательное усложнение в усвоении материала с помощью разнообразных представлений об окружающей среде, фенологических наблюдений, экспериментальных разработок, деловых игр, проектной деятельности, походов и экскурсий и т. д., на примере родного края» [16, с. 141]. Формами реализации педагогической модели учеников 5-9 классов явились: волонтерство, школьные научные сообщества, участие в конкурсах и конференциях, тематических праздниках, разработка и реализация экскурсий, деловых игр, походов, вовлечение в экологическую деятельность родителей и т.д.

Таблица 2

Агрегированные данные результатов начального и конечного этапов эксперимента по группам

Критерии сформированности экологической культуры	Уровни сформированности экологической культуры	Контрольная группа, n (%)		Экспериментальная группа, n (%)	
		Начальный этап (5 класс, I четверть, 56 чел.)	Итоговый этап (9 класс, IV четверть, 56 чел.)	Начальный этап (5 класс, I четверть, 64 чел.)	Итоговый этап (9 класс, IV четверть, 64 чел.)
Когнитивно-мотивационный	Минимальный	36 (64)	34 (61)	34 (53)	0
	Достаточный	13 (23)	14 (25)	21 (33)	34 (69)
	Высокий	7 (13)	8 (14)	9 (14)	32 (31)
Эмоционально-волевой	Минимальный	32 (57)	30 (54)	35 (55)	0
	Достаточный	16 (29)	18 (32)	19 (30)	37 (58)
	Высокий	8 (14)	8 (14)	10 (16)	27 (42)
Ценностно-смысловой	Минимальный	20 (36)	18 (32)	22 (34)	0
	Достаточный	24 (43)	25 (45)	29 (45)	34 (53)
	Высокий	12 (21)	13 (23)	13 (20)	30 (47)
Нравственно-правовой	Минимальный	29 (52)	25 (45)	32 (50)	0
	Достаточный	21 (37)	23 (41)	23 (36)	36 (56)
	Высокий	6 (11)	8 (14)	9 (14)	28 (44)

«Результатом использования краеведческого подхода при формировании экологической культуры должно стать осмысление обучающимися того факта, что окружающая среда представляет собой совокупность множества процессов и явлений между живой и неживой природой, разнообразия живых организмов, обитающих в родном крае, воздействия человека на окружающую среду и обязательного бережного отношения к окружающей среде» [16, с. 141].

Главным условием контрольного этапа опытно-экспериментального исследования было установление мнения участников опроса о роли экологической культуры в жизни человека.

Анализ данных, полученных автором на начальном и заключительном этапах опытно-экспериментальной работы, выявил значительное улучшение уровня сформированности экологической культуры у учащихся экспериментальной группы по сравнению с контрольной. Эти результаты подтверждают обоснованность выдвинутых автором гипотез и эффективность разработанной педагогической модели (табл. 2).

Заключение

Анализ полученных данных показывает, что применение краеведческого подхода для формирования экологической культуры учеников средней ступени основного общего образования показывает высокий уровень сформированности экологической культуры. Эффективность этого подхода обеспечивалась благодаря целостности взаимосвязанных компонентов, которые давали учащимся всестороннее понимание того, что окружающая среда включает в себя: многочисленные процессы и явления, происходящие между живой и неживой природой; богатое разнообразие местных видов; воздействие человека на природу; и императив бережного отношения к ней. Развитие экологической культуры должно стать стержнем образовательного процесса на всех уровнях.

Список литературы

1. Кашлев С. С., Гришаева Ю. М. Формирование экологической культуры школьников как содержательная основа деятельности образовательных организаций // Вестник Международной академии наук (Русская секция). 2020. № 1. С. 26-30. EDN: TYGLAA.
2. Камерилова Г. С., Медникова О. Н. Развитие экологической культуры учащихся при изучении естественнонаучного цикла // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=19308> (дата обращения: 06.10.2025).
3. Пронина Л. Н., Лыков И. Н. Формирование экологического мировоззрения школьников в условиях реализации федеральных государственных образовательных стандартов // Проблемы региональной экологии. 2018. № 5. DOI: 10.24411/1728-323X-2019-15187.
4. Ильиных И. А. Другое живое существо как субъект экологического взаимодействия: монография. Горно-Алтайск: Горно-Алтайский государственный университет. 2024. 78 с. ISBN 978-5-91425-211-0. EDN: VAXSMV.
5. Маслова Ю. В. Экологическое образование как фактор развития экологической культуры в современном российском обществе // Гуманитарные и социальные науки. 2020. № 5. С. 270-278. DOI: 10.18522/2070-1403-2020-82-5-270-278.
6. Дерябо С. Д. Феномен субъективизации природных объектов: дис. ... докт. психол. наук. Москва, 2002. 365 с. EDN: NMBDEV.
7. Гирусов Э. В. Восхождение к экологической культуре: необходимость и сущность // Библиотечное дело. 2010. № 3(117). С. 6-11. EDN: MUVUBP.
8. Чомаева М. Н. Аспекты формирования экологической культуры // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2020. № 11-1 (50). С. 64-66. DOI: 10.24411/2500-1000-2020-11341. EDN: LDTBSS.
9. Глазачев С. Н. Экологическая культура как вершинное достижение личности: сущность, содержание, пути развития // Вестник Международной академии наук (Русская секция). 2015. № 1. С. 20-23. EDN: UNJNTP.
10. Цветкова И. В., Мухаметшина Н. С. Онтологические аспекты экологической культуры // Вестник Бурятского государственного университета. 2020. № 1. С. 13-22. DOI: 10.18101/1994-0866-2020-1-13-22. EDN: OLTTCR.
11. Кебалова Л. А. Формирование экологической культуры школьников в условиях цифровой трансформации образования // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 1. С. 130-134. DOI: 10.17513/snt.39920.
12. Стожко Д. К., Стожко К. П. Экологическая культура современного российского общества: на пороге гносеологического парадигмы // Гуманитарий: актуальные проблемы гуманитарной науки и образования. 2021. Т. 21. № 3. С. 298-311. DOI: 10.15507/2078-9823.55.021.202103.298-311.
13. Камерилова Г. С., Медникова О. Н., Власова О. А., Костенко Г. А. Экологическая культура и роль рефлексивной деятельности в ее формировании // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 8. С. 100-104. EDN: ZEKSQB.
14. Дзятковская Е. Н. Экологическая культура как фактор культурного суверенитета страны // Культура и цивилизация. 2022. Т. 12. № 4 А. С. 259-267. DOI: 10.34670/AR.2022.67.70.035.
15. Федосеев А. Ю. Формирование экологического воспитания в современном образовании // Педагогический журнал. 2021. Т. 11. № 2А. С. 28-37. DOI: 10.34670/AR.2021.29.42.005.
16. Кебалова Л. А. Формирование экологической культуры школьников посредством краеведческого подхода // Современные векторы в образовании: теория и практика: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), посвященной Году Семьи и 85-летию со дня образования ГСГУ, Коломна, 22 ноября 2024 года. Коломна: Государственный социально-гуманитарный университет, 2025. С. 140-142. EDN: XVYRGV.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

УДК 378.14:004
DOI



CC BY 4.0

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Конколь М. М. ORCID ID 0000-0003-1664-4153,

Слесарев М. А. ORCID ID 0009-0005-9182-9475,

Марьина Е. Д. ORCID ID 0000-0003-4470-2680,

Черная С. Н. ORCID ID 0000-0002-9394-1314

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный институт международных отношений (университет)
Министерства иностранных дел Российской Федерации», Москва, Российская Федерация,
e-mail: e.marina@inno.mgimo.ru*

Стремительное внедрение генеративного искусственного интеллекта в образование обостряет противоречие между технологическими возможностями и отсутствием теоретически обоснованных принципов проектирования образовательных инструментов. Цель исследования – разработка интегративной теоретико-методологической основы проектирования ИИ-инструментов, систематически объединяющей классические теории обучения с современными подходами к человеко-машинному взаимодействию через концепцию метацифровой компетентности преподавателя. Использовались методы систематического анализа литературы, теоретического синтеза и операционализации теоретических принципов в дизайн-решения. На основе методологии проектирования, основанного на теории (theory-driven design), был разработан и апробирован лингвистический ИИ-ассистент ЛИРА. Валидация методологии проведена через пилотное тестирование инструмента с участием 52 преподавателей иностранных языков МГИМО (июнь – сентябрь 2025 г.). Разработана трехуровневая интегративная модель, включающая: 1) теоретические основания (когнитивные, социокультурные, психологические теории и принципы дизайна); 2) четырехкомпонентную метацифровую компетентность преподавателя (технологическую, когнитивную, педагогическую, этическую); 3) ее операционализацию в архитектуре инструмента ЛИРА. Апробация подтвердила практическую эффективность: 62 % преподавателей стали активными пользователями, средняя оценка качества – 4,0/5,0, экономия времени на подготовке материалов составила 34,7 %; 75 % респондентов начали экспериментировать с новыми форматами заданий. Научный вклад состоит в первой систематической интеграции разнородных теоретических подходов через концепцию метацифровой компетентности, разработке методологии операционализации теории в дизайн и практической реализации четырехкомпонентной концепции метацифровой компетентности в системе ЛИРА. Ключевой вывод: педагогическая эффективность ИИ-инструментов определяется не технологическим доступом, а уровнем метацифровой компетентности преподавателя, обеспечивающей осознанное управление распределенной когнитивной системой «преподаватель + ИИ». Разработанная модель применима к различным предметным областям.

Ключевые слова: искусственный интеллект в образовании, метацифровая компетентность, распределенное познание, проектирование образовательных технологий, профессиональное развитие преподавателей, человеко-машинное взаимодействие

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS FOR DESIGNING AI-BASED EDUCATIONAL TOOLS

Konkol M. M. ORCID ID 0000-0003-1664-4153,

Slesarev M. A. ORCID ID 0009-0005-9182-9475,

Marina E. D. ORCID ID 0000-0003-4470-2680,

Chernaya S. N. ORCID ID 0000-0002-9394-1314

*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
“Moscow State Institute of International Relations (University)
of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation”,
Moscow, Russian Federation, e-mail: e.marina@inno.mgimo.ru*

The rapid introduction of generative artificial intelligence into education is exacerbating the contradiction between technological capabilities and the lack of theoretically sound principles for designing educational tools. The purpose of the research is to develop an integrative theoretical and methodological framework for designing AI tools that systematically combines classical learning theories with modern approaches to human-machine interaction through the concept of teacher's metacipher competence. Methods of systematic literature analysis, theoretical synthesis, and operationalization of theoretical principles into design solutions were used. Based on the theory-driven design methodology, the linguistic AI assistant LYRA was developed and tested. The methodology was validated through a pilot testing of the tool with the participation of 52 MGIMO foreign language teachers (June – September 2025). A three-level integrative model has been developed, including: 1) theoretical foundations (cognitive, socio-cultural, psychological theories and principles of design); 2) four-component metadigital competence of the teacher (technological, cognitive, pedagogical, ethical); 3) its operationalization in

the architecture of the LYRA instrument. The approbation confirmed the practical effectiveness: 62 % of teachers became active users, the average quality score was 4.0/5.0, time savings in preparing materials amounted to 34.7 %, 75 % of respondents began experimenting with new assignment formats. The scientific contribution consists in the first systematic integration of heterogeneous theoretical approaches through the concept of metacypher competence, the development of a methodology for the operationalization of theory into design, and the practical implementation of the four-component concept of metacypher competence in the LIRA system. The key conclusion is that the pedagogical effectiveness of AI tools is determined not by technological access, but by the level of teacher's meta-digital competence, which ensures conscious management of the distributed cognitive system "teacher + AI". The developed model is applicable to various subject areas.

Keywords: artificial intelligence in education, meta-digital competence, distributed cognition, educational technology design, teachers' professional development, human-machine interaction

Введение

Стремительное развитие генеративно-го искусственного интеллекта (ГИИ) и его внедрение в образовательную практику создают возможности для трансформации педагогической деятельности. Исследования показывают, что значительная часть преподавателей (от 18 до 48 % в зависимости от контекста дисциплины) в США и Южной Корее уже используют ИИ-инструменты в своей работе [1; 2]. Однако существующий подход к разработке образовательных ИИ-технологий следует технократической модели, когда функциональность определяется возможностями технологии, а педагогическое обоснование формулируется *post factum* [3]. Это приводит к тому, что технически совершенные инструменты оказываются неэффективными в педагогической практике из-за несоответствия логике профессиональной деятельности преподавателя [4; 5]. Проблема усугубляется отсутствием систематической подготовки преподавателей к работе с ИИ-технологиями. Программы профессионального развития фокусируются преимущественно на технических навыках, оставляя преподавателей неуверенными в вопросах педагогически осмысленной интеграции ИИ в образовательный процесс [6; 7].

Особую остроту проблема теоретического обоснования проектирования образовательных ИИ-инструментов приобретает в преподавании иностранных языков, где требуется создание разнообразных, культурно-релевантных и методически обоснованных учебных материалов [8]. Преподаватели языков все чаще обращаются к генеративному ИИ для создания учебного контента и повышения вовлеченности студентов, однако это требует осмысленной педагогической интеграции [9].

В российской педагогической науке концепция метацифровой компетентности (МЦК) предлагает интегративную теоретическую основу для понимания эффективного взаимодействия с ГИИ [10]. Однако практические инструменты, воплощающие принципы МЦК, до настоящего времени

не были разработаны, что создает исследовательскую лауну.

Анализ научной литературы выявляет более широкую проблему: несмотря на богатый теоретический фундамент классических теорий обучения и современных подходов к человеко-машинному взаимодействию, отсутствуют систематические попытки их интеграции для создания теоретико-методологических оснований проектирования образовательных ИИ-инструментов [5]. Большинство исследований в области проектирования образовательных ИИ-инструментов проводится с минимальным использованием теории, а когда теория упоминается, это обычно педагогическая теория без учета природы самой технологии [3, 4].

Проектирование образовательных технологий требует понимания когнитивных процессов пользователей. Теория когнитивной нагрузки J. Sweller [11] предоставляет принципы дизайна интерфейсов, минимизирующих нерелевантную когнитивную нагрузку и учитывающих ограниченность рабочей памяти. Метапознание – способность рефлексировать над собственными мыслительными процессами (J. H. Flavell [12]) и регулировать познавательную деятельность (M. Hannecke и др. [13]) – критично для эффективного использования ИИ-инструментов, требуя от преподавателя не только технических навыков, но и способности оценивать результаты и корректировать стратегии.

Теория мультимедийного обучения R. C. Clark и R. E. Mayer [14] предлагает принципы организации информации для снижения когнитивной нагрузки.

Культурно-историческая психология Л. С. Выготского [15] предлагает концепцию зоны ближайшего развития (ЗБР) – пространства между актуальным и потенциальным уровнем развития, достижимым с помощью инструмента. ИИ-инструмент может выступать обучающей опорой (когнитивным скаффолдингом), расширяющим педагогические возможности преподавателя.

С позиций теории распределенного познания E. Hutchins [16] ИИ-инструмент

может быть рассмотрен как часть распределенной когнитивной системы «преподаватель + ИИ», где возникают новые формы познания. Это меняет задачу дизайнера: важно создавать условия для симбиоза человеческой экспертизы и возможностей ИИ.

Концепция сообществ практики Е. Wenger [17] подчеркивает, что эффективность инструмента определяется способностью поддерживать коллективные практики освоения технологии.

Деятельностный подход А. Н. Леонтьева [18] акцентирует необходимость органичного встраивания инструмента в существующую структуру педагогической деятельности. Психологические факторы определяют успешность освоения технологий. Теория установок С. S. Dweck [19] о «фиксированном» и «ростовом» мышлении релевантна для преодоления технофобии: дизайн должен поддерживать установку на рост через постепенное усложнение задач и конструктивную обратную связь.

Исследования профессиональной идентичности (Е. А. С. Rushton и М. J. Reiss [20]) показывают, что принятие технологий связано с тем, насколько они согласуются с представлениями преподавателя о своей профессиональной роли в образовательном процессе. Теория самодетерминации Е. L. Deci и Р. М. Ryan [21] объясняет мотивационные механизмы через удовлетворение потребностей в автономии, компетентности и связанности.

Классические принципы юзабилити J. Nielsen [22] остаются фундаментом проектирования интерфейсов, но требуют адаптации к образовательному контексту.

Модель ТРАСК (Technological pedagogical content knowledge) Р. Mishra и М. J. Koehler [23] предлагает интегративную рамку для понимания профессионального знания преподавателя, подчеркивая необходимость интеграции технологического, педагогического и содержательного знания [24].

Принципы педагогического дизайна [25] акцентируют согласование учебных целей, методов и оценки, где технология служит достижению образовательных результатов.

Существующие модели цифровой компетентности (DigComp 2.2 [26], DigCompEdu [27]) фокусируются преимущественно на технических навыках, недостаточно учитывая качественно новые когнитивные, этические и социальные вызовы взаимодействия с генеративным ИИ.

Концепция, разработанная М. М. Конколь [10], определяет метацифровую компетентность как интегративную способность к эффективному, осознанному и этически ответственному взаимодействию с ИИ

в процессе решения познавательных и профессиональных задач.

Теоретическими основаниями МЦК выступают теория метапознания J. H. Flavell и исследователей К. R. Muis и М. Boekaerts [28] и теория распределенного познания Е. Hutchins. Методологической базой является социокультурный и компетентностный подходы.

Базовая модель МЦК включает шесть взаимосвязанных компонентов: когнитивный, рефлексивный, практический, этический, социальный и адаптивный [29, с. 66–70].

Применительно к профессиональной деятельности преподавателей была разработана адаптированная четырехкомпонентная структура МЦК. Технологический компонент объединяет понимание принципов работы ИИ-систем с практическими навыками использования и способностью адаптироваться к развивающимся технологиям.

Когнитивный компонент включает критическую оценку информации, генерируемой ИИ, способность распознавать ошибки и ограничения технологий, эффективное формулирование запросов и рефлексивные процессы управления собственным познанием.

Педагогический компонент охватывает интеграцию ИИ в образовательный процесс, разработку учебных материалов, понимание социокультурных аспектов и готовность к технологическим изменениям.

Этический компонент предполагает осознание моральных аспектов использования ИИ в образовании и формирование ответственного подхода.

Методологическая логика адаптации основывалась на анализе профессиональных задач преподавателей иностранных языков и модели ТРАСК, подчеркивающей важность интеграции технологических знаний с педагогическими и предметными компетенциями.

Анализ литературы показывает, что существующие исследования рассматривают отдельные аспекты проектирования образовательных технологий: когнитивные процессы, социальные практики, психологические барьеры, принципы дизайна.

Концепция МЦК предлагает интегративную рамку, объединяющую эти направления, однако остается открытым вопрос о практической реализации этих принципов в дизайне конкретных образовательных ИИ-инструментов. Следствием отсутствия методологии, связывающей теорию МЦК с практикой проектирования, является технократический подход к разработке ИИ-инструментов: они создаются «снизу вверх» – от технологических возможностей к педагогическим приложениям, а не «сверху

вниз» – от теоретически обоснованных принципов к технической реализации.

Отсутствуют эмпирические исследования, демонстрирующие, как развитие различных компонентов МЦК влияет на эффективность использования конкретных ИИ-инструментов в реальной педагогической практике. Настоящее исследование направлено на заполнение этой лакуны через (1) разработку интегративной теоретико-методологической рамки проектирования образовательных ИИ-инструментов, воплощающей принципы четырехкомпонентной МЦК преподавателя, (2) создание практического инструмента ЛИРА на основе этой рамки и (3) эмпирическую проверку связи между уровнем МЦК преподавателей и эффективностью использования инструмента.

Цель исследования – разработать интегративную теоретико-методологическую рамку для проектирования образовательных ИИ-инструментов, систематически объединяющую классические теории обучения с современными подходами к человеко-машинному взаимодействию, и продемонстрировать ее практическое воплощение в системе ЛИРА (Лингвистический Интеллектуальный Роботизированный Ассистент) для поддержки преподавателей иностранных языков¹.

Материалы и методы исследования

Исследование теоретико-методологических оснований проектирования образовательного ИИ-инструмента осуществлялось с применением комплекса методов теоретического анализа.

Метод систематического анализа литературы использовался для выявления релевантных теоретических подходов в области когнитивной психологии (теория когнитивной нагрузки, метапознание, мультимедийное обучение), социокультурной теории (культурно-историческая психология, распределенное познание, сообщества практики, деятельностный подход), психологии мотивации (теория установок, профессиональная идентичность, самодетерминация). Также анализировались подходы к дизайну образовательных технологий (эвристики юзабилити, ТРАСК-модель, педагогический дизайн).

Метод теоретического синтеза применялся для построения интегративной концептуальной рамки через выявление концептуальных связей между теориями из различных дисциплинарных областей.

Ключевым принципом синтеза стало понимание метацифровой компетентности как интегративного конструкта, объединяющего когнитивные, социокультурные, психологические и дизайнерские аспекты взаимодействия преподавателя с ИИ.

Метод операционализации использовался для трансформации абстрактных теоретических принципов в конкретные требования к функциональности и дизайну системы ЛИРА. Каждая теория анализировалась с точки зрения возможных дизайн-импликаций: принципы теории когнитивной нагрузки операционализировались в требования к структуре интерфейса, концепция зоны ближайшего развития – в механизмы адаптивного скаффолдинга (обучающей опоры), теория установок на рост – в дизайн обратной связи.

Разработка ЛИРА основывалась на методологии *theory-driven design* («проектирование от теории»), противопоставленной распространенному технологическому подходу (*technology-driven approach*). Вместо создания инструмента на основе доступных технологических возможностей мы исходили из теоретически обоснованных принципов эффективного обучения и развития компетентности, трансформируя их в технические требования.

Методологический процесс включал три взаимосвязанных этапа. На первом этапе (теоретическое обоснование) была разработана интегративная концептуальная рамка, объединяющая когнитивные, социокультурные, психологические и дизайнерские теории через призму концепции метацифровой компетентности. Центральная идея состояла в том, что эффективный образовательный ИИ-инструмент должен поддерживать развитие всех четырех компонентов МЦК преподавателя: технологического, когнитивного, педагогического и этического.

На втором этапе (операционализация теории в дизайн-принципы) теоретические положения трансформировались в конкретные принципы проектирования: из теории когнитивной нагрузки следовал принцип минимизации нерелевантной когнитивной нагрузки; из теории метапознания – принцип видимости когнитивных процессов через пошаговую визуализацию работы ИИ; из концепции зоны ближайшего развития – принцип адаптивного скаффолдинга; из теории распределенного познания – принцип симбиотического взаимодействия.

На третьем этапе (техническая реализация и валидация, 2023–2024) дизайн-принципы воплощались в функциональную архитектуру системы ЛИРА. Эмпирическая валидация теоретико-методологической

¹ МГИМО. Официальный портал. «Запуск нейросетевого ассистента иностранного языка ЛИРА». [Электронный ресурс]. URL: <https://mgimo.ru/about/news/main/lira/> (дата обращения: 09.01.2026).

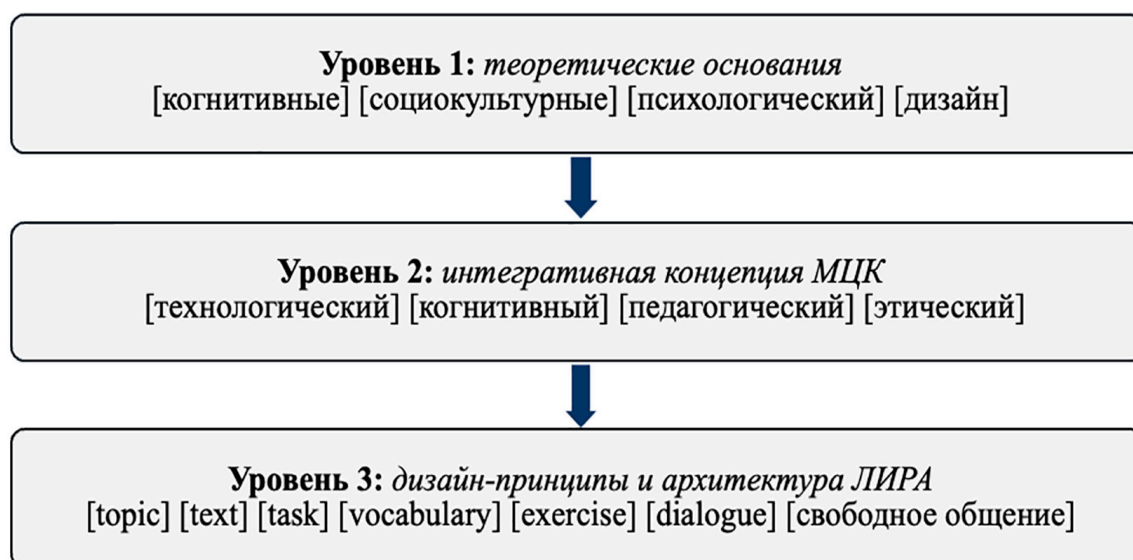
рамки осуществлялась через апробацию готовой системы с участием 52 преподавателей иностранных языков МГИМО в июне – сентябре 2025 г. Участники апробации были заранее проинформированы о сборе обратной связи по итогам использования инструмента. Данные опроса обрабатывались конфиденциально.

Для сбора обратной связи использовался структурированный опросник, включающий девять тематических разделов: (1) профиль респондентов (опыт преподавания, целевые языки, уровни владения, продолжительность использования ЛИРА), (2) детальную оценку семи функциональных модулей системы по четырем критериям (качество контента, удобство использования, соответствие уровню, разнообразие), (3) интенсивность использования различных инструментов, (4) анализ соответствия ожиданиям пользователей, (5) запросы на новые функции (создание аудиоматериалов, планировщик уроков, система оценивания), (6) оценку технических характеристик (скорость, стабильность, понятность интерфейса), (7) влияние на профессиональную деятельность (экономия времени, качество уроков, вовлеченность студентов, педагогические инновации), (8) общую оценку инструмента и вероятность рекомендации коллегам (NPS), а также готовность к коммерческому использованию, (9) открытые вопросы для качественных комментариев. Все количественные оценки использовали пятибалльную шкалу Лайкерта.

Результаты исследования и их обсуждение

Основным результатом исследования является разработка интегративной теоретико-методологической рамки, объединяющей классические теории обучения с современными подходами к человеко-машинному взаимодействию через концепцию метацифровой компетентности. Рамка структурирована в виде трехуровневой архитектуры (рисунок), где каждый уровень решает специфические задачи проектирования.

Уровень 1. Теоретические основания включают четыре группы теорий, каждая из которых вносит специфический вклад в понимание процессов взаимодействия преподавателя с ИИ-инструментом. Когнитивные теории объясняют, как преподаватели обрабатывают информацию при работе с ИИ и какие когнитивные процессы должны поддерживаться дизайном интерфейса. Социокультурные теории показывают, что освоение ИИ-инструмента является не индивидуальным техническим навыком, но социально опосредованным процессом трансформации профессиональной практики. Психологические теории раскрывают мотивационные и личностные факторы, определяющие готовность преподавателей принять технологические изменения. Дизайнерские подходы предоставляют методологию трансформации теоретических принципов в конкретные требования к системе.



*Трехуровневая интегративная теоретико-методологическая рамка
проектирования образовательных ИИ-инструментов
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования*

Уровень 2. Интегративная концепция МЦК выступает связующим звеном между разрозненными теориями и практикой проектирования. Ключевая инновация концепции МЦК состоит в переосмыслении отношения «преподаватель + ИИ» с позиций теории распределенного познания: вместо традиционной дихотомии «человек использует инструмент» или «инструмент заменяет человека» предлагается модель симбиотического взаимодействия, где возникает распределенная когнитивная система «преподаватель + ИИ», обладающая качественно новыми возможностями. МЦК представляет собой способность эффективно управлять этой распределенной системой, осознавая, какие задачи следует делегировать ИИ, какие решать самостоятельно, а какие – в режиме совместного когнитивного труда.

Уровень 3. Дизайн-принципы и архитектура ЛИРА операционализируют теоретические положения в конкретные функциональные решения. Каждый из модулей ЛИРА воплощает специфическую комбинацию теоретических принципов и ориентирован на развитие определенных аспектов МЦК. Принципиальное отличие от существующих ИИ-инструментов состоит в том, что ЛИРА спроектирована не для максимальной автоматизации труда преподавателя, но для максимизации его педагогической автономии и профессионального развития через взаимодействие с ИИ.

Интегративная рамка основывается на трех ключевых механизмах, объединяющих разнородные теоретические подходы в целостную методологию проектирования.

Механизм 1. Когнитивная эргономичность как объединяющий принцип дизайна. Теории когнитивной нагрузки, метапознания и мультимедийного обучения интегрируются через принцип когнитивной эргономичности: каждый элемент интерфейса проектируется с учетом ограничений человеческой когнитивной системы. Однако когнитивная эргономичность не означает упрощение: система должна поддерживать сложные познавательные процессы, делая их видимыми и управляемыми. Этот принцип реализуется через визуализацию промежуточных шагов работы ИИ, структурирование информации согласно принципам модальности и сегментации, предоставление метакогнитивных инструментов для планирования, мониторинга и оценки.

Механизм 2. Социокультурная укорененность как условие эффективности. Социокультурные теории интегрируются через принцип социокультурной укорененности: эффективность ИИ-инструмента определяется способностью встраиваться

в существующие профессиональные практики, поддерживать коллективные формы обучения и способствовать формированию сообществ практики. ЛИРА реализует этот принцип через механизмы обмена созданными материалами, возможность комментирования и коллективной рефлексии. Критически важно, что система не создает параллельную «цифровую реальность», но органично встраивается в реальную педагогическую деятельность преподавателей.

Механизм 3. Психологическая поддержка как фактор принятия технологии. Психологические теории интегрируются через принцип психологической поддержки: система проектируется так, чтобы поддерживать установку на рост (через конструктивную обратную связь и акцент на процессе обучения), укреплять профессиональную идентичность (позиционируя ИИ как инструмент усиления, а не замены педагогической экспертизы) и удовлетворять базовые психологические потребности в автономии, компетентности и связанности. Этот принцип критически важен, поскольку технологическое сопротивление преподавателей часто связано не с недостатком технических навыков, но с психологическими барьерами.

Систематическое воплощение интегративной теоретико-методологической рамки в архитектуре ЛИРА демонстрируется через реализацию семи специализированных модулей.

ЛИРА представляет собой чат-бот, состоящий из семи специализированных модулей: шести модулей конструктора заданий и модуля свободного общения. Каждый модуль спроектирован с учетом специфических теоретических принципов и ориентирован на поддержку определенных аспектов метацифровой компетентности.

Модуль Topic (создание упражнений на заданную тему) реализует идею зоны ближайшего развития: система предлагает структурированный каркас, который преподаватель адаптирует с учетом уровня студентов и педагогических целей, развивая технологический и когнитивный компоненты МЦК.

Модуль Text (генерация текстов с заданной лексикой) воплощает принципы теории когнитивной нагрузки, создавая аутентичные тексты с естественным употреблением целевой лексики.

Модуль Task (создание упражнений на пропуски/тесты) опирается на принципы педагогического дизайна и теории самодетерминации, позволяя преподавателю управлять параметрами генерации и поддерживая потребность в автономии.

Модуль Vocabulary (создание активной лексики с транскрипцией и примерами) основывается на теории распределенного познания, создавая симбиоз человеческой лингвистической экспертизы и вычислительных возможностей ИИ. Модуль интегрирует все четыре компонента МЦК.

Модуль Exercise (упражнения на перевод) реализует принципы метапознавательной регуляции через критическую оценку: преподаватель анализирует качество переводов и культурную уместность предложенных вариантов.

Модуль Dialogue (создание диалогов для уровней A1–A2) воплощает деятельностный подход и концепцию сообществ практики, проектируя диалоги как социальные практики, встроенные в реальные коммуникативные ситуации.

Модуль свободного общения развивает метакогнитивный подход, предоставляя интерактивное взаимодействие с ИИ-ассистентом для обсуждения методических вопросов и поддерживая рефлексию преподавателя над собственной педагогической практикой.

Архитектура ЛИРА реализует принципы коннективизма [30]: преподаватель создает и управляет связями между различными элементами образовательного контента (темы ↔ лексика ↔ грамматика ↔ коммуникативные ситуации), формируя динамичную образовательную экосистему. Она также включает механизмы, специально разработанные для поддержки развития четырех компонентов МЦК преподавателя.

Технологический компонент развивается через принцип постепенного раскрытия сложности: базовые функции доступны сразу с минимальным порогом входа, но постепенно преподаватель получает доступ к расширенным настройкам, требующим более глубокого понимания работы ИИ.

Когнитивный компонент развивается через механизм визуализации процесса работы ИИ. Вместо мгновенного предъявления результата система показывает промежуточные шаги: анализ запроса, выбор стратегии, генерацию вариантов. Это делает видимыми когнитивные процессы, поддерживая развитие метакогнитивной осведомленности преподавателя.

Педагогический компонент поддерживается через механизм контекстуальных подсказок: система предлагает методические рекомендации по использованию материала в различных образовательных контекстах. Модуль аналитики показывает преподавателю паттерны использования инструмента, стимулируя рефлексию над собственными педагогическими стратегиями.

Этический компонент актуализируется через встроенные механизмы проверки качества и указания на потенциальные проблемы генерируемого контента (культурная нечувствительность, стереотипы, фактические ошибки). Система также требует от преподавателя явного подтверждения авторства финального материала, подчеркивая его ответственность за используемый контент.

Итак, ЛИРА представляет собой не просто технический инструмент для автоматизации создания учебных материалов, но методологически обоснованную систему, воплощающую интегративную теоретическую рамку и специально спроектированную для поддержки развития метацифровой компетентности преподавателей иностранных языков.

Систематическое воплощение интегративной теоретико-методологической рамки в архитектуре ЛИРА демонстрируется через *три ключевых дизайн-решения*, реализующих принципы зоны ближайшего развития, распределенного познания и коннективизма.

Модуль Topic воплощает центральную идею Л. С. Выготского о зоне ближайшего развития: система не автоматизирует создание материалов полностью, но предоставляет адаптивный скаффолдинг. Преподаватель формулирует тему и определяет целевой уровень сложности, а система генерирует структурированный каркас упражнений, который требует педагогической доработки и критической оценки. Система визуализирует параметры генерации (тип задания, грамматические структуры, лексический диапазон), делая явными те аспекты, которые преподаватель может контролировать. Это развивает технологический компонент МЦК – понимание того, как формулировка запроса влияет на результат, и когнитивный компонент – способность критически оценивать соответствие сгенерированных упражнений педагогическим целям.

Модуль Vocabulary воплощает теорию распределенного познания Е. Hutchins: здесь возникает распределенная когнитивная система «преподаватель + ИИ», где каждый участник выполняет те задачи, для которых он оптимально приспособлен. ИИ структурирует лексические единицы, генерирует транскрипцию, предлагает перевод и контекстуализированные примеры употребления. Преподаватель принимает решения о релевантности лексики для конкретной программы курса, оценивает методическую целесообразность последовательности введения слов, проверяет культурную уместность примеров. Это создает симбиоз,

где возникают новые возможности, недостижимые ни для человека, ни для машины в отдельности.

Модуль *Dialogue* реализует принципы деятельностного подхода А. Н. Леонтьева и концепцию сообществ практики Е. Wenger. Диалог проектируется не как абстрактный лингвистический артефакт для отработки грамматических структур, но как моделирование реальной социальной практики. Система запрашивает у преподавателя коммуникативную ситуацию (формальное/неформальное общение, социальные роли участников, коммуникативные цели), что требует осознанного педагогического проектирования. Преподаватель максимально активизирует педагогический компонент МЦК: определяет, какую именно социальную практику моделирует диалог, какие коммуникативные стратегии отработываются, как диалог встраивается в общую логику курса.

Целью апробации была эмпирическая проверка гипотезы о том, что разработанная теоретико-методологическая рамка адекватно воплощена в архитектуре системы и способствует эффективному использованию ИИ-инструмента преподавателями. В апробации приняли участие 52 преподавателя иностранных языков МГИМО МИД России. Распределение респондентов по стажу преподавания: более 10 лет – 72 %, от 5 до 10 лет – 12 %, от 1 до 3 лет – 6 %, менее 1 года – 2 %. Все участники преподают английский язык, 10 % дополнительно работают с немецким или французским языками. Апробация проводилась в июне – сен-

тябре 2025 г. после завершения курса повышения квалификации по работе с системой ЛИРА. Результаты апробации представлены в таблице.

Более половины преподавателей (62 %, $n = 32$) стали активными пользователями ЛИРА после завершения курса, что свидетельствует о соответствии системы профессиональным потребностям преподавателей и успешной минимизации когнитивных барьеров освоения технологии. Еще 25 % участников ($n = 13$) выразили намерение использовать систему в будущем, и лишь 13,5 % ($n = 7$) не планируют ее применять. Эти показатели значительно превышают типичные уровни принятия новых образовательных технологий, что может объясняться теоретически обоснованным дизайном, учитывающим принципы когнитивной эргономичности, зоны ближайшего развития и психологической поддержки.

Средняя оценка качества инструментов составила 4,0 из 5,0 баллов, при этом наиболее высоко были оценены модули свободного общения (4,17), Topic (4,11), Task (4,11) и Vocabulary (4,11). Относительно более низкие оценки модулей Exercise (3,98) и Dialogue (3,67) указывают на направления дальнейшего совершенствования системы. Важно, что высокие оценки получили именно те модули, которые в наибольшей степени реализуют принципы распределенного познания и симбиотического взаимодействия «преподаватель + ИИ», требуя активного вовлечения педагогической экспертизы преподавателя.

Результаты апробации ЛИРА (июнь – сентябрь 2025 г., $n = 52$)

Показатель	Значение
<i>Принятие технологии</i>	
Активные пользователи	62 % ($n = 32$)
Планируют использовать	25 % ($n = 13$)
Не планируют	13,5 % ($n = 7$)
<i>Средняя оценка качества</i>	
Модуль свободного общения	4,0/5,0
Модуль Topic	4,11
Модуль Task	4,11
Модуль Vocabulary	4,11
Модуль Exercise	3,98
Модуль Dialogue	3,67
<i>Влияние на практику</i>	
Экономия времени	88 % (среднее 34,7 %)
Новые форматы заданий	75 % ($n = 39$)

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

Особое значение имеют качественные изменения в педагогической практике преподавателей: 88 % респондентов ($n = 46$) отметили экономию времени на рутинные задачи создания учебных материалов в среднем на 34,7 %, что подтверждает успешную реализацию принципа минимизации когнитивной нагрузки.

Критически важно, что 75 % преподавателей ($n = 39$) начали экспериментировать с новыми форматами заданий, что свидетельствует о трансформации профессиональной практики и развитии педагогического компонента МЦК. Этот результат демонстрирует, что ЛИРА используется не просто для воспроизводства существующих педагогических практик, но стимулирует профессиональное развитие и педагогические инновации.

Представленная интегративная рамка вносит несколько существенных вкладов в теорию и методологию проектирования образовательных ИИ-инструментов. Впервые продемонстрирована возможность систематической интеграции классических теорий обучения с современными подходами к человеко-машинному взаимодействию через концепцию метацифровой компетентности. Концепция МЦК переосмысливает отношение между преподавателем и ИИ-инструментом через модель распределенного познания, смещая фокус проектирования с автоматизации педагогических функций на создание условий для профессионального развития преподавателя.

Заключение

Представленное исследование вносит вклад в развитие теории и практики проектирования образовательных ИИ-инструментов на нескольких уровнях. На теоретическом уровне разработанная интегративная рамка демонстрирует продуктивность междисциплинарного синтеза. Объединение когнитивных теорий, социокультурных подходов, психологических концепций и принципов дизайна через концепцию метацифровой компетентности создает целостную методологию проектирования, преодолевающую фрагментарность существующих исследований.

Концепция МЦК предлагает новое понимание профессиональной компетентности преподавателя в эпоху генеративного ИИ. Вместо традиционного фокуса на освоении отдельных технических навыков, МЦК акцентирует способность к осознанному управлению распределенными когнитивными процессами в системе «преподаватель + ИИ». Это переосмысление имеет следствия для профессионального развития преподавателей:

необходимо развивать метакогнитивную осведомленность, критическое мышление, педагогическую рефлексию и этическую ответственность.

Методология *theory-driven design* противопоставляется доминирующему технократическому подходу и *обеспечивает согласованность между педагогическими целями и техническими решениями*.

На практическом уровне исследование демонстрирует, что теоретически обоснованное проектирование приводит к качественно иным решениям. ЛИРА спроектирована не для максимальной автоматизации труда преподавателя, но для поддержки его профессионального развития. Система делает процесс работы ИИ видимым и управляемым, предоставляет пространство для педагогической автономии. Разработанная методология может быть адаптирована для проектирования ИИ-инструментов в различных предметных областях.

Сопоставление предложенной интегративной рамки с существующими подходами к проектированию образовательных ИИ-инструментов выявляет несколько принципиальных отличий. Большинство современных ИИ-инструментов для образования проектируются с фокусом на автоматизации: максимально упростить создание учебных материалов, минимизировать затраты времени преподавателя. Такой подход основывается на имплицитном допущении, что педагогический труд может быть декомпозирован на отдельные операции, часть которых передается машине. Предложенная нами рамка исходит из противоположного допущения: педагогический труд является целостной профессиональной практикой, где автоматизация отдельных операций может привести к декавалификации преподавателя.

Существующие инструменты преимущественно функционируют как «черные ящики»: преподаватель вводит запрос, система выдает результат, промежуточные процессы остаются непрозрачными. ЛИРА систематически визуализирует промежуточные шаги, делая видимыми когнитивные процессы и алгоритмические ограничения. Это различие отражает фундаментальное расхождение в целях проектирования: существующие инструменты оптимизированы для эффективности использования, ЛИРА – для профессионального развития через использование. Концептуальные модели цифровой компетентности фокусируются преимущественно на функциональных навыках использования технологий. Концепция МЦК расширяет это понимание, включая метакогнитивное, этическое

и социокультурное измерения, представляя компетентность как системную способность к осознанному управлению взаимодействием с ИИ.

Настоящее исследование имеет несколько ограничений, определяющих направления будущей работы. Выборка исследования ограничена преподавателями одного университета (МГИМО), что может вносить институциональную специфику в результаты. Все участники прошли курс повышения квалификации перед использованием ЛИРА, что могло повлиять на уровень их готовности к работе с ИИ-инструментами.

Во-первых, представленная интегративная рамка разработана и валидирована в специфическом контексте обучения иностранным языкам. Хотя теоретические принципы имеют потенциал обобщения на другие предметные области, это требует эмпирической проверки. Будущие исследования должны изучить адаптацию интегративной рамки для других дисциплин.

Во-вторых, пилотное тестирование предоставило качественные наблюдения о паттернах использования ЛИРА, но систематическое эмпирическое исследование с использованием валидированных инструментов измерения МЦК еще предстоит провести. Необходима разработка диагностических инструментов для оценки четырех компонентов МЦК преподавателя и лонгитюдное исследование динамики их развития через взаимодействие с ЛИРА.

В-третьих, настоящее исследование сфокусировано на проектировании инструмента для преподавателей, но не рассматривает влияние использования ЛИРА преподавателями на образовательные результаты студентов. Будущие исследования должны изучить эффекты «второго порядка»: приводит ли повышение МЦК преподавателей к повышению учебных достижений студентов.

В-четвертых, необходимо изучение долгосрочных эффектов использования ЛИРА: как паттерны использования эволюционируют со временем, происходит ли конвергенция практик или формируются устойчивые индивидуальные стили взаимодействия с ИИ. Перспективным направлением является также кросс-культурное исследование влияния культурных различий в педагогических традициях на паттерны развития МЦК.

Представленное исследование разрабатывает интегративную теоретико-методологическую рамку проектирования образовательных ИИ-инструментов, объединяющую классические теории обучения с современными подходами к человеко-машинному взаимодействию через концепцию метацифровой компетентности.

Ключевая инновация состоит в переосмыслении отношения между преподавателем и ИИ: вместо дихотомии «использование versus замена» предлагается модель симбиотического взаимодействия, где возникает распределенная когнитивная система с качественно новыми возможностями.

Методология *theory-driven design* обеспечивает систематическую операционализацию теоретических принципов в конкретные дизайн-решения, создавая прослеживаемую связь между теорией и практикой.

Практическая реализация интегративной рамки в системе ЛИРА демонстрирует, что теоретически обоснованное проектирование приводит к качественно иным решениям: система ориентирована не на автоматизацию педагогического труда, но на поддержку профессионального развития преподавателя.

Концепция метацифровой компетентности предлагает новое понимание профессиональной компетентности преподавателя в эпоху генеративного ИИ. Четыре взаимосвязанных компонента МЦК: технологический, когнитивный, педагогический и этический – образуют системное качество, определяющее способность к осознанному, критическому и ответственному взаимодействию с ИИ.

Предварительные наблюдения от пилотного тестирования подтверждают, что уровень МЦК существенно влияет на паттерны использования инструмента и качество создаваемых образовательных материалов. Научная новизна исследования состоит в систематической интеграции разнородных теоретических подходов через концепцию МЦК, переосмыслении отношения «преподаватель + ИИ» с позиций распределенного познания, разработке методологии *theory-driven design* и первой практической реализации четырехкомпонентной МЦК преподавателя.

Центральный вывод исследования: наличие доступа к ИИ-инструментам не гарантирует педагогической эффективности. Критическим фактором является метацифровая компетентность преподавателя, определяющая способность к осознанному управлению распределенной когнитивной системой «преподаватель + ИИ». Это подчеркивает необходимость параллельного развития двух направлений: проектирования теоретически обоснованных ИИ-инструментов, воплощающих принципы МЦК, и разработки программ профессионального развития преподавателей, ориентированных на формирование метацифровой компетентности.

Список литературы

1. Diliberti M. K., Schwartz H. L., Grant D. More districts are training teachers on artificial intelligence. Santa Monica (CA): RAND Corporation, 2024. 48 p. [Электронный ресурс]. URL: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RRA956-31.html (дата обращения: 05.02.2026).
2. Kim S., Park J., Lee H., Choi M. Teaching and learning with AI: a qualitative study on K-12 teachers' use and engagement // *Frontiers in Education*. 2025. Vol. 10. P. 1651217. DOI: 10.3389/educ.2025.1651217.
3. Wegerif R., Major L. The Theory of Educational Technology: Towards a Dialogic Foundation for Design (1st ed.). London: Routledge, 2023. DOI: 10.4324/9781003198499.
4. Tammets K., Ley T. Integrating AI tools in teacher professional learning: a conceptual model and illustrative case // *Frontiers in Artificial Intelligence*. 2023. Vol. 6. P. 1. DOI: 10.3389/frai.2023.1255089.
5. Tan X., Cheng G., Ling M. H. Artificial intelligence in teaching and teacher professional development: A systematic review // *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2025. Vol. 8. Art. № 100355. DOI: 10.1016/j.caeai.2024.100355.
6. Cukurova M., Kralj L., Hertz B., Saltidou E. Professional development for teachers in the age of AI. Brussels: European Schoolnet, 2024. 36 p. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.eun.org/documents/411753/11183389/EUNA-Thematic-Seminar-Report-V5.pdf/b16bf795-b147-43ac-9f58-4dd1249b5e48> (дата обращения: 04.01.2026).
7. Ding A.-C., Shi L., Yang H., Choi I. Enhancing Teacher AI Literacy and Integration through Different Types of Cases in Teacher Professional Development // *Computers and Education Open*. 2024. Vol. 6. Article 100178. DOI: 10.1016/j.caeo.2024.100178.
8. Zhai X., Wibowo S. The effects of over-reliance on AI dialogue systems on students' cognitive abilities: a systematic review // *Smart Learning Environments*. 2024. Vol. 11. Is. 1. P. 36–46. DOI: 10.1186/s40561-024-00316-7.
9. Zaimoğlu S., Dağtaş A. Teacher cognition and practices in using generative AI tools to support student engagement in EFL higher-education contexts // *Behavioral Sciences*. 2025. Vol. 15. Is. 9. P. 1202. DOI: 10.3390/bs15091202.
10. Конколь М. М., Марьина Е. Д. Методологические основания системы метацифровой компетентности (на примере языкового образования) // *Образование и наука*. 2025. Т. 27. № 9. С. 9–29. DOI: 10.17853/1994-5639-2025-9-9-29.
11. Sweller J. Cognitive load theory and educational technology // *Educational Technology Research and Development*. 2020. Vol. 68. P. 1–16. DOI: 10.1007/s11423-019-09701-3.
12. Flavell J. H. Metacognition and Cognitive Monitoring: A New Area of Cognitive-Developmental Inquiry // *American Psychologist*. 1979. Vol. 34. Is. 10. P. 906–911. URL: <https://psycnet.apa.org/record/1980-09388-001> (дата обращения: 03.02.2026).
13. Hennecke M., Bürgler S. Metacognition and self-control: an integrative framework // *Psychological Review*. 2023. Vol. 130. Is. 5. P. 1262–1288. DOI: 10.1037/rev0000406.
14. Clark R. C., Mayer R. E. E-Learning and the science of instruction: proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning. – 5th ed. Hoboken: Wiley, 2023. 512 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.wiley.com/en-us/E-Learning+and+the+Science+of+Instruction%3A+Proven+Guidelines+for+Consumers+and+Designers+of+Multimedia+Learning+%2C+5th+Edition-p-9781394177387#description-section> (дата обращения: 04.02.2026).
15. Выготский Л. С. Мышление и речь. СПб.: Питер, 2019. 432 с.
16. Hutchins E. *Cognition in the Wild*. Cambridge: MIT Press, 1995. [Электронный ресурс]. URL: https://books.google.ru/books?hl=ru&lr=&id=CGIaNc3F1MgC-&oi=fnd&pg=PP11&dq=%22Edwin+Hutchins%22&ots=9Hq-5dru1W&sig=-nKrqlZiiiPAm-fNqJxkc7VyX0xo&redir_esc=y#v=onepage&q=%22Edwin%20Hutchins%22&f=false (дата обращения: 24.01.2026).
17. Wenger-Trayner E., Wenger-Trayner B. *Learning to make a difference: value creation in social learning spaces*. Cambridge: Cambridge University Press, 2020. 240 p. DOI: 10.1017/9781108677431.
18. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. М.: Смысл, 2004. 352 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20076893> (дата обращения: 04.02.2026).
19. Dweck C. S. *Mindset: changing the way you think to fulfil your potential*. Updated ed. London: Robinson, 2017. 320 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://icrd.com/public/media/01-11-2020-205951Mindset%20by%20Carol%20S.%20Dweck.pdf> (дата обращения: 03.02.2026).
20. Rushton E. A. C., Reiss M. J. Understanding teacher identity in teachers' professional lives: A systematic review of the literature // *Review of Education*. 2023. Vol. 11. Is. 2. e3417. DOI: 10.1002/rev3.3417.
21. Deci E. L., Ryan R. M. The “what” and “why” of goal pursuits: human needs and the self-determination of behavior // *Psychological Inquiry*. 2000. Vol. 11. Is. 4. P. 227–268. URL: https://www.academia.edu/24470501/The_What_and_Why_of_Goal_Pursuits_Human_Needs_and_the_Self_Determination_of_Behavior (дата обращения: 24.01.2026).
22. Nielsen J., Molich R. Heuristic evaluation of user interfaces // *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. New York: ACM, 1990. P. 249–256. DOI: 10.1145/97243.97281.
23. Mishra P., Koehler M. J. Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge // *Teachers College Record*. 2006. Vol. 108. Is. 6. P. 1017–1054. URL: https://one2oneheights.pbworks.com/f/MISHRA_PUNYA.pdf (дата обращения: 03.02.2026).
24. Mishra P., Warr M., Islam R. TPACK in the age of ChatGPT and generative AI. 2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://punyamishra.com/wp-content/uploads/2023/08/TPACK-in-the-age-of-ChatGPT-and-Generative-AI.pdf> (дата обращения: 25.01.2026).
25. Reigeluth C. M. *Instructional-Design Theories and Models, Volume III: Building a Common Knowledge Base* / C. M. Reigeluth, A. A. Carr-Chellman (eds.). 1st ed. New York: Routledge, 2009. 432 p. DOI: 10.4324/9780203872130.
26. Vuorikari R., Kluzer S., Punie Y. DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens – With new examples of knowledge, skills and attitudes. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC128415> (дата обращения: 24.01.2026).
27. Redecker C. European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017. 108 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC107466> (дата обращения: 28.01.2026).
28. Muijs D., Bokhove C. Metacognition and self-regulation: evidence review. London: Education Endowment Foundation, 2020. 76 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://educationendowmentfoundation.org.uk/education-evidence/evidence-reviews/metacognition-and-self-regulation> (дата обращения: 29.01.2026).
29. Конколь М. М. Концепция метацифровой компетентности студентов университета: подходы к формированию: дис. ... докт. пед. наук. Москва, 2025. 466 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://mgimo.ru/upload/diss/2025/konkol-diss.pdf> (дата обращения: 04.02.2026).
30. Goldie J. Connectivism: a knowledge learning theory for the digital age? // *Medical Teacher*. 2016. Vol. 38. Is. 10. P. 1064–1069. DOI: 10.3109/0142159X.2016.1173661.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.



ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ДИЗАЙНЕРСКОГО МЫШЛЕНИЯ У ОБУЧАЮЩИХСЯ 5-7 КЛАССОВ В ПРОЦЕССЕ ОБРАБОТКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА УРОКАХ ТРУДА (ТЕХНОЛОГИИ)

Кочеткова М. О.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный педагогический университет», Барнаул,
e-mail: kochetkovamary@yandex.ru*

Цель статьи: разработка и обоснование методических рекомендаций по развитию дизайнерского мышления у обучающихся 5–7 классов в общеобразовательной школе на уроках труда (технологии) в рамках изучения технологии обработки текстильных материалов, что способствует формированию творческих и критических навыков обучающихся в условиях современного образовательного процесса. Использован следующий комплекс методов исследования: анализ психолого-педагогической и методической литературы по проблеме исследования; методы наблюдения, диагностики, сравнения, анализ продуктов творчества детей; педагогическое исследование; обработка полученных результатов. Были разработаны средства оценки детских работ для анализа всех этапов исследования. Определены уровни развитости дизайнерского мышления обучающихся: низкий, средний и высокий. Результаты исследования и их обсуждение. Исследование проходило в несколько этапов педагогического эксперимента. Первый этап экспериментальной работы преследовал цель – выявление начального уровня практической подготовки обучающихся относительно особенностей работы с текстильными материалами. Второй этап экспериментальной работы разработанной автором методики преследовал цель проверить динамику освоения навыков дизайнерского мышления у обучающихся 5-7 классов на материале технологии обработки текстиля по текущим программным темам уроков труда (технологии). Завершающий этап экспериментальной работы заключался в оценке детских творческих проектов по созданию дизайнерских изделий из текстиля по итогам заключительного практического занятия. Обобщение результатов экспериментальной работы и оценка эффективности использованных методических рекомендаций подтверждают позитивные изменения, отмеченные в ходе эксперимента: общий рост показателей дизайнерского мышления обучающихся в 5-7 классах, снижение процентных показателей низкого уровня креативности. Представленные в статье выводы свидетельствуют о достижении поставленных целей исследования и возможности широкого внедрения методических рекомендаций в образовательный процесс не только школы, но и в системе дополнительного образования.

Ключевые слова: дизайнерское мышление, уроки изобразительного искусства, труд (технология), обучение, учебно-воспитательный процесс, творчество, дизайн

STUDY OF DESIGN THINKING DEVELOPMENT IN GRADES 5-7 IN THE PROCESS OF TEXTILE MATERIALS PROCESSING IN FINE ARTS AND LABOR (TECHNOLOGY) LESSONS

Kochetkova M. O.

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Altai State Pedagogical University”, Barnaul, Russian Federation,
e-mail: kochetkovamary@yandex.ru*

The purpose of the article: to develop and substantiate methodological recommendations for the development of design thinking in students of grades 5–7 in a comprehensive school during labor (technology) lessons within the framework of studying the technology of processing textile materials, which contributes to the formation of creative and critical skills of students in the context of the modern educational process. The following set of research methods was used: analysis of psychological, pedagogical and methodological literature on the research problem; methods of observation, diagnostics, comparison, analysis of children's creative products; pedagogical research; processing of the obtained results. Tools for assessing children's work were developed for analyzing all stages of the study. The levels of development of design thinking of students were determined: low, medium and high. Results of the study and their discussion. The study was conducted in several stages of a pedagogical experiment. The first stage of the experimental work pursued the goal of identifying the initial level of practical training of students regarding the peculiarities of working with textile materials. The second stage of the experimental study, using the methodology developed by the author, aimed to test its practical value in developing design thinking in students in grades 5-7 while working with textile materials in technology classes. The final stage of the experimental study consisted of a practical lesson on creating a designer textile product. A summary of the experimental results and an assessment of the effectiveness of the methodological recommendations used confirm the positive changes noted during the experiment: an overall increase in design thinking indicators among students in grades 5-7 and a decrease in the percentage of low creativity indicators. The findings presented in the article demonstrate the achievement of the study's objectives and the potential for the widespread implementation of the methodological recommendations in the educational process, not only in schools but also in the supplementary education system.

Keywords: design thinking, fine art lessons, work (technology), training, educational process, creativity, design

Введение

Среди основных направлений реформирования образовательной системы именно качество обучения и воспитания все более определяет уровень развития западноевропейских стран, является стратегической областью, обеспечивающей безопасность и потенциал за счет подготовки подрастающего поколения. Центральной тенденцией обеспечения высокого уровня образования становится создание оптимальных условий для обучения, согласно запросу обучающихся. В частности, В. Б. Дрягина отмечает, что изменения, происходящие в обществе, а также способность решать нестандартные задачи и искать новые творческие решения являются одними из требований современного мира, и дизайн-образование способствует их выполнению [1, с. 231]. Это подтверждает исследователь кросс-творческого развития дизайнеров О. Ю. Амелина, утверждая, что современная жизнь требует от человека не готового (стереотипированного, привычного) поведения, а мобильности, гибкости мышления и способности быстро ориентироваться в новых условиях, а также использования творческих подходов к решению различных задач. Она же признает, что педагогическая наука является важным аспектом формирования личности современного человека, где творческое развитие способно сделать жизнь сложнее, интереснее, разнообразнее [2, с. 13]. В научных исследованиях дизайн-образованию уделяли внимание многие авторы, рассматривая различные аспекты этой темы на всех уровнях образования. Известны разработки И. Н. Полинской по обучению школьников художественно-оформительскому искусству в общеобразовательной школе [3], автор Э. Хань рассматривает традиции и инновации в подготовке графических дизайнеров в вузах России [4], а также А. А. Сорокина обращается к практическому опыту дополнительного образования на примере Строгановской детской академии дизайна [5] и многие другие. Все эти авторы свои научные изыскания посвящают теме формирования дизайнерского мышления в разных возрастных категориях обучающихся.

Итак, дизайнерское мышление – это творческий подход к решению проблем, ориентированный на понимание потребностей пользователей и создание инновационных решений. Формирование дизайнерского мышления у школьников является важным аспектом современного образования, поскольку оно способствует развитию креативности, критического мышления и

способности решать проблемы нестандартными способами на уроках труда (технологии). Дизайнерское мышление, на взгляд Л. Н. Латиповой, – это «мышление, направленное на выявление, сбор и анализ информации по теме, поиск способа решения проблемы, при помощи абсолютно нового, оригинального, инновационного, эстетического способа, воплощение и интеграция его в совершенном виде в реальности» [6].

О развитии дизайнерского мышления как средства формирования «гибких навыков» говорит Ю. П. Ветров, подчёркивая, что термин «дизайнерское мышление» можно трактовать как тип мышления, при котором мыслящий субъект характеризуется наличием системы специальных знаний, а также сформированным нестандартным отношением к объективной действительности и способу существования в ней [7]. Ценность таких качеств мышления подчёркивает целый круг исследователей, в частности Н. С. Жданова, Ю. С. Антоненко, А. В. Екатеринушкина, отмечая, что в научно-методической литературе дизайнерское мышление рассматривают как особый вид, который может быть развит до высокого уровня продуцирования идей, образов, технологий, отличающихся принципиальной новизной и общественной значимостью [8].

В структуру понятия дизайнерского мышления входят следующие подходы:

- развитие визуального восприятия обучающихся;
- практические задания и дизайн-проекты;
- изучение основ и принципов дизайна (симметрия, контраст, баланс, цветовая теория и композиция и т.д.);
- использование технологий в цифровом формате;
- критическое мышление и оценка проектов.

Анализируя Федеральную рабочую программу основного общего образования учебного предмета «Труд (Технология)» для обучающихся 5–9 классов [9], можно наглядно проследить тенденцию к формированию у детей академической направленности обучения и уклона к декоративно-прикладному искусству. В этой программе обучение дизайну не предусмотрено. Автор статьи предлагает в модуле «Технология обработки материалов» изучать основы дизайна в проектной деятельности, формируя дизайнерское мышление в работе с текстом. С самого исторического момента зарождения дизайна как культурного и производственного явления его создателями постулировалась взаимосвязь творческого и прикладного созидания реальности.

Как уточняет данный тезис Г. М. Салтыкова, в проектной деятельности требуется именно интегрированный подход на стыке рациональной аналитики и эмоционального творчества [10].

Трудовое обучение является частью системного развития творческой, разносторонней, активно действующей личности современного человека. По мнению автора статьи, современная культурная парадигма основана на дизайн-проектировании. Это подтверждается следующими аргументами: глобализация и унификация культуры, цифровизация и медиа, эмоциональный маркетинг, феномен массовой культуры и поп-арта. Эти аргументы показывают, что дизайн-проектирование действительно занимает центральное место в современной культурной парадигме, влияя на наши взгляды, поведение и восприятие окружающего мира.

По этой причине развитие и функционирование многих социальных институтов происходит по программным алгоритмам моделирования, технологиям комбинаторного соединения апробированных и признанных фрагментов-реплик в единый клиентоориентированный продукт потребления или сервис, востребованы и многие другие технологические наработки дизайн-проектирования. Даже не будучи заявленным декларативно, дизайн-мышление существует бытийно, фоновое, как социальная и воспитательно-образовательная среда. Негласно принципы дизайн-мышления сегодня организуют быт, профессиональную сферу и систему образования в том числе. Н. А. Ковешникова в своём учебном пособии «Дизайн: история и теория» называет такого рода явление «стихийным» дизайном. Формулируя его основное отличие от профессионального, автор указывает на отсутствие целого ряда таких этапов дизайн-проектирования, как предварительное изучение, специальное моделирование функционирования создаваемой вещи. Недостаточно только художественного вкуса и элементарного опыта, необходимо обладать одновременно развитым художественным мышлением, присущим представителям сферы искусства, и рациональным проектным мышлением, изучить закономерности предметного формообразования, вдаваясь в область инженерной и конструкторской деятельности [11, с. 188]. Именно этот комплекс подходов отличает дизайнерское мышление от стихийного дизайн-творчества начинающих обучение в этой сфере школьников, свойственное современной мозаичной культуре и пресловутому «клиповому мышлению». Современное образование требует усилить развитие личностной

и практической направленности обучения, развитие творческих способностей и общего развития детей при обучении в средней школе, не отказываясь от классического обучения. Эту мысль дополняет И. Н. Полинская, утверждая, что существенное влияние на развитие творческих способностей и активности оказывает именно социальная и воспитательно-образовательная среда [12].

В своей работе М. М. Голованова предостерегает от крайностей в отсутствие системного проектного мышления, утверждая, что мозаичная культура предопределяет мозаичное мышление, которое формируется на основе фрагментарной текстовой, видео- и фотоинформации, развивает не связанное в логическую цепочку восприятие мира. Это представляет большую опасность для детей как наиболее незрелой социальной группы [13, с. 53–54]. Поэтому авторская позиция заключается в утверждении необходимости формировать дизайнерское мышление в творческой работе с детьми, открыто представляя весь комплекс креативных и когнитивных приёмов дизайн-мышления. Для такой образовательной работы не требуется масштабных финансовых вливаний и организации дополнительных учебных центров, достаточно подключить образовательные методики в рамках учебных предметов СОШ на доступных и привычных материалах. Такими финансово доступными и ассортиментно разнообразными по свойствам являются текстильные материалы, в какой-то мере уже используемые на занятиях по изобразительному искусству и труду (технологии). В данном случае важен также именно симбиоз этих двух дисциплин, суть которого раскрывает С. В. Лукьянченко, подчёркивая, что дизайнерское, художественное мышление выражается в форме художественного образа на основе полученных впечатлений и эстетических переживаний [14].

Текстильный материал, уже в бытовом каждодневном использовании, обучающимся знаком, и определённая база и система знаний по характеристикам материала сложилась. Необходимо лишь поставить углубленные, методически отточенные и целенаправленные учебные задачи на уроке, чтобы дать возможность обучающимся реализовать авторские нестандартные решения по принципам прикладного дизайн-проектирования. Таким образом, дизайн-мышление будет развиваться, в гармоничном соотношении с насущными социально-бытовыми реалиями, актуальным на текущий момент обучения эстетическим трендом моды и в условиях соблюдения норм этики и общественной морали.

Интеграция уроков изобразительного искусства и технологии для обучающихся 5–7-х классов представляет собой перспективный подход к организации учебного процесса. Она позволяет комплексно развивать творческие способности детей, формировать практические умения и знания, необходимые для дальнейшей профессиональной деятельности. Также необходимо отметить, что сейчас наработана большая база как готовых авторских образцов профессиональных мастеров художников текстиля, так и методик по изготовлению поделок из текстиля в кружковой и студийной работе дополнительного образования. Эти знания, по мнению О. Ю. Амелиной, позволяют оценить способности обучающихся при выполнении задания из области реальной профессиональной деятельности, самостоятельно находить выход из спорных ситуаций, решать профессиональные проблемы [15, с. 139].

Особая актуальность заключается в научном осмыслении проблемы творческого развития дизайнерского мышления у обучающихся 5-7 классов на уроках изобразительного искусства и технологии. Убедительным доводом служит утверждение О. Ю. Амелиной, которая признаёт роль принципа дизайн-мышления как одного из ключевых требований современного мира, а также то, что кросс-творческое развитие – это одно из основных требований к образованию, то есть умение людей нестандартно и творчески достигать своих целей [16, с. 86].

Автор статьи считает, что дизайнерское мышление способно обеспечить оптимально эффективные решения проблем и задач современности как в глобальных, так и в локальных масштабах человеческой деятельности. Оно выступает в качестве средства воспитания активной, развитой и творческой личности, способной ориентироваться в жизни и принимать нестандартные решения. Дизайнерское мышление позволит обогатить духовный мир обучающихся, развить чувственно-эмоциональную сферу, образное мышление, а также воспитать чувство эстетического вкуса в декоративном творчестве. Кроме задач технической эстетики, важен такой фактор художественного развития, как «умная моторика» на материале дизайна и прикладного творчества, что подробно рассматривает исследователь И. Н. Полюнская, подчёркивая, что различные виды декоративного творчества способствуют развитию важных практических навыков, таких как точность и координация движений рук, особенно важных для детей исследуемой возрастной группы [17].

Цель исследования – разработка и обоснование методических рекомендаций по развитию дизайнерского мышления у обучающихся 5–7 классов в общеобразовательной школе на уроках труда (технологии) в рамках изучения технологии обработки текстильных материалов, что способствует формированию творческих и критических навыков, обучающихся в условиях современного образовательного процесса.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

- проанализировать современные подходы к формированию дизайнерского мышления у средней возрастной группы обучающихся (5-7 кл.);

- выявить возрастные особенности формирования дизайнерского мышления средней возрастной группы обучающихся и разработать методические рекомендации для эффективного процесса обучения по технологии обработки текстильных материалов на уроках в общеобразовательной школе.

- апробировать и экспериментально проверить разработанные методические рекомендации на уроках изобразительного искусства и технологии в общеобразовательной школе.

Материалы и методы исследования

Исследователи С. Н. Зыков и Е. В. Яркова, разрабатывающие методологию обучения дизайн-проектированию, подчёркивают, что проектирование объектов предметного дизайна является сложным многоэтапным процессом, где обучающийся должен искать компромисс между красотой, пользой и прочностью создаваемого изделия, одновременно используя множество освоенных за время обучения проектных компетенций [18]. Интеллект в подростковом возрасте особенно гибок и восприимчив к эстетике, культуре, дизайну и современным инновационным технологиям, то есть наиболее открыт творческой реализации в области искусства и дизайна. Для реализации поставленной цели авторами разработаны методические рекомендации и инструментарий, позволяющий активизировать творческую активность обучающихся, развить навыки дизайнерского мышления на практике учебной деятельности. Дополнительная задача данных рекомендаций заключается в стимуляции интереса к дальнейшему профессиональному обучению и выбору профильных дисциплин. Основой успешности педагогической деятельности являются изучение передового педагогического опыта, применение нестандартных подходов к уроку, разнообразие методов и приемов обучения, четкая формулировка задачи

и решение проблемы каждого конкретного задания, при условии создания творческой атмосферы и ситуации успеха. Одна из основных задач урока – всестороннее развитие личности обучающихся на материале усвоенного детьми программного материала, достижение ими лучших результатов креативного творчества. Важно применять индивидуальный подход к каждому обучающемуся, внимательно отслеживать эмоциональный отклик на деятельность учителя. Место проведения теоретической части исследования – ФГБОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет» с опорой на исследовательскую базу материалов детских учебных работ МБОУ «СОШ № 64» г. Барнаула. Временные рамки экспериментального этапа синхронизированы со 2 полугодием учебного года 2024–2025 гг., реализованы на уроках 5–7 классов дисциплины «Технология (труд)» в течение 19 учебных недель, в период с 09.01.2025 г. по 26.05.2025 г. Количество участников составило 81 человек, возраст которых находится в интервале от 10 до 13 лет.

Использование разработанных методических рекомендаций, которые наполнены целеполаганием, задачами, средствами и приемами обучения и инструментария с учетом возрастных и индивидуальных особенностей обучающихся 5–7 классов, будет способствовать повышению уровня их дизайнерского мышления и креативности, а также развитию у них способности генерировать новые идеи и воплощать в оригинальных изделиях. Предполагается, что, в результате применения методических рекомендаций, у обучающихся сформируются следующие компоненты дизайнерского мышления:

- способность к эмпатии (пониманию потребностей и желаний пользователя);
- исследовательские навыки (умение собирать и анализировать информацию);
- генерация идей (умение генерировать множество нестандартных идей);
- проектирование прототипов (умение создавать физические или цифровые модели для тестирования идей);
- экспериментальное мышление (готовность пробовать новые решения и учиться на ошибках).

Результаты исследования и их обсуждение

Для определения показателей развития дизайнерского мышления у обучающихся 5–7 классов в процессе обработки текстильных материалов на уроках труда (технологии) были разработаны средства оценки результатов работ, которые наполнены необходимым содержанием для анализа всех

этапов исследования. Были определены признаки и уровни развитости дизайнерского мышления обучающихся: низкий, средний и высокий, их описание представлено в таблице 1.

В исследовании приняли участие обучающиеся 5–7 классов СОШ № 120 г. Барнаула, Алтайского края.

Первый этап экспериментальной работы преследовал цель – выявление начального уровня практической подготовки обучающихся к работе с текстильными материалами. Для этого проводились такие диагностические мероприятия, как тестирование на знание свойств различных тканей и материалов, а также проверка работы с основными техниками шитья и декорирования. Результаты исследования представлены в таблице 2.

На данном этапе исследования обучающимся предлагалось из атласной ленты, с применением декоративных элементов (бусин, бисера, пайеток, пуговиц и т.п.), создать дизайнерский цветок для украшения одежды. Примером выполнения служат работы обучающихся 5 и 6 классов (рис. 1).



«Цветок». Марина С.



«Василек». Оля Д.

Рис. 1. Детские работы по дисциплине «Технология (труд)» 5, 6 классов МБОУ «СОШ № 64» г. Барнаул. Источник: составлено авторами по результатам данного исследования

Таблица 1

Уровни развитости дизайнерского мышления обучающихся

Признаки дизайнерского мышления, коррелируемые с компонентами дизайнерского мышления	Низкий уровень	Средний уровень	Высокий уровень
1. Степень концептуальной проработки в соответствии с запросом пользователя. Концепт-идея, основанная на принципе эмпатии	Слабо проработанная идея. Невыразительная, неуверительная, вялая или, наоборот, перенасыщенная конструктивными линиями, элементами без учёта потребностей запроса целевой аудиторией	Частично проработана новаторская идея. Выразительная, сбалансированная конструктивными линиями композиции, основанная на функциональности, эстетике, эргономике, экономической целесообразности потребности целевой аудитории	Концептуальная новаторская проработка. Целостное, устойчивое и целесообразное композиционное решение. Эстетика, эргономика, экономическая целесообразность потребности целевой аудитории
2. Организация ритмов с главенством одной доминанты в соответствии с визуальным образом Концепт-идеи, сформированной на основе проведённого исследовательского анализа собранной информации	Отсутствие доминанты как центра композиции при отсутствии ритмической поддержки элементов. Акцентные элементы «спорят» друг с другом. Отсутствует главный элемент повествовательного контекста как основной выразитель Концепт-идеи	Наличие доминанты как центра композиции при отсутствии ритмической поддержки элементов. Доминанта оторвана от разрозненных дезорганизованных элементов, не ведущих к ней внимание зрителя. Доминантность не имеет цветовой, размерной, форматной или других видов поддержки, «оторвана» от контекста	Доминанта реализована как центр композиции в логической взаимосвязи с ритмической поддержкой элементов. Доминанта сосредотачивает на себе и композиционный, смысловой центры выбранной Концепт-идеи. Доминантность имеет максимальное количество признаков: цветовой, размерной, форматной и т.д.
3. Целостность, лаконичность, минимализм в генерации ряда оригинальных нестандартных идей, представленных эскизно	Наличие излишней детализации или перенасыщенности пустыми полями. Композиция эскизно представляет собой набор отдельных элементов, а не гармоничную, взаимосвязанную структуру. Отсутствует как выразительность, так и изобразительность эскизного ряда	Отсутствие излишней детализации или перенасыщенности пустыми полями. Соблюдена композиционная грамота в системной взаимосвязи каждого элемента. Но достигнута выразительность в создании устойчивой и целостной композиции. Композиции либо не уравновешены, либо представляют собой элемент на пустом фоне, что свидетельствует о композиционной незавершённости	Выверенный концепт лаконичного минимализма в детализации с применением «работающих» пауз однотонных плоскостей. Проработанная композиция гармоничной, системной взаимосвязи каждого элемента для достижения целей изобразительности и выразительности. Композиции уравновешены, имеют полноценное наполнение фона
4. Привлечение материалов с многообразием характеристик текстур (фактур, цвета, форм) в проектировании прототипов (как в материале, так и в цифровом виде). В прототипном ряде моделей представлены решения с учётом поэтапного усовершенствования тестируемой конструкции	Избыточность в подборе разнообразных материалов, злоупотребление приёмом контраста. Перенасыщенность пёстрой структурой не взаимосвязанных элементов из более 5 «соперничающих» элементов. Наличие диссонирующих элементов. Нарушена конструкционная логика	Системное сведение к выдержанной взаимосвязи элементов с различной структурной характеристикой, снятие контрастов «соперничающих» элементов введением дополнительных элементов. Дано поэтапное инженерное усовершенствование исходной конструкции	Грамотное сочетание характеристик элементов. Использован в гармоничном балансе спектр от 3 до 5 базовых элементов с разнородной характеристикой контрастности. Отсутствие диссонирующих элементов. Выдержана строгая логика конструкционной трансформации объекта предметного дизайна

Источник: составлено авторами по результатам данного исследования.

Таблица 2

Результаты исследования первого этапа экспериментальной работы, %

Признаки дизайнерского мышления	Низкий уровень			Средний уровень			Высокий уровень		
	5 кл.	6 кл.	7 кл.	5 кл.	6 кл.	7 кл.	5 кл.	6 кл.	7 кл.
1. Степень концептуальной проработки. Концепт-идея	72	73	71	19	20	19	9	7	10
2. Организация ритмов с главенством одной доминанты	81	84	82	19	13	13	0	3	5
3. Целостность, лаконичность, минимализм	61	64	58	26	19	21	13	17	21
4. Привлечение материалов с многообразием характеристик текстур (фактур, цвета, форм)	57	63	66	32	23	14	11	14	20
Среднее значение показателей	68	71	69	24	17	17	8	10	14

Источник: составлено авторами по результатам данного исследования.

Все работы обучающихся подверглись критическому анализу, согласно разработанным средствам оценки. Из средних значений показателей можно наблюдать уровень признаков дизайнерского мышления у обучающихся 5-7 классов в процессе обработки текстильных материалов. Изделия выполнены довольно просто и не отличаются степенью оригинальности и сложности, отсутствует концепт-идея, не используются предложенные декоративные элементы с привлечением различных характеристик текстур (фактур, цвета, форм). Низкий уровень по всем признакам дизайнерского мышления в 5 классе составил 68%, в 6 классе этот показатель составил 71%, в 7 классе – 69%. Средний уровень в 5 классе – 24%, в 6 и 7 классах это значение составило 17%. Высокий уровень в 5 классе – 8%, в 6 кл. – 10% и в 7 классе всего 14%. Результаты исследования первого этапа экспериментальной работы получены путём анализа творческих работ, представленных в таблице 1, согласно уровням развитости дизайнерского мышления обучающихся по указанным признакам в процентном соотношении относительно общего числа участников экспериментального этапа в количестве 81 человек.

Таким образом, первый этап позволяет педагогу получить объективную картину исходного состояния знаний, умений и творческих возможностей каждого обучающегося, обеспечивая дальнейший индивидуальный подход и адаптацию программы обучения к потребностям конкретного класса или группы обучающихся.

Второй этап экспериментальной работы преследовал цель проверить практическую эффективность разработанной автором методики, направленной на развитие дизайнер-

ского мышления у обучающихся 5-7 классов в процессе обработки текстильных материалов на уроках труда (технологии). Разработанная авторская методика включает несколько этапов обучения. На первом этапе обучающиеся знакомились с различными видами и свойствами тканей, текстильными изделиями, техниками обработки.

Далее изучались элементы декорирования тканей. Обучающиеся осваивали следующие техники: сборка вручную с помощью ручной стёжки и поперечных складок (гофре) и с использованием утюга, пришивание фалд, драпировка ткани для сложных декоративных элементов. Все эти приемы и способы позволяют освоить базовые техники работы с тканью и дают большие возможности для самовыражения, развития эстетического вкуса и дизайнерского мышления в процессе воплощения конкретного изделия или проекта. Первым практическим заданием для обучающихся было предложено создать образ животного или птицы из салфетки, или квадратного куска ткани с помощью сборок и складок. Примером выполнения данного задания служат работы обучающихся 5 класса Оксаны Ж. и Димы П. (рис. 2).

Следующий этап в работе предполагал создать дизайнерскую брошь для декорирования одежды, учитывая основные принципы композиции и дизайна. Перед началом изготовления обучающиеся изобразили эскиз будущего изделия на бумаге. Это позволило им увидеть композицию целиком и внести необходимые изменения перед воплощением идеи. Затем брошь поэтапно собирали, начиная с основных крупных деталей и постепенно переходя к мелким элементам декора, используя инструменты и техники, изученные ранее на занятиях.



«Собачка Тузик». Оксана Ж.



«Птица». Дима П.

Рис. 2. Детские работы по дисциплине «Технология (труд)» 5 класса МБОУ «СОШ № 64» г. Барнаул. Источник: составлено авторами по результатам данного исследования



«Цветок». Матвей Т.



«Астра». Олеся К.



«Нарцисс». Настя У.

Рис. 3. Детские работы по дисциплине «Технология (труд)» 6 класса МБОУ «СОШ № 64» г. Барнаул. Источник: составлено авторами по результатам данного исследования

В результате обучения школьникам удалось воплотить творческую концептуальную идею с организацией ритмов и главенством декоративной доминанты с привлечением различных фактур и дополнительных декоративных элементов (бисера, страза, бусин, кристаллов, лент, тесьмы и т.п.). Примером могут служить работы обучающихся 6 класса: Матвея Т., Олеси К. и Насти У. (рис. 3).

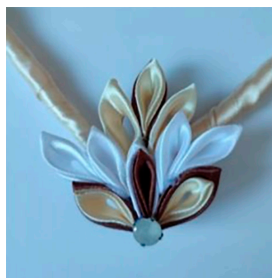
При выполнении следующего задания обучающимся предлагалось изготовить украшение в виде подвески, ожерелья или кольца. Чтобы создать оригинальное украшение, обучающиеся экспериментировали с формой, цветом, фактурой, комбинируя различные материалы и декоративные элементы. Для обработки ткани использовались клеевые ленты, иглы, швейные нитки, клей-пистолет, фиксировалась сборка изделия зажимами, застежками. Декорировалось украшение бусинами, стразами, лентами, тесьмой, шнурами и т.п. При изготовлении данного украшения обучающиеся проявили творческий подход и аккуратность исполнения. Примером выполнения данного дизайнерского изделия служат работы учениц 7 класса: Дианы К., Полины Ч., Юлии В. (рис. 4).

На втором этапе исследования решались задачи по повышению уровня теоретических знаний и практических умений обучающихся в процессе обработки текстильных

материалов на уроках труда (технологии) в 5-7 классах. Комплекс заданий составляет содержание формирующего этапа эксперимента, методика строится на постепенном овладении практическими приемами и навыками работы с текстилем, а также на развитии творческих способностей обучающихся средствами дизайн-проектирования.

Завершающий этап экспериментальной работы заключался в проведении практического занятия по созданию собственного дизайнерского изделия из текстиля. При выполнении задания обучающимся необходимо было проявить все свои наработанные и полученные знания, умения и навыки работы с тканью, а также проявить фантазию, оригинальность и выбрать собственное дизайнерское решение. Обучающиеся проявили полную самостоятельность и творческую инициативу при создании изделия. Это были заколки и резинки для волос, броши, кулоны, подвески и т.п. Примером могут служить работы обучающихся 6 класса – Регины Д., 7 класса – Оли Ш. (рис. 5).

Результаты исследования итогового этапа экспериментальной работы зафиксированы в таблице 3 и демонстрируют рост профессионального мастерства по признакам овладения способами и приемами работы с текстильными материалами, а также развития дизайнерского мышления у обучающихся 5-7 классов.



«Дельфиниум». Диана К.



«Гербера». Полина Ч.



«Розы». Юлия В.

Рис. 4. Детские работы по дисциплине «Технология (труд)» 7 класса МБОУ «СОШ № 64» г. Барнаул. Источник: составлено авторами по результатам данного исследования.



«Брошь-Амариллис». Регина Д.



«Заколка-Хризантема». Оля Ш.

Рис. 5. Детские работы по дисциплине «Технология (труд)» 6 и 7 классов МБОУ «СОШ № 64» г. Барнаул. Источник: составлено авторами по результатам данного исследования

Таблица 3

Результаты экспериментальной работы. Итоговый этап исследования, %

Признаки дизайнерского мышления	Низкий уровень			Средний уровень			Высокий уровень		
	5 кл.	6 кл.	7 кл.	5 кл.	6 кл.	7 кл.	5 кл.	6 кл.	7 кл.
1. Степень концептуальной проработки. Концепт-идея	19	16	11	61	56	58	20	28	31
2. Организация ритмов с главенством одной доминанты	21	19	17	50	48	45	29	33	38
3. Целостность, лаконичность, минимализм	9	7	7	64	62	57	27	31	36
4. Привлечение материалов с многообразием характеристик текстур (фактур, цвета, форм)	12	12	8	57	54	55	31	34	37
Среднее значение показателей	15	13	11	58	55	54	27	31	35

Источник: составлено авторами по результатам данного исследования.

В таблице 3 зафиксировано заметное повышение показателей развития дизайнерского мышления у обучающихся 5–7 классов по итогам экспериментального этапа, по сравнению с результатами первого этапа, приведёнными в таблице 2. Если среднее значение результатов исследования первого этапа экспериментальной работы в 5 классе низкого уровня составило 68%, то на итоговом этапе экспериментальной работы этот показатель значительно снизился и составил 15%, в 6 классе

этот показатель составил 13%, что на 58% ниже, чем на первом этапе эксперимента. Снижение низкого уровня показателей можно наблюдать и в 7 классе. А вот средний уровень и высокий в среднем значении значительно повысились, что подтверждает эффективность проведенного экспериментального исследования.

Таким образом, можно констатировать, что все задачи, поставленные в статье, были решены и подтвердили правомерность экспериментальной работы.

Заключение

Предлагаемые автором художественно-технические задачи в рамках образовательной школьной программы по созданию авторских дизайнерских работ из текстиля способны украсить быт, одежду, интерьер. Творческие проекты по созданию объектов предметного дизайна соответствуют интеллектуально-творческому запросу современного подростка. Работы соответствуют таким возрастным амбициям самостоятельно творца, как запрашиваемый масштаб творческого самовыражения, естественное желание выделиться на протестном контрасте. Выработанные на уроках ИЗО и технологии навыки владения материалами, творчество через практику бытового опыта, развитая к этому возрасту мелкая моторика, уровень внимания в проработке деталей способствуют формированию дизайнерского мышления. Таким образом, создание собственных дизайнерских проектов становится важным этапом личностного развития, позволяющим выразить себя и утвердиться в обществе.

Обобщение результатов экспериментальной работы и оценка эффективности использованных методических рекомендаций подтверждают позитивные изменения, отмеченные в ходе эксперимента: рост показателей по уровням развитости дизайнерского мышления обучающихся 5-7 классов, снижение процентных показателей низкого уровня.

Таким образом, представленные в статье выводы свидетельствуют о достижении поставленных целей исследования и возможности широкого внедрения в образовательный процесс не только школы, но и в систему дополнительного образования.

Список литературы

1. Дрягина В. Б. О дизайн-образовании // Мир науки, культуры, образования. 2020. № 4 (83). С. 231-234. DOI: 10.24411/1991-5497-2020-00741.
2. Амелина О. Ю. Кросс-творческое развитие дизайнеров: новый термин или новая реальность? // Проблемы современного педагогического образования. 2024. № 83-1. С. 13-15. EDN: NBOYVU. URL: <https://gpa.cfuv.ru/attachments/article/6147/%D0%92%D1%8B%D0%BF%D1%83%D1%81%D0%BA%2083%20%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C%201,%202024%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4.pdf> (дата обращения: 15.12.2025).
3. Польшкая И. Н., Сташевская Л. Е. Обучение школьников художественно-оформительскому искусству в общеобразовательной школе // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 12-1. С. 134-140. EDN: LHLDXO.
4. Хань Э. Традиции и инновации подготовки графических дизайнеров в вузах России // Перспективы науки. 2023. № 3 (162). С. 165-168. EDN: DOLGOC. URL: [https://moofrnk.com/assets/files/journals/science-prospects/162/science-prospect-3\(162\)-main.pdf](https://moofrnk.com/assets/files/journals/science-prospects/162/science-prospect-3(162)-main.pdf) (дата обращения: 15.12.2025).
5. Сорокина А. А. Методика развития проектно-творческого мышления на примере строгановской детской академии дизайна // Вестник Оренбургского государственного университета. 2024. № 1 (241). С. 81-86. DOI: 10.25198/1814-6457-241-81.
6. Федеральная рабочая программа основного общего образования учебного предмета «Труд (Технология)» для обучающихся 5–9 классов / Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт стратегии развития образования Российской академии образования». Москва, 2023. URL: https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/29_%D0%A4%D0%A0%D0%9F-%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_5-9-%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%81%D1%8B.pdf (дата обращения: 15.12.2025).
7. Салтыкова Г. М. Дизайн-мышление как метод решения проектных задач в обучении студентов художественных вузов // Преподаватель XXI век. 2023. № 3-1. С. 223-231. DOI: 10.31862/2073-9613-2023-3-223-231. EDN: GSKGDC.
8. Польшкая И. Н. развитие творческих способностей, обучающихся в процессе освоения фелтинга в системе дополнительного образования // Современные наукоемкие технологии. 2025. № 1. С. 139-146. DOI: 10.17513/snt.40289.
9. Лукьянченко С. В. Особенности развития композиционного мышления учащихся в процессе выполнения натюрморта в «нестандартном» формате на занятиях изобразительным искусством // Педагогический научный журнал. 2023. Т. 6. № 1. С. 88-93. EDN: XRJNRC. URL: <https://pedagog-science.ru/wp-content/uploads/1-2023.pdf> (дата обращения: 15.12.2025).
10. Ветров Ю. П., Зеленко Н. В., Ласкова М. К. Развитие дизайнерского мышления как средство формирования «гибких навыков» будущих бакалавров направления «дизайн» // Проблемы современного педагогического образования. 2022. № 76-4. С. 64-67. EDN: LPYUJA.
11. Ковешникова Н. А. Дизайн: история и теория: учеб. пособие для студентов архитектурных и дизайнерских специальностей. 5-е изд., стер. М.: Омега-Л, 2009. 224 с. (Университетский учебник). ISBN: 978-5-370-01250-1. URL: <https://books.totalarch.com/n/1548> (дата обращения: 15.12.2025).
12. Жданова Н. С., Антоненко Ю. С., Екатеринушкина А. В. Развитие творческого мышления будущих дизайнеров в процессе освоения технической графики // Вестник Оренбургского государственного университета. 2023. № 4 (240). С. 32-38. DOI: 10.25198/1814-6457-240-32.
13. Голованова М. М., Плотникова М. Г., Горячева Е. А., Жилева О. М., Рамазанова Т. М., Чалая А. В., Климова Л. А., Шепилова В. А., Барсукова Н. И., Дейнека С. В., Пугач В. А., Захарова Н. Ю., Григорьев Е. Н., Хайбуллин А. Р. Проектное решение портфолио в процессе профессионального становления студентов-дизайнеров // Вопросы современного дизайн-образования: монография, гл. ред. М. Г. Плотникова; Донской государственный технический университет. Чебоксары.: Среда. 2024. 172 с. DOI: 10.31483/a-10638.
14. Амелина О. Ю. Формирование авторского портфолио графического дизайнера как первый шаг готовности к практической деятельности // Ученые записки Орловского государственного университета. 2020. № 1. С. 139-141. URL: https://oreluniver.ru/public/file/archive/1_86.pdf (дата обращения: 15.12.2025).
15. Амелина О. Ю. Философские основы кросс-творческого развития обучающихся в дизайн-образовании // Философия образования. 2024. Т. 24. № 3. С. 85–98. DOI: 10.15372/PHE20240306.
16. Польшкая И. Н. Занятия с детьми с ограниченными возможностями здоровья декоративно-прикладным творчеством // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 6. С. 112-119. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=40073> (дата обращения: 25.12.2025). DOI: 10.17513/snt.40073.
17. Зыков С. Н., Яркова Е. В. Художественно-смысловая композиция как источник базовой информации при дизайн-проектировании // Современные проблемы науки и образования. 2025. № 1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=33903> (дата обращения: 25.12.2025). DOI: 10.17513/spno.33903.
18. Латипова Л. Н., Фасхутдинова А. Р. Цифровая среда формирования дизайнерского мышления обучающихся на уроках технологии // Kant. 2020. № 3 (36). С. 289-294. DOI: 10.24923/2222-243X.2020-36.55. URL: <https://stavrolit.ru/kant/1776/1831/>.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

УДК 378.147:004.8
DOI



CC BY 4.0

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА РАЗВИТИЕ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ У СТУДЕНТОВ УНИВЕРСИТЕТА

Лазорак О. В. ORCID ID 0000-0002-4308-7906

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»,
Челябинск, Российская Федерация, e-mail: lazolvas@mail.ru*

Статья посвящена проблеме развития критического мышления у студентов университета при использовании инструментов искусственного интеллекта в учебной деятельности. Проведенный обзор научных работ отечественных и зарубежных авторов показывает, что развитое критическое мышление является важным условием достижения высоких результатов во всех сферах деятельности. Некоторые ученые полагают, что использование инструментов искусственного интеллекта ведет к снижению уровня критического мышления, другие же считают, что осознанное и этичное их использование может, наоборот, способствовать повышению его уровня. Цель исследования состояла в определении роли искусственного интеллекта в развитии критического мышления у студентов университета при выполнении творческих заданий на занятиях по иностранному языку. В исследовании приняли участие 53 студента 1 курса неязыковых направлений подготовки уровня A2 и B1 по шкале CEFR. В ходе исследования было выявлено, что студенты положительно относятся к инструментам искусственного интеллекта и используют их в своей учебной деятельности, но при этом не все умеют и хотят осуществлять проверку фактов, анализировать и оценивать информацию, что отрицательно сказывается на умении критически мыслить. Установлено, что вдумчивое использование возможностей искусственного интеллекта с тщательным анализом полученной информации положительно влияет на развитие критического мышления. Результаты исследования могут быть использованы при обучении студентов работе с материалами, сгенерированными с помощью инструментов искусственного интеллекта, с целью выявления правдивой и ложной информации, а также в рамках курсов информационной грамотности.

Ключевые слова: развитие критического мышления, инструменты искусственного интеллекта, студенты университета, презентации, иностранный язык

THE IMPACT OF AI ON THE DEVELOPMENT OF UNIVERSITY STUDENTS' CRITICAL THINKING

Lazorak O. V. ORCID ID 0000-0002-4308-7906

*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
"South Ural State University (National Research University)",
Chelyabinsk, Russian Federation, e-mail: lazolvas@mail.ru*

The article is devoted to the problem of developing critical thinking skills of university students while using artificial intelligence tools in educational activities. A literature review shows that developed critical thinking is an important condition for achieving high results in all areas of activity. Some scientists think that the use of artificial intelligence tools leads to a decrease in the level of critical thinking, while others believe that the conscious and ethical use of its tools can, on the contrary, contribute to its improvement. The aim of the study was to determine the role of artificial intelligence in the development of critical thinking of university students when completing creative tasks in foreign language classes. The study involved 53 first-year students of non-linguistic programs at levels A2 and B1 on the CEFR scale. The study found that students have a positive attitude toward artificial intelligence tools and use them in their learning activities. However, not all of them are able or willing to fact-check, analyze, and evaluate information, which negatively affects their ability to think critically. It has been established that thoughtful use of artificial intelligence capabilities with careful analysis of the information received has a positive effect on the development of critical thinking. The results of the study can be used in teaching students how to work with materials generated with the help of artificial intelligence tools in order to identify true and false information, as well as in information literacy courses.

Keywords: development of critical thinking skills, AI-tools, university students, presentations, foreign language

Введение

Основная цель современного высшего образования заключается в выявлении и развитии индивидуальных и профессионально значимых компетенций обучающихся, а также в обеспечении успешной интеграции выпускников вузов в сферу профессиональной деятельности посредством эффективной адаптации к современным требованиям

рынка труда. В условиях современной информационно насыщенной среды, характеризующейся большим ростом объемов данных, фейковыми новостями и усложнением процесса выявления нужной и правдивой информации, с интеграцией искусственного интеллекта (ИИ) в высшее образование, развитие критического мышления приобретает статус необходимого условия дости-

жения высоких результатов во всех сферах деятельности. Невозможно быть профессионалом и двигаться вперед, не обладая критическим мышлением [1, с. 243]. ИИ может оказывать как позитивное, так и негативное воздействие на формирование навыков критического мышления у студентов. С одной стороны, ИИ предоставляет инструменты и функции, способные поддерживать учебный процесс и стимулировать критическое мышление, помогает студентам анализировать большие объемы данных, формулировать гипотезы, исследовать альтернативные решения и оценивать последствия их принятия. Интерактивные инструменты на основе ИИ также способствуют размышлению и обсуждению, мотивируя студентов подвергать сомнению предположения и стремиться к глубокому пониманию материала. С другой стороны, чрезмерная зависимость от ИИ может привести к ограничению способности студентов самостоятельно решать проблемы и критически оценивать информацию. Они будут ожидать готовых решений, а не заниматься самостоятельной интеллектуальной деятельностью. Кроме того, плохо спроектированные или предвзятые алгоритмы ИИ способны вводить неверные предпосылки, отрицательно влияя на способность критически мыслить.

Поэтому перед каждым преподавателем в современных реалиях встает вопрос обучения студентов критически оценивать информацию, этично и осознанно использовать инструменты ИИ.

Цель исследования – определить роль ИИ в развитии критического мышления студентов при выполнении творческих заданий на занятиях по иностранному языку.

Материалы и методы исследования

Методологической базой для данной статьи послужили анализ и обобщение идей, представленных в трудах отечественных и зарубежных исследователей. Исследование, в котором приняли участие 53 студента 1 курса неязыковых специальностей, проводилось на базе Южно-Уральского государственного университета (национального исследовательского университета) в 2024-2025 учебном году. Для достижения поставленной цели исследование было организовано в несколько этапов:

1. Проведение опроса для определения степени доверия студентов инструментам ИИ.
2. Выполнение практических заданий с целью определения правдивой и ложной информации.
3. Выполнение студентами творческого задания на английском языке с целенаправленным использованием инструментов ИИ.

4. Анализ полученных результатов с рекомендациями по корректному использованию инструментов ИИ.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ научной литературы показал, что в критическое мышление – это умение анализировать и оценивать информацию с точки зрения ее логичности, достоверности и обоснованности. Впервые данный термин ввел Д. Дьюи, называя его «рефлексивным мышлением», которое ведет к уверенности. Такое мышление не возникает само по себе, оно возникает при нерешимости и сомнениях и вызывает потребность их разрешить, найти какой-либо выход [2, с. 16-20]. По мнению С. Брукфилда, критическое мышление представляет собой базовую интеллектуальную компетенцию, обеспечивающую эффективное решение сложных задач, рациональное принятие решений и формирование объективных оценочных суждений [3, с. 26]. Р. Эннис считает, что оно предполагает способность обрабатывать поступающую информацию осмысленно и продуктивно, аргументированно выражать свою точку зрения, подвергать сомнению общепринятые истины и оценивать события с различных позиций, понимать логику связей между различными событиями и данными, различать факты и субъективные мнения, оценивать потенциальные последствия принятых решений и действий [4], что является проблематичным для студентов, которые хотя и подвергают информацию сомнению, но при этом не подкрепляют свои суждения научными данными [5]. Автор разделяет позицию ряда ученых [6; 7], что уровень критического мышления у студентов снижается из-за высокой степени доверия инструментам ИИ. Студентам необходимо не просто осваивать учебный материал, но и вникать в суть рассматриваемых вопросов, что стимулирует их подходить творчески к поиску оптимальных решений и принимать взвешенные, самостоятельные решения [8, с. 19], что, в свою очередь, ведёт к формированию учебной автономии [9], а также к успешной адаптации к условиям динамично развивающегося социума [10, с. 35] и способствует активному обучению и более глубокой когнитивной вовлеченности [11]. Обучающиеся активно вовлекаются в процесс приобретения знаний, повышается эффективность образовательного процесса и обеспечивается достижение высоких академических показателей [12, с. 12]. Некоторые исследователи в своих научных работах связывают критическое мышление с успешностью обучения [13].

Учёные считают, что студент должен быть активным участником образовательного процесса, чтобы его критическое мышление развивалось более эффективно [14]. Студенты, обладающие сформированным критическим мышлением, демонстрируют повышенную эффективность в глубоком анализе полученной информации и правдивости её источников, обладают способностью дифференциации фактов и субъективных оценочных суждений, умеют выявлять несоответствия в логике аргументации.

На первом этапе исследования со студентами была проведена беседа, которая показала, что все обучающиеся знакомы с ИИ и рядом его инструментов и все используют их в своей учебной деятельности как для поиска информации, так и для создания творческих работ, в том числе презентаций. В процессе беседы также выяснилось, что студенты знают, что инструменты ИИ способны выдавать правдоподобную, но придуманную или неверную информацию, но не все могут или хотят распознавать такие проблемы на практике, т.к. это бывает достаточно трудоемко. С целью выявить, насколько осознанно студенты используют инструменты ИИ в своей учебной деятельности, автор разработал опрос, в котором студентам было предложено ответить на следующие вопросы:

1. Как Вы считаете, насколько можно доверять инструментам ИИ выполнять поиск информации?

2. Как Вы считаете, можно ли доверять инструментам ИИ создавать презентации?

3. Оцените, пожалуйста, насколько Вам нравится пользоваться инструментами ИИ при создании презентаций.

4. Что особенно понравилось при создании презентаций с помощью инструментов ИИ?

Оценивание ответов по первым двум вопросам проводилось по шкале Лайкерта [15], где 1 – совсем нельзя доверять; 2 – можно доверять изредка, при этом тщательно перепроверять и править; 3 – можно доверять что-то простое, но проверять и, возможно, править; 4 – можно доверять почти всегда, проверяя иногда; 5 – можно полностью доверять, без проверки. Данная шкала оценивает степень согласия или несогласия опрошиваемого с каждым суждением, от «полностью согласен» до «полностью не согласен». Предложенные автором варианты ответов полностью коррелируют с данной шкалой.

Ответы на первый вопрос показали, что 62,3% опрошенных считают, что инструменты ИИ способны осуществлять поиск информации, при этом должна производиться проверка на достоверность. 11,3%

и 15,1% респондентов настроены более скептически, полагая, что инструментам ИИ доверять или совсем нельзя, или крайне редко и только с тщательной проверкой найденной информации. 7,5% и 3,8% принявших участие в опросе отмечают, что инструментам ИИ практически или всегда можно доверять даже без проверки. Можно констатировать, что не все студенты проверяют найденную инструментами ИИ информацию, принимают её на веру, считают её истинным знанием, что, в свою очередь, является результатом неразвитого критического мышления.

Так как один из этапов исследования предполагал создание презентации при помощи инструментов ИИ, автор задал студентам вопрос о доверии таким инструментам в создании презентации.

Из ответов можно заключить, что студенты, выбравшие ответы «совсем нельзя» и «можно доверять изредка, при этом тщательно перепроверять и править» (11,3% и 24,5% соответственно), достаточно критически относятся к использованию инструментов ИИ при создании презентаций, в отличие от респондентов, выбравших ответы «можно доверять почти всегда, проверяя иногда» и «можно полностью доверять, без проверки» (18,9% и 1,9% соответственно). Также стоит обратить внимание на достаточно большую группу студентов (43,4%), выбравших ответ «можно доверять что-то простое, но проверять и, возможно, править». Такое мнение, как полагает автор исследования, отражает распространённую осторожность пользователей относительно точности и креативности, предоставляемых современными технологиями.

Ответы на третий вопрос предполагали выбор по шкале Лайкерта: 1 – не нравится совсем, и больше не буду; 2 – не нравится, но, возможно, буду ещё использовать; 3 – средне, без особого удовольствия, но лучше, чем самому делать; 4 – вполне нравится; 5 – очень нравится. Анализ ответов показал, что подавляющему большинству студентов (73,6%) нравится пользоваться инструментами ИИ при создании презентаций. Но что именно любят студенты, доверяя инструментам ИИ создавать презентации? В результате анализа ответов студентов на четвертый вопрос самыми частыми среди них оказались:

1) легко, не нужно самому искать материал и картинки;

2) быстрота выполнения;

3) красивый дизайн, красивые и необычные картинки;

4) не нужно разбираться, как создавать презентацию.

Из ответов можно сделать вывод, что студенты не хотят тратить время и усилия для самостоятельного выполнения таких заданий, полагаясь на инструменты ИИ, что без навыка тщательной проверки полученной информации может привести к снижению уровня критического мышления.

На следующем этапе исследования для развития критического мышления автор предложил студентам ряд практических заданий (сгенерированных при помощи GigaChat) с целью показать, как выявлять неверную или выдуманную инструментами ИИ информацию и работать с ней, чтобы не допустить бесконтрольного и неосознанного использования инструментов ИИ в последующей проектной деятельности:

1. *Перед вами утверждения с источниками. Определите, верные они или нет. Почему вы так думаете? Чем вы руководствовались при их проверке?*

«Недавно учёные объявили о создании вакцины, обеспечивающей пожизненный иммунитет ко всем видам COVID-19» (BBC News).

«Табакокурение увеличивает шансы заболеть диабетом второго типа на 50%» (CDC).

«Исследование показало, что ежедневное потребление небольшого количества шоколада снижает риск сердечно-сосудистых заболеваний» (Harvard Medical School).

2. *Перед вами библиографические источники. Определите, какие из них настоящие, а какие – нет. Почему вы так решили? Чем руководствовались при их проверке?*

Granic, I., Lobel, A., Engels, R.C.M.E. (2014). The Benefits of Playing Video Games. *American Psychologist*, Vol. 69, No. 1, pp. 66-78. DOI: 10.1037/a0034857

Smirnov, D.O., Kovalenko, E.V. (2021). Machine Learning Applications in Environmental Monitoring. *Science Advances*, vol. 7, issue 36, eaaz3215. DOI: 10.1126/sciadv.aaz3215

Tereshchenko, G.D., Prokhorov, A.F. (2019). Artificial Intelligence in Medical Diagnosis. *Lancet Digital Health*, vol. 1, issue 1, e12-e21. DOI: 10.1016/S2589-7500(19)30012-3

3. *Перед вами описание достопримечательности Лондона. Определите, верна ли представленная информация. Почему вы так решили? Чем руководствовались при проверке?*

«Колонна Свободы расположена в самом центре лондонской площади Трафальгар, напротив Национальной галереи. Этот монумент высотой около 40 метров представляет собой изящную гранитную колонну, увенчанную позолоченным изображением богини победы Виктории. Монумент посвящён памяти британской свободы и де-

мократии, возникших в результате Славной революции 1688 года. Эта величественная достопримечательность особенно популярна среди туристов, желающих сделать памятные фотографии. Внутри колонны оборудован лифт, позволяющий подняться на смотровую площадку и насладиться великолепным видом на Лондон. Здесь часто проходят праздничные мероприятия, концерты и парады, привлекающие тысячи зрителей ежегодно».

При работе с вышеуказанными заданиями важно было заставить студентов сомневаться в полученной информации, научить их искать подтверждение в источниках, которым можно доверять.

Следующий этап исследования предполагал создание презентации (как части творческой проектной работы), так как выполнение проектной работы является одним из обязательных в семестре по дисциплине «Иностранный язык». Презентации, часто используемые как часть проектной деятельности в качестве результатов её представления, являются хорошим инструментом, который, как считает автор, не стоит игнорировать даже несмотря на то, что инструменты ИИ умеют с ними справляться.

Работу выполняли две группы студентов: одна – гуманитарных специальностей, а другая – технических. Данные студенты обучаются в двух сборных группах (отличных от их академических групп, так как в университете принята уровневая система обучения английскому языку) и имеют уровень владения английским языком A2 и B1 соответственно по шкале CEFR. Студенты уровня A2 выполняли работу по теме «Natural Disasters», уровня B1 – по теме «Gadgets and Technologies».

Автор полагает, что в современных реалиях следует изменить подход к критериям оценивания презентаций: оценивать не только содержание, грамотность и читаемость слайдов, но и в том числе требовать от студентов соблюдения этических норм при работе с инструментами ИИ. Работа оценивалась по разработанным критериям передового оценивания, возможностями которого располагает LMS Moodle (все электронные курсы для студентов университета расположены на этой платформе). Критерии оценивания включали *содержание работы* (соответствует заявленной теме – 2 балла, отклоняется от темы – 1 балл, не соответствует теме – 0 баллов), *раскрытие темы* (тема раскрыта полностью – 2 балла, не полностью – 1 балл, не раскрыта – 0 баллов), *оформление работы* (информация понятна и легко воспринимается – 1 балл, непонятна/с трудом

воспринимается – 0 баллов), *грамотность визуально представленной информации* (информация представлена без ошибок – 2 балла, с ошибками, не препятствующими пониманию – 1 балл, с ошибками, препятствующими пониманию – 0 баллов); *структуру презентации* (работа логически выстроена в соответствии с заявленной темой, поставленными задачами и полученными результатами – 2 балла, логика нарушена – 1 балл, логика отсутствует – 0 баллов). Также автор и студенты договорились включить критерий *цифровой честности*, обязавший студентов указывать, как и какие инструменты ИИ были использованы в работе: указаны все инструменты ИИ, использованные в работе, цель их применения, запросы к ИИ и полученные ответы – 2 балла, перечислены не все инструменты ИИ и/или не описано, как и для чего они были использованы, и/или не указаны запросы к ИИ и полученные ответы – 1 балл, не указано, что были использованы инструменты ИИ – 0 баллов. Автор исследования ввел ограничение для визуального представления работы, попросив студентов подготовить презентации с помощью инструментов ИИ, т.к. согласен с мнением П. В. Сысоева, что решить проблему ИИ-плагиата можно, если целенаправленно использовать инструменты ИИ в учебной деятельности [16].

Так как целью данного исследования было выявить влияние инструментов ИИ (в данном случае – используемых при создании презентаций) на критическое мышление обучающихся, автор попросил студентов ответственно и честно подойти к работе и не ограничиваться только финальным результатом (самой презентацией). В процессе создания презентации студенты должны были вести записи, где они сохраняли все заданные инструментам ИИ промпты с их последующими правками (при необходимости) и ответы, полученные от нейросетей. На всех слайдах, где использовались инструменты ИИ, должны были быть ссылки на эти инструменты. Таким образом, автор не запретил, а целенаправленно разрешил пользоваться инструментами ИИ, при этом обязательным условием было соблюдение этических норм их использования и учет опыта работы с практическими заданиями, описанными выше. Студенты указали, что пользовались следующими инструментами ИИ: для создания презентаций – Gamma, Сократик, Slidesgo, Figma, Presentations.ai, Prezo, Prezi, для генерации текста – Perplexity, ChatGPT, DeepSeek AI, Яндекс Нейро, GigaChat, Chad AI, для структурирования текста – NotebookLM, для работы с изображениями – Artguru, Шедеврум, Kandinsky, НейроХолст, Freepik, Leonardo.AI, Craiyon.

Таблица 1

Взгляд студентов на преимущества и недостатки инструментов ИИ

Преимущества	Недостатки
Большой выбор шаблонов, цветовой гаммы и шрифтов	Цветовая гамма непривычна для человека, нет оригинальных и уникальных решений
Быстрое создание структуры презентации	Структура может быть примитивна
Красивые иконки и картинки	Иконки не всегда соответствуют содержанию; картинки выглядят нереалистично или искаженно; с трудом справляются с созданием графиков; нечитаемый текст на картинках
Предоставление ссылок на источники текстовой информации	«Придуманные» источники; нет ссылок на создателей таблиц/шкал/диаграмм
Структурированная информация на слайдах	Неточное расположение текста и картинок (могут быть обрезаны) на слайдах
Генерирование текста для слайдов на основе ключевых слов и фраз, быстрый поиск информации	Недостовверная или искажённая информация, требующая тщательной проверки и правки; информации мало или она избыточна; информация повторяется; странные формулировки; ограничения размера промпта
Неочевидные идеи, структуры и визуальные решения	Результат может быть непредсказуемым и не соответствовать запросу
Простота использования: не требуют навыков дизайна	Минимум ручного редактирования, нет продвинутых инструментов в бесплатных версиях
Работа через браузер: не нужно скачивать программное обеспечение	Зависимость функционала от операционной системы компьютера
Интеграция с другими инструментами: импорт данных (загрузка документов из Google Docs и Notion), экспорт в PDF/PPT	Возможное некорректное отображение импортированной и экспортированной информации

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

Таблица 2

Сравнение результатов опроса в начале и конце исследования

Варианты ответов	Количество ответов	
	Начало исследования	Конец исследования
<i>Вопрос 1. Как Вы считаете, насколько можно доверять инструментам ИИ выполнять поиск информации?</i>		
1 – совсем нельзя доверять	6 (11,3%)	8 (15,1%)
2 – можно доверять изредка, при этом тщательно перепроверять и править	8 (15,1%)	20 (37,7%)
3 – можно доверять что-то легкое, но проверять и, возможно, править	33 (62,3%)	25 (47,2%)
4 – можно доверять почти всегда, проверяя иногда	4 (7,5%)	0
5 – можно полностью доверять, без проверки	2 (3,8%)	0
<i>Вопрос 2. Как Вы считаете, можно ли доверять инструментам ИИ создавать презентации?</i>		
1 – совсем нельзя доверять	6 (11,3%)	14 (26,4%)
2 – можно доверять изредка, при этом тщательно перепроверять и править	13 (24,5%)	24 (45,3%)
3 – можно доверять что-то легкое, но проверять и, возможно, править	23 (43,4%)	10 (18,9%)
4 – можно доверять почти всегда, проверяя иногда	10 (18,9%)	5 (9,4%)
5 – можно полностью доверять, без проверки	1 (1,9%)	0
<i>Вопрос 3. Оцените, пожалуйста, насколько Вам нравится пользоваться инструментами ИИ при создании презентаций.</i>		
1 – не нравится совсем, и больше не буду	1 (1,9%)	0
2 – не нравится, но, возможно, буду еще использовать	7 (13,2%)	18 (34%)
3 – средне, без особого удовольствия, но лучше, чем самому делать	6 (11,3%)	2 (3,8%)
4 – вполне нравится	10 (18,9%)	11 (20,7%)
5 – очень нравится	29 (54,7%)	22 (41,5%)

Основными базовыми навыками критического мышления (по П. Фасиоуну) являются «интерпретация, анализ, умозаключение, оценка, объяснение и саморегуляция» [17, с. 4-7]. Поэтому автору было важно, чтобы студенты могли проанализировать свою работу, объяснить, как они ее выполняли, с какими преимуществами и недостатками инструментов ИИ они столкнулись (табл. 1).

Представленная выше таблица показывает, что студенты заметили достаточно много недостатков в работе инструментов ИИ, что говорит о том, что они засомневались в абсолютной правоте ИИ.

Так как в данном исследовании автор не ставил своей целью оценить уровень критического мышления студентов при работе с инструментами ИИ, достаточно сложно утверждать, сколько и каких практических заданий и занятий понадобится, чтобы значительно его повысить. Студенты демонстрируют осведомленность о рисках и ограничениях, подчеркивая необходи-

мость навыков критического мышления для грамотного использования инструментов ИИ, что коррелирует с исследованиями, проведенным ранее [18; 19].

Завершающим этапом исследования послужил опрос, в котором автор задал те же самые вопросы, что и в начале эксперимента. Сравнительные результаты представлены в таблице 2.

В беседе студенты также отметили, что их интерес к созданию содержания презентаций при помощи инструментов ИИ уменьшился, т.к. раньше они не всегда или совсем не задумывались о правдивости сгенерированной информации, если она выглядела правдоподобно и логично. Теперь, обладая определенными знаниями о том, что инструментам ИИ не стоит доверять полностью, взаимодействие с ними усложнилось: приходится сомневаться даже в том, что не кажется неправдоподобным. Большинство выразили мнение, что им все-таки нравится пользоваться инструментами ИИ, т.к. они хорошо находят большие объ-

емы данных, существенно экономя время, создают красивые шаблоны, но создавать текст лучше самому, чтобы не пришлось бесконечно исправлять сгенерированную информацию.

Заключение

Таким образом, исследование показало, что ИИ может оказывать положительное воздействие на формирование критического мышления у студентов университета: студенты начинают чаще сомневаться в правдивости информации, сгенерированной ИИ, искать подтверждение в авторитетных источниках, быть внимательнее к деталям и фактам, обращать внимание на логическую согласованность, отсутствие противоречий. Создание учебных ситуаций, в которых нужно уметь задавать правильные вопросы, не доверять информации, полученной от ИИ, проверять источники, способствует развитию критического мышления у студентов в современном, перенасыщенном информацией мире.

Список литературы

1. Кашапов М. М. Психология творческого мышления профессионала: монография. М.: ПЕР СЭ, 2006. 688 с. ISBN: 5-9292-0161-7.
2. Дьюи Д. Психология и педагогика мышления / Пер. с англ. Н.М. Никольская. М.: Юрайт, 2025. 166 с. ISBN: 978-5-534-14265-5.
3. Brookfield S. Teaching for Critical Thinking: tools and techniques to help students question their assumptions. San Francisco: Jossey-Bass, 2012. 280 p. ISBN: 9781118146705.
4. Ennis R. H. Critical Thinking Across the Curriculum: A Vision // *Topoi*. 2018. Vol. 37. P. 165–184. DOI: 10.1007/s11245-016-9401-4.
5. Santos Federico O. R., Jonatan R, Edith Margot M. R., Hardy Edilberto B. P., Felix Alberto G. G. Artificial Intelligence and Critical Thinking in University Students // *J. Biomed Res Environ Sci*. 2025. Vol. 6. Is. 7. P. 850–857. DOI: 10.37871/jbres2137.
6. Графеева К. В. Влияние искусственного интеллекта на образовательные процессы: стратегические подходы к развитию критического мышления у будущих офицеров // *Вестник педагогических наук*. 2025. № 3. С. 19–25. URL: https://vpn-journal.ru/wp-content/uploads/2025/03/vpn-2025_-3.pdf?ysclid=mxh42ghje3719874973 (дата обращения: 18.01.2026).
7. Szmyd K., Mitera E. The Impact of Artificial Intelligence on the Development of Critical Thinking Skills in Students // *European Research Studies Journal*. 2024. Vol. XXVII. Is. 2. P. 1022–1039. DOI: 10.35808/ersj/3876.
8. Halpern D. F. Thought and Knowledge: An Introduction to Critical Thinking. New York and London: Psychology Press, 2014. 654 p. ISBN: 0805814930, 0805814949.
9. Lazarak O. V., Belkina O. V., Yaroslavova E. N. Changes in Student Autonomy via E-Learning Courses // *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*. 2021. Vol. 16. Is. 17. P. 209–225. DOI: 10.3991/ijet.v16i17.23863.
10. Paul R., Elder L. Critical Thinking: Tools for Taking Charge of Your Learning and Your Life. Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall, 2006. 514 p. ISBN: 0-13-114962-8.
11. Lawasi M. C., Rohman V. A., Shoreamanis M. The Use of AI in Improving Student's Critical Thinking Skills // *Proceedings Series on Social Sciences & Humanities*. 2024. Vol. 18. P. 366–370. DOI: 10.30595/pssh.v18i.1279.
12. Fisher A. Critical Thinking: An Introduction. Cambridge, U.K. New York: Cambridge University Press, 2001. 249 p. ISBN: 0 521 00984 7.
13. Куприянов Р. В., Валеева Н. Ш., Валеева Э. Р. Влияние метакогнитивных навыков и критического мышления на успешность обучения (на примере изучения английского языка) // *Самарский научный вестник*. 2023. Т. 12. № 3. С. 263–267. DOI: 10.55355/snv2023123307.
14. Бароненко Е. А., Райсвих Ю. А., Скоробренко И. А. Практические аспекты формирования критического мышления в процессе обучения иностранным языкам в педагогическом вузе // *Вестник Челябинского государственного педагогического университета*. 2021. № 6 (166). С. 33–50. DOI: 10.25588/CSPU.2021.166.6.003.
15. Likert R. A Technique For The Measurement Of Attitudes. NY: The Science Press. 1932. 55 p. URL: <https://archive.org/details/likert-1932/mode/2up> (дата обращения: 28.01.2026).
16. Сысоев П. В. Авторская этика и ИИ-плагиат: пути решения проблемы нарушения обучающимися правил авторской этики при взаимодействии с инструментами искусственного интеллекта // *Иностранные языки в школе*. 2024. № 3. С. 84–89. URL: <https://iyash.ru/product/иностранные-языки-в-школе-2024-№3/> (дата обращения: 28.01.2026).
17. Facione P. Critical Thinking: What It Is and Why It Counts. Insight Assessment. 2023. URL: <https://insightassessment.com/iaresource/critical-thinking-what-it-is-and-why-it-counts/> (дата обращения: 19.01.2026).
18. Zou X., Su P., L. L., Fu P. AI-generated content tools and students' critical thinking: Insights from a Chinese university // *IFLA Journal*. 2023. Vol. 50. Is. 2. P. 228–241. DOI: 10.1177/03400352231214963.
19. Nidugonda P., Shaik Sh. The Digital Influence Chat GPT and its Role in Shaping Youth Cognitive Processes and Decision-Making // *International Journal of Innovative Science and Research Technology*. 2025. Vol. 10. P. 1283–1287. DOI: 10.38124/ijisrt/25apr987.

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The author declares that there is no conflict of interest.

УДК 372.881.111.22
DOI

CC BY 4.0

ИНТЕГРАЦИЯ ДИАЛОГОВОГО АССИСТЕНТА GIGACHAT В ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ

Левина Е. А. ORCID ID 0000-0002-8034-2144,
Вишленкова С. Г. ORCID ID 0000-0001-9747-9844

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Мордовский государственный педагогический университет имени М. Е. Евсевьева», Саранск,
Российская Федерация, e-mail: e-lyo@yandex.ru*

В условиях цифровизации образования и активного внедрения технологий искусственного интеллекта в образовательную практику актуализируется проблема их педагогически обоснованного использования в системе подготовки будущих учителей иностранного языка. Несмотря на возрастание интереса к диалоговым ассистентам, вопросы их системной интеграции в иноязычное обучение в педагогическом вузе с учетом профессиональной направленности подготовки остаются недостаточно разработанными. Целью исследования является теоретическое обоснование, разработка и экспериментальная проверка эффективности комплекса учебных заданий по развитию лексико-грамматических навыков и умений письменной коммуникации на немецком языке (уровень B1) у студентов-бакалавров профиля «Иностранный язык (английский). Иностранный язык (немецкий)», предусматривающего системную интеграцию диалогового ассистента GigaChat в структуру дисциплины «Практика устной и письменной речи». Материалы и методы исследования включали анализ психолого-педагогической и лингводидактической литературы, педагогическое наблюдение, а также опытно-экспериментальную работу, проведенную со студентами педагогического вуза в процессе обучения письменной речи на немецком языке. В рамках формирующего эксперимента был разработан и апробирован комплекс заданий, ориентированных на развитие лексико-грамматических навыков и умений письменного иноязычного общения с использованием функциональных возможностей диалогового ассистента GigaChat. В результате исследования было установлено, что включение GigaChat в учебный процесс способствует повышению осознанности использования лексических и грамматических средств, развитию умений логико-композиционной организации письменного высказывания и формированию навыков самоконтроля и рефлексии. Сопоставительный анализ результатов констатирующего и контрольного этапов показал положительную динамику уровня сформированности умений письменного иноязычного общения у студентов, что обусловлено сочетанием коммуникативно-ориентированных заданий, поэтапного снижения языковой поддержки и использования диалогового ассистента как средства предоставления корректирующей обратной связи. В заключение отмечается, что интеграция диалогового ассистента GigaChat в процесс обучения иностранному языку будущих педагогов является методически целесообразной и эффективной при условии педагогического сопровождения и целенаправленного проектирования учебных заданий. Полученные результаты подтверждают значимость GigaChat как многофункционального инструмента развития языковых навыков и умений письменного общения и определяют перспективы дальнейших исследований в области профессионально ориентированного иноязычного образования.

Ключевые слова: иностранный язык, методика обучения, диалоговый ассистент GigaChat, умения письменной речи, лексико-грамматические навыки, учитель иностранного языка

INTEGRATION OF THE DIALOGIC ASSISTANT GIGACHAT INTO THE FOREIGN LANGUAGE TEACHING PROCESS OF FUTURE TEACHERS

Levina E. A. ORCID ID 0000-0002-8034-2144,
Vishlenkova S. G. ORCID ID 0000-0001-9747-9844

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Mordovian State Pedagogical University named after M. E. Evsevev”,
Saransk, Russian Federation, e-mail: e-lyo@yandex.ru*

In the context of the digitalisation of education and the active introduction of artificial intelligence technologies into educational practice, the problem of their pedagogically grounded use in the system of training future foreign language teachers becomes increasingly relevant. Despite the growing interest in dialogic assistants, issues related to their systematic integration into foreign language instruction at teacher-training universities, taking into account the professional orientation of teacher education, remain insufficiently explored. The aim of this study is to theoretically substantiate, develop, and experimentally test the effectiveness of a set of learning activities for developing lexical, grammatical, and written communication skills in German (level B1) for undergraduate students majoring in “Foreign Language (English) and Foreign Language (German),” which includes the systemic integration of the GigaChat dialog assistant into the structure of the “Oral and Written Communication Practice” course. The materials and methods of the study included an analysis of psychological, pedagogical and linguodidactic literature, pedagogical observation, as well as an experimental study conducted with students of a teacher-training university in the course of teaching written German. Within the framework

of the formative experiment, a set of tasks aimed at developing lexical and grammatical skills and written foreign language communication skills was designed and tested using the functional capabilities of the dialogic assistant GigaChat. The results of the study indicate that the incorporation of GigaChat into the educational process contributes to greater awareness in the use of lexical and grammatical means, the development of skills related to the logical and compositional organisation of written discourse, and the formation of self-monitoring and reflective skills. A comparative analysis of the results obtained at the diagnostic and control stages revealed a positive dynamic in the level of students' written foreign language communication skills, which can be attributed to the combination of communicatively oriented tasks, the gradual reduction of language support, and the use of the dialogic assistant as a tool for providing corrective feedback. In conclusion, it is noted that the integration of the dialogic assistant GigaChat into the foreign language teaching process for future educators is methodologically sound and effective, provided that appropriate pedagogical guidance and purposeful instructional design are ensured. The findings confirm the significance of GigaChat as a multifunctional tool for the development of language skills and written communication abilities and outline prospects for further research in the field of professionally oriented foreign language education.

Keywords: foreign language, teaching methodology, dialogic assistant GigaChat, lexical and grammatical skills, writing skills, foreign language teacher

Введение

Потенциал технологий искусственного интеллекта (далее – ИИ), фактора глубоких преобразований в различных областях человеческой деятельности, зафиксирован в ряде федеральных нормативно-правовых актов. Так, в п. 20 Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, задающей основные ориентиры эволюции науки и промышленного сектора в среднесрочной перспективе, подчеркивается, что одним из ключевых направлений социально-экономического развития страны является ориентация на внедрение передовых цифровых и интеллектуальных производственных решений, робототехнических комплексов, инновационных материалов и конструкторских подходов, а также формирование систем анализа больших данных, технологий машинного обучения и ИИ [1].

Исследование образовательных и дидактических возможностей ИИ также отражено в Программе фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 гг.) в п. 5.7.8. Проблемы, перспективы и минимизация рисков развития образования в России в условиях использования цифровых технологий [2, с. 97]. Совокупность указанных документов формирует систему приоритетов государственной образовательной политики на ближайший период.

В условиях цифровизации общества от личности требуется способность эффективно функционировать в среде, характеризующейся высоким уровнем технологической насыщенности [3]. Внедрение технологий ИИ в образовательную практику, с одной стороны, сопровождается рядом ограничений и потенциальных угроз, которые нуждаются в осмыслении и педагогическом контроле. В частности, чрезмерная опора на интеллектуальные системы может приводить к снижению самостоятельности

обучающихся при решении учебных задач, формированию неорганизованности и сужению пространства для проявления индивидуальной инициативы [4]. С другой стороны, применение ИИ позволяет автоматизировать рутинные учебные процедуры, включая оценивание и обработку данных, а также способствует росту учебной мотивации за счет адаптации содержания и форм обучения к индивидуальным образовательным потребностям, делая процесс обучения более гибким и доступным [5].

В современной методике преподавания иностранных языков в высшей школе все более отчетливо проявляется интерес к проблематике внедрения технологий ИИ в образовательный процесс [6; 7]. В научных исследованиях подчеркивается значимость ИИ как инструмента, обеспечивающего реализацию принципов персонализированного обучения [8; 9].

По мнению исследователей, технологии искусственного интеллекта обладают существенным лингводидактическим потенциалом, поскольку способствуют обновлению образовательных практик, формированию новых методических подходов к обучению иностранным языкам в вузе и повышению эффективности учебного процесса за счет построения индивидуализированных образовательных маршрутов [10, с. 562].

Реализация обучения иностранному языку с опорой на технологии искусственного интеллекта предполагает высокий уровень профессиональной готовности преподавателя, включающий владение современными информационными технологиями, а также практические навыки взаимодействия с интеллектуальными обучающими системами [11; 12]. Вместе с тем применение нейросетей в образовательной среде предъявляет к преподавателю высшей школы требования к сформированности критического мышления, способности проектировать условия, оптимальные для развития

у студентов иноязычной коммуникативной компетенции в межкультурном и профессиональном контексте [13; 14].

Базовые принципы, определяющие обучение иностранному языку с использованием технологий ИИ, сформулированы П. В. Сысоевым, который рассматривает нейросети как средство, способное не просто автоматизировать рутинные операции, но и организовать учебную деятельность с высокой степенью адаптивности и интерактивности, при этом педагог сохраняет ключевую роль в обеспечении качества обучения [15].

А. Г. Кравцов описывает возможности и потенциальные ограничения применения в иноязычном обучении ChatGPT, обладающего значительным образовательным потенциалом как средство дополнения традиционных методов обучения иностранным языкам, но его внедрение должно сопровождаться профессиональным контролем со стороны преподавателя [16].

А. П. Авраменко, А. С. Ахмедова, Е. Р. Буланова рассматривают чат-боты как инструмент для развития грамматических навыков у изучающих иностранный язык в самостоятельной работе [17].

Таким образом, анализ современных исследований демонстрирует устойчивый интерес научного сообщества к использованию технологий ИИ в обучении иностранным языкам, а также подтверждает их значительный дидактический потенциал. Работы, посвященные применению чат-ботов и генеративных языковых моделей, убедительно показывают возможности ИИ в формировании отдельных компонентов иноязычной коммуникативной компетенции, а также в реализации принципов персонализации и адаптивности обучения. В то же время проведенный обзор позволяет констатировать, что в существующих исследованиях недостаточно раскрыты вопросы системной интеграции диалоговых ассистентов в образовательный процесс педагогического вуза с учетом профессиональной направленности подготовки будущих учителей.

В этой связи особую актуальность приобретает обращение к диалоговому ассистенту GigaChat как средству организации иноязычного обучения будущих педагогов. Его использование открывает возможности не только для индивидуализации учебной деятельности и расширения практики иноязычного общения, но и для формирования у студентов умений работы с цифровыми образовательными инструментами, что соответствует современным требованиям к профессиональной подготовке учителя иностранного языка.

Цель исследования – теоретическое обоснование, разработка и экспериментальная проверка эффективности комплекса учебных заданий по развитию лексико-грамматических навыков и умений письменной коммуникации на немецком языке (уровень B1) у студентов-бакалавров профиля «Иностранный язык (английский). Иностранный язык (немецкий)», предусматривающего системную интеграцию диалогового ассистента GigaChat в структуру дисциплины «Практика устной и письменной речи».

Материалы и методы исследования

Экспериментальное исследование, направленное на изучение возможностей интеграции диалогового ассистента GigaChat в процесс обучения иностранному языку будущих педагогов, было проведено на базе Межфакультетского технопарка универсальных педагогических компетенций Мордовского государственного педагогического университета имени М. Е. Евсевьева в первом семестре 2025–2026 учебного года. В исследовании приняли участие 36 студентов 3-го курса факультета иностранных языков, изучающих немецкий язык как второй иностранный.

В рамках экспериментальной работы особое внимание уделялось развитию лексико-грамматической стороны иноязычной речи и формированию умений письменного общения. Студенты осваивали функциональные возможности диалогового ассистента GigaChat как инструмента, обеспечивающего языковую поддержку при построении письменных высказываний, подборе лексических средств, грамматическом оформлении текста и его логико-композиционной организации. Обучающиеся анализировали образцы письменных сообщений, выполненных с использованием диалогового ассистента, после чего самостоятельно создавали ответные тексты, комментарии различной коммуникативной направленности.

На первом этапе исследования была проведена констатирующая диагностика, целью которой являлось определение исходного уровня сформированности у студентов лексико-грамматических навыков и умений письменного иноязычного общения. Диагностика осуществлялась на основе стандартизированного задания, предусматривающего написание сообщения-ответа на сообщение-стимул, сгенерированное диалоговым ассистентом GigaChat. При выполнении задания студенты должны были продемонстрировать владение грамматическими структурами и лексикой по из-

учаемой теме, а также умение использовать формулы речевого этикета в соответствии с коммуникативной ситуацией. Объем письменного текста составлял 80–90 слов.

Оценивание письменных работ проводилось в автоматизированном режиме с применением аналитических возможностей GigaChat по следующим критериям: адекватность решения коммуникативной задачи, логичность и связность письменного высказывания, корректность лексико-грамматического оформления текста, соблюдение орфографических и пунктуационных норм, а также степень языковой вариативности (частота использования синонимов, устойчивых словосочетаний, фразеологизмов и идиом, характерных для немецкого языка; соотношение простых, сложносочиненных и сложноподчиненных предложений, различных временных форм и залогов; частота и корректность применения инфинитивных конструкций, причастных оборотов и модальных глаголов). Максимальный балл за выполнение задания составлял 10, на основании чего определялся уровень сформированности умений письменного общения обучающихся.

Второй этап экспериментальной работы носил формирующий характер и включал организацию учебных занятий, в ходе которых систематически применялись задания с использованием диалогового ассистента GigaChat. Данные задания были направлены на расширение активного словарного запаса студентов, отработку грамматических структур в письменной речи, а также развитие умений осознанного построения письменных сообщений с учетом коммуникативной цели и адресата.

Заключительный этап исследования предполагал проведение итоговой диагностики, ориентированной на выявление динамики развития лексико-грамматических навыков и умений письменного иноязычного общения студентов, а также на оценку эффективности внедрения диалогового ассистента GigaChat в образовательный процесс педагогического вуза.

В процессе исследования применялись теоретические и эмпирические методы, включающие анализ психолого-педагогической и лингводидактической литературы, обобщение и систематизацию научных данных, педагогическое наблюдение, диагностические процедуры и опытно-экспериментальную апробацию разработанных заданий.

Результаты исследования и их обсуждение

Содержание обучения языковым аспектам немецкого языка и письменной комму-

никации определялось в строгом соответствии с требованиями рабочей программы дисциплины «Практика устной и письменной речи» (раздел 2 «Покупки»). В исследовании, проведенном среди студентов-бакалавров 3-го курса профиля «Иностранный язык (английский). Иностранный язык (немецкий)», применялся комплекс средств обучения, сочетающий функционал диалогового ассистента GigaChat с материалами традиционных учебных пособий.

Для решения поставленных исследовательских задач был разработан комплекс заданий, направленный на развитие лексико-грамматических навыков и умений письменного общения на немецком языке. Комплекс структурирован по уровням речевой самостоятельности (репродуктивный, репродуктивно-продуктивный и продуктивный) и соотнесен с уровнем владения языком B1. Методический дизайн заданий основывается на трехэтапной модели освоения языкового материала, включающей 1) презентацию и первичную отработку, 2) формирование и автоматизацию навыков, 3) этап речевой практики.

Применительно к формированию умений письменного общения первый и второй этапы в рамках указанной модели функционируют как блок подготовительных упражнений. Они включают упражнения на трансформацию, сжатие/расширение предложений, группировку элементов, эквивалентные замены (лексические и грамматические) и развитие навыков вопросно-ответного взаимодействия, развивая тем самым базовые компоненты письменного высказывания.

Содержательную базу заданий составили лексический материал раздела «Покупки», грамматические темы «Склонение прилагательных», «Образование и употребление степеней сравнения», «Синтаксические конструкции с причинными союзами *weil/denn*», «Пассивный залог». Каждое задание в данной трехуровневой модели выполняет строго определенную дидактическую функцию, обеспечивая поступательное движение от рецепции и аналитической работы к свободному продуцированию и рефлексии. Приведем несколько заданий в качестве примеров.

Задание 1. „Von den Feinheiten des Vokabulars zum lebendigen Dialog“ («От тонкостей словарного запаса к живому диалогу»). Комплексное рецептивно-продуктивное задание с элементами метаязыковой рефлексии и речевой практики сочетает анализ информации (работа с диалоговым ассистентом GigaChat), ее систематизацию (создание правил-подсказок) и творческое

применение (составление диалога). Цель: развитие лексических навыков у студентов через осознанное различение смысловых и стилистических оттенков синонимичных слов и их последующее аутентичное употребление в речи. Этапы выполнения задания:

1. Студенты запрашивают у GigaChat информацию, используя промпт: *Du bist deutscher Lexikograf. Erläutere die Unterschiede im Gebrauch und die stilistischen Nuancen der folgenden Wortpaare / Wortgruppen zum Thema „Einkaufen“: [WORTPAARE / WORTGRUPPEN EINFÜGEN]. Gib zu jedem Wort einen typischen Beispielsatz an. Gib deine Antwort auf Deutsch an. / Ты – лексикограф немецкого языка. Объясни разницу в употреблении и стилистических оттенках следующих пар/групп слов по теме «Покупки»: [ВСТАВЬ ПАРЫ/ГРУППЫ СЛОВ]. Для каждого слова приведи по одному характерному примеру предложения. Ответ дай на немецком языке.*

2. Обучающиеся анализируют ответ ИИ, на основе примеров формулируют простое правило-подсказку для каждой пары слов на русском языке (например: «*der Markt* – часто означает рыночную площадь или базар; *der Supermarkt* – большой магазин самообслуживания; *der Laden* – любая торговая точка, магазинчик»).

3. На следующем этапе студентам предлагается составить письменный мини-диалог (4–6 реплик) „Fragen eines Passanten“ («Вопросы прохожего»), где обучающийся трижды спрашивает „Wo kann man hier... kaufen?“ (фрукты, бытовую химию, кроссовки), используя разные слова из первой пары, а диалоговый ассистент GigaChat дает разные ответы.

Таким образом, представленное задание сконструировано по принципу постепенного снижения языковой поддержки: от рецептивно-репродуктивной работы с заданной лексикой и грамматикой к продуцированию самостоятельного творческого письменного высказывания. Данный подход способствует не только развитию языковых навыков (лексических, грамматических), но и формированию критического мышления, а также профессионального подхода к анализу и созданию текстового материала.

Задание 2. „Lexikalisches Mosaik: vom semantischen Feld zum Rattext“ («Лексическая мозаика: от семантического поля к тексту-рекомендации»). Лексико-продуктивное задание с элементами контролируемого продуцирования текста способствует развитию лексических навыков через систематизацию и активизацию лексики. Задание предполагает интеграцию нейросетевого контента (сгенерированное семантическое

поле) как промежуточный этап для последующего целенаправленного письменного высказывания с конкретной коммуникативной целью. Последовательность выполнения задания:

1. Обучающиеся формируют запрос к GigaChat на основе следующего промпта: *Erstelle für den Schlüsselbegriff «Der Einkauf» ein erweitertes Wortfeld in deutscher Sprache. Füge mindestens 15 nach Kategorien gruppierte Schlüsselwörter / Wortgruppen ein (z. B. Verkaufseinrichtungen: der Supermarkt, die Boutique; Handlungen: anprobieren, umtauschen). Form es in Form einer strukturierten Liste oder eines Schemas / Создай развернутое лексико-семантическое поле на немецком языке для ключевого понятия «Der Einkauf». Включи не менее 15 ключевых слов / словосочетаний, сгруппированных по категориям, например: Места торговли: der Supermarkt, die Boutique; Действия: anprobieren, umtauschen. Оформи в виде структурированного списка или схемы.*

2. Студенты анализируют полученное от GigaChat структурированное семантическое поле и осуществляют отбор лексических единиц из представленных категорий.

3. На основе сгенерированного и проанализированного семантического поля обучающиеся составляют короткий связный текст рекомендательного характера (объемом 80–100 слов) для иностранца на тему „Wie kauft man intelligent ein?“ («Как делать покупки с умом?»). Важным условием является интеграция в текст не менее восьми лексических единиц из различных категорий семантического поля.

4. Студенты выделяют использованные лексические единицы в своем тексте и указывают их принадлежность к соответствующим категориям семантического поля.

5. Завершающим этапом является подготовка отчета о проделанной работе, включающего сгенерированное семантическое поле, написанный текст-совет и маркировку использованной лексики.

Задание 3. „Produzieren – Analysieren – Reflektieren: Ein Dreischritt mit GigaChat“ («Создавать – анализировать – рефлексировать: трехфазовая работа с GigaChat»). Грамматико-продуктивное задание с элементами метакогнитивной рефлексии и применения диалогового ассистента GigaChat способствует совершенствованию навыка использования грамматических структур (придаточные предложения, пассив) в письменной речи. Этапы выполнения задания:

1. На начальном этапе студенты пишут короткий рассказ (8–10 предложений) на тему „Mein schlimmster Einkauf“ («Моя худшая покупка»), сознательно включая

в него 2–3 придаточных предложения с союзами *weil* или *dass* и 1–2 предложения в настоящем или прошедшем времени страдательного залога, например: „*Mir wurde ein defektes Handy verkauft*“.

2. Далее обучающиеся обращаются к GigaChat с запросом следующего содержания: *Vor dir liegt ein Text eines Studierenden auf dem Niveau B1. Führe eine grammatische Analyse durch. [EIGENEN TEXT EINFÜGEN]. 1) Identifiziere und korrigiere alle grammatischen Fehler, insbesondere bezüglich der Wortstellung im Nebensatz und der Passivbildung. 2) Erkläre kurz jede Korrektur auf Deutsch, z.B.: „Im Nebensatz steht das Verb am Ende“. 3) Bewerte insgesamt, wie korrekt die Zielgrammatikstrukturen angewendet wurden. / Перед тобой текст студента уровня B1. Проведи грамматический анализ. [ВСТАВЬ СВОЙ ТЕКСТ]. 1) Найди и исправь все грамматические ошибки, особенно в порядке слов в придаточных предложениях и образовании форм пассива. 2) Объясни кратко каждое исправление на немецком языке, например: „Im Nebensatz steht das Verb am Ende“. 3) Дай общую оценку, насколько правильно были применены целевые грамматические структуры.*

3. Обучающиеся корректируют свой текст на основе полученной от ИИ обратной связи и составляют письменный комментарий (на русском языке), в котором анализируют собственные ошибки.

Задание 4. „Vergleichen und entscheiden: Der beste Einkaufsort“ («Сравнить и принять решение: лучшее место для покупок»). Задание активизирует лексику по теме „Einkaufen“ и грамматический материал по теме «Склонение прилагательных», причинные придаточные предложения с *weil* и *denn*, а также управление глаголов для написания аргументированного текста-рассуждения. Данное задание выполняется в несколько этапов:

1. Преподаватель предлагает студентам решить следующую коммуникативную задачу: *Sie sind der Autor einer Kolumne im Studentenmagazin. Bereiten Sie eine kurze schriftliche Empfehlung (100–120 Wörter) für Erstsemester zum Thema «Wohnraumgestaltung im Wohnheim» vor. Im Text ist es notwendig, die Wahl des Ortes zu argumentieren, um Einkäufe zu tätigen, indem die Möglichkeiten großer SB-Warenhäuser und kleiner lokaler Geschäfte verglichen werden. Ihr Text sollte einen Vergleich und eine persönliche Empfehlung enthalten. / Вы – автор колонки в студенческом журнале. Подготовьте краткую письменную рекомендацию (100–120 слов) для первокурсников на тему «Обустройство жилого пространства в общежитии».*

В тексте необходимо аргументировать выбор места для совершения покупок, сравнив возможности крупных гипермаркетов и небольших местных магазинов. Ваш текст должен содержать сравнение и личную рекомендацию.

Студенты отправляют GigaChat следующий запрос: *Hilf mir bitte bei einem Schreibprojekt auf Deutsch (Niveau B1). Ich vergleiche große Supermärkte und kleine Läden für den Einkauf von Dingen für ein Studentenzimmer:*

– *Wortschatz: Gib mir zwei Listen mit je 4–5 typischen Artikeln (Gegenständen), die man in einem großen Möbelhaus bzw. in einem kleinen Laden für ein Studentenzimmer kaufen kann.*

– *Grammatikhilfe: Gib mir 4–5 Beispielsätze für Vergleiche mit den Wörtern: billig / teuer im Komparativ (z.B.: „In großen Märkten ist es oft billiger.“), groß / klein im Komparativ oder Superlativ, gut / praktisch im Superlativ für eine Empfehlung (z.B.: „Am praktischsten ist es oft...“); einen Satz mit „weil“, einen Satz mit „denn“, um einen Grund zu nennen. Die Sätze sollen zum Thema „Einkaufen“ passen. Из сгенерированного ИИ текста обучающиеся выписывают в рабочие тетради: 1) списки товаров; 2) 2–3 самые полезные грамматические конструкции для сравнения.*

2. Используя слова из ответа ИИ и ранее усвоенные знания, студенты составляют 6 законченных предложений по заданному образцу: *Muster: 1) (Vergleich + Artikel): In einem großen Supermarkt sind Tische und Stühle oft billiger als in einem kleinen Laden; 2) (Vorteil mit weil): Kleine Läden sind gut, weil die Beratung dort persönlicher ist; 3) (Nachteil mit denn): In großen Märkten muss man oft lange suchen, denn sie sind sehr groß; 4) (Superlativ für Empfehlung): Für eine gemütliche Atmosphäre ist eine Lampe aus einem kleinen Laden am schönsten; 5) (Vergleich + anderer Artikel): Die Auswahl an Teppichen ist in einem Möbelhaus größer; 6) (Grund mit weil / denn für deine Wahl): Ich empfehle..., weil/denn...*

3. Далее обучающимся предлагается на основе подготовленных материалов составить связный текст-рекомендацию для журнала, который обязательно должен включать: 1) не менее пяти лексических единиц из перечня товаров, сгенерированных GigaChat; 2) два предложения в сравнительной степени и одно – в превосходной степени; 3) по одному предложению с союзами *weil* и *denn*.

Следует начать текст с представления темы, затем привести аргументы «за» и «против» для каждого варианта, закончить четко сформулированной личной рекомендацией.

4. На следующем этапе обучающиеся осуществляют самоконтроль грамматической корректности созданных текстов, используя возможности GigaChat посредством специально сформулированного запроса: *Überprüfe diesen deutschen Text (Niveau B1) auf grammatikalische Fehler, besonders in den Vergleichsformen (Komparativ / Superlativ) und in den Sätzen mit „weil“ und „denn“. Korrigiere die Fehler kurz und erkläre sie in einem Satz. Hier ist der Text: [DER TEXT]*. После получения ответа от ИИ обучающиеся аннотируют свой исходный текст цветовой маркировкой: желтым – все прилагательные в сравнительной и в превосходной степени; зеленым – придаточное предложение с союзом *weil*; синим – предложение с союзом *denn*. При этом студентам необходимо убедиться, что все обязательные элементы (п. 3 задания) присутствуют и грамматически корректны.

5. В заключение обучающиеся выполняют письменный самоанализ (на русском языке), комментируя: 1) сложности в использовании сравнительной/превосходной степени прилагательных и синтаксисе предложений с *weil* и *denn*, с указанием причин; 2) влияние предварительного этапа взаимодействия с GigaChat на уверенность в написании текста; 3) наиболее полезные элементы ответа ИИ.

Следовательно, это упражнение построено на сочетании коммуникативно-ориентированного подхода (в форме написания текста-рекомендации) и акцентированной языковой отработки. Диалоговый ассистент GigaChat используется как для предоставления необходимого языкового материала (этап 1), так и для обеспечения коррективной обратной связи (этап 4), что позволяет обучающимся сконцентрироваться на осознанном и грамматически верном использовании целевых структур в связном письменном высказывании.

Задание 5. „Analyse und Erstellung eines adressatenbezogenen Prosatextes“ («Анализ и создание текста-прототипа с учетом адресата»). Задание способствует формированию у обучающихся умения осознанной адаптации стиля, тона, лексики и синтаксических структур письменного сообщения

в зависимости от коммуникативной ситуации и характеристик получателя. Алгоритм выполнения задания:

1. Обучающиеся формулируют запрос к GigaChat: *Vergleiche zwei kurze Texte auf Deutsch zu einem Thema: „Anfrage zur Lieferzeit“. Der erste Text ist an einen Freund gerichtet, der in einem Geschäft arbeitet. Der zweite ist eine offizielle Supportanfrage an einen unbekannten Mitarbeiter. Zeige anhand konkreter Beispiele (Anrede, Wortschatz, Syntax, Anfrage), wie sich die Sprache je nach Empfänger ändert. Sei kurz und konkret! / Сравни два коротких текста на немецком языке на тему: «Запрос о сроке доставки». Первый текст адресован другу, который работает в магазине. Второй – официальный запрос в службу поддержки неизвестному сотруднику. Покажи на конкретных примерах (обращение, лексика, синтаксис, просьба), как меняется язык в зависимости от адресата. Будь краток и конкретен!* После получения ответа студенты анализируют сгенерированный ИИ материал, выделяя ключевые различия в регистре и стилистике.

2. На основе проведенного GigaChat анализа обучающиеся создают два письменных сообщения по заданной ситуации: 1) неформальное сообщение для семейного чата в мессенджере (Max), адресованное родственнику, работающему в крупном магазине электроники (объем: 3–4 предложения); 2) официальное электронное письмо-запрос в сервисный центр интернет-магазина (объем: 100–120 слов).

3. После написания текстов студенты комментируют выбор стилистических, лексических, грамматических и тональных средств, объясняя логику внесенных изменений и их соответствие выбранному адресату и коммуникативной ситуации.

Качество выполнения итогового контрольного задания оценивалось по пяти ранее установленным критериям, идентичным тем, что использовались на констатирующем этапе эксперимента при анализе ответных сообщений студентов на сообщение-стимул. В таблице приведены количественные результаты сравнительного анализа.

Результаты контрольных срезов в начале и конце эксперимента

	До эксперимента % (чел.)	После эксперимента % (чел.)
Число студентов, не выполнивших задание	39 (14)	18 (7)
Число студентов, успешно выполнивших задание	61 (22)	82 (29)

Примечание: составлена авторами на основе источника [13].

Сравнительный анализ результатов, полученных на констатирующем и контрольном этапах эксперимента, выявил статистически значимую положительную динамику уровня сформированности лексико-грамматических навыков и умений письменной коммуникации на немецком языке у обучающихся. Успешность выполнения итоговых заданий увеличилась с 61 до 82 %. Полученные данные позволяют констатировать эффективность интеграции диалогового ассистента GigaChat в процесс обучения языковым аспектам и письменной речи будущих учителей иностранного языка.

Заключение

Проведенное исследование подтвердило эффективность интеграции отечественного диалогового ассистента GigaChat в процесс обучения иностранному языку будущих учителей. В ходе теоретического анализа и разработки методического инструментария было установлено, что системное внедрение в учебный процесс специализированных промптов, направленных на анализ языковых особенностей, систематизацию лексики, проверку грамматической корректности и создание письменных адресатно-ориентированных текстов, в совокупности с моделью «продуцирование – анализ – рефлексия» способствует целенаправленному формированию лексико-грамматических навыков и умений письменной коммуникации на иностранном языке. Обоснованность данного утверждения подтверждается результатами сопоставительного анализа успешности выполнения диагностических заданий до и после реализации формирующего эксперимента.

Таким образом, корректная интеграция диалогового ассистента GigaChat в практику преподавания дисциплины выступает как эффективное многофункциональное средство. Оно обеспечивает доступ к экспертной лингвистической информации и аутентичным языковым моделям; возможность организации формирующего оценивания и мгновенной обратной связи по грамматическим и лексическим аспектам письменной речи; создание условий для развития метаязыковой рефлексии и навыков критического анализа цифрового контента; моделирование реальных профессионально-педагогических задач, таких как адаптация материала и создание инструкций.

Результаты исследования подтверждают целесообразность внедрения диалогового ассистента GigaChat в процесс профессиональной подготовки педагогов и подчеркивают необходимость его системного методического обеспечения. Перспектив-

ным направлением дальнейших изысканий представляется изучение влияния нейросетей на развитие дискурсивной, социокультурной и собственно методической компетенций будущих учителей.

Список литературы

1. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации (с изменениями на 15 марта 2021 года) // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420384257> (дата обращения: 28.01.2026).
2. Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годы): утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № 3684-р. [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/skzO0DEvyFOIBtXobzPA3zTyC71cRAOi.pdf> (дата обращения: 27.01.2026).
3. Левина Е. А., Вишленкова С. Г., Варданян Л. В. Формирование функциональной грамотности у будущих учителей иностранных языков // Гуманитарные науки и образование. 2023. Т. 14. № 3 (55). С. 70–76. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54789738> (дата обращения: 24.01.2026). DOI: 10.51609/2079-3499_2023_14_03_70. EDN: MGVMCY.
4. Ярцева Е. Я. Интеграция искусственного интеллекта в образование // Проблемы современного педагогического образования. 2024. № 85–2. С. 398–401. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-iskusstvennogo-intellekta-v-obrazovanie> (дата обращения: 27.01.2026). EDN: HHHQVY.
5. Шобонов Н. А., Булаева М. Н., Зиновьева С. А. Искусственный интеллект в образовании // Проблемы современного педагогического образования. 2023. № 79–4. С. 288–290. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-obrazovanii-1> (дата обращения: 24.01.2026). EDN: IPRJAG.
6. Резаев А. В., Трегубова Н. Д. ChatGPT и искусственный интеллект в университетах: какое будущее нам ожидать? // Высшее образование в России. 2023. Т. 32. № 6. С. 19–37. URL: <https://elibrary.ru/gzjzjj> (дата обращения: 22.01.2026). DOI: 10.31992/0869-3617-2023-32-6-19-37. EDN: GZJZJJ.
7. Сысоев П. В. Искусственный интеллект в образовании: осведомленность, готовность и практика применения преподавателями высшей школы технологий искусственного интеллекта в профессиональной деятельности // Высшее образование в России. 2023. Т. 32. № 10. С. 9–33. URL: <https://elibrary.ru/tzytkm> (дата обращения: 23.01.2026). DOI: 10.31992/0869-3617-2023-32-10-9-33. EDN: TZYTKM.
8. Кузнецова Г. А. Использование нейросетей при обучении иностранному языку в вузе // Международный научно-исследовательский журнал. 2025. № 1 (151). URL: <https://research-journal.org/archive/1-151-2025-january/10.60797/IRJ.2025.151.95> (дата обращения: 29.01.2026). DOI: 10.60797/IRJ.2025.151.95.
9. Ивахненко Е. Н., Никольский В. С. ChatGPT в высшем образовании и науке: угроза или ценный ресурс? // Высшее образование в России. 2023. Т. 32. № 4. С. 9–22. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chatgpt-v-vysshem-obrazovanii-i-nauke-ugroza-ili-tsennyy-resurs> (дата обращения: 29.01.2026). DOI: 10.31992/0869-3617-2023-32-4-9-22. EDN: TZHINU.
10. Сысоев П. В., Филатов Е. М., Евстигнеев М. Н., Поляков О. Г., Евстигнеева И. А., Сорокин Д. О. Матрица инструментов искусственного интеллекта в лингвометодической подготовке будущих учителей иностранного языка // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2024. Т. 29. № 3. С. 559–588. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/matritsa-instrumentov-iskusstvennogo-intellekta-v-lingvometodicheskoy-podgotovke-buduschih-uchiteley-inostrannogo-yazyka> (дата обращения: 23.01.2026). DOI: 10.20310/1810-0201-2024-29-3-559-588.

11. Сорокин Д. О. Использование голосовых помощников для развития устных иноязычных речевых умений обучающихся // Иностранные языки в школе. 2024. № 3. С. 73–77. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=65364557> (дата обращения: 24.01.2026). EDN: RFMSMK.
12. Гимадиева Э. Н. Потенциал лингвоинформационной технологии нейросети Gliglish при обучении иноязычному устному общению студентов языкового вуза // Филология и культура. 2024. № 2 (76). С. 272–280. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=67883700> (дата обращения: 23.01.2026). DOI: 10.26907/2782-4756-2024-76-2-272-280. EDN: UKAAQR.
13. Левина Е. А. Реализация речетворчества на иностранном языке с помощью искусственного интеллекта в педагогическом вузе // Современные наукоемкие технологии. 2025. № 7. С. 119–125. URL: <https://top-technologies.ru/article/view?id=40449> (дата обращения: 21.01.2026). DOI: 10.17513/snt.40449. EDN: YONJRI.
14. Вишленкова С. Г., Левина Е. А. Дидактический потенциал ChatGPT-4O в обучении иностранным языкам в педагогическом вузе // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 6. С. 100–106. URL: <https://top-technologies.ru/article/view?id=40071> (дата обращения: 23.01.2026). DOI: 10.17513/snt.40071. EDN: CZZDHQ.
15. Сысоев П. В. Принципы обучения иностранному языку на основе технологий искусственного интеллекта // Иностранные языки в школе. 2024. № 3. С. 6–17. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=65364548> (дата обращения: 26.01.2026). EDN: HORGDD.
16. Кравцова А. Г. ChatGPT-3: перспективы использования в обучении иностранному языку // Мир науки, культуры, образования. 2023. № 3 (100). С. 33–35. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54205715> (дата обращения: 26.01.2026). DOI: 10.24412/1991-5497-2023-3100-33-35. EDN: TPVYBU.
17. Авраменко А. П., Ахмедова А. С., Буланова Е. Р. Технология чат-ботов как средства формирования иноязычной грамматической компетенции при самостоятельном обучении // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2023. Т. 28. № 2. С. 386–394. URL: <https://elibrary.ru/abfjqp> (дата обращения: 25.01.2026). DOI: 10.20310/1810-0201-2023-28-2-386-394. EDN: ABFJQP.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Финансирование: Статья опубликована при поддержке гранта на проведение исследований по приоритетным направлениям научной деятельности МГПУ им. М. Е. Евсевьева и университетов-партнеров.

Financing: The article was published with the support of a research grant for priority areas of scientific activity at Mordovian State Pedagogical University named after M. E. Evsevev and its partner universities.



ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

¹Левина Е. Ю. ORCID ID 0000-0002-3216-249,

²Голубь И. Б. ORCID ID 0009-0001-6128-142X

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева»,
Казань, Российская Федерация, e-mail: frau.levina2010@yandex.ru;

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема», Биробиджан,
Российская Федерация

Актуальность исследования определяется необходимостью разработки педагогических механизмов, способствующих формированию диагностического инструментария оценки универсальных учебных действий и личностных результатов младших школьников. Цель исследования заключается в разработке и апробации системы оценки развития творческого потенциала младших школьников в рамках учебной проектной деятельности. Проектная деятельность младших школьников нацелена на формирование и развитие целеустремленной, мыслящей и творческой личности, адаптированной к быстроменяющемуся миру. На основании личностно-деятельностного подхода определена сущность понятия «творческий потенциал младшего школьника» как совокупность личностных качеств, способностей и психологических особенностей ребенка 6–10 лет, которые проявляются в оригинальном восприятии мира, нестандартном мышлении и способности создавать новые идеи, образы или решения поставленных предметных и социальных задач в учебной деятельности. Развитию этого личностного новообразования служит специальным образом организованная для младших школьников проектная деятельность разного типа. Творческая направленность к организации проектной деятельности позволяет превратить стандартные учебные задания в увлекательные исследования, стимулирующие воображение, инициативу и самостоятельность. Опора на проектный подход и закономерности проектной деятельности обучающихся позволили обнаружить оценочные критерии развития творческого потенциала младших школьников. Представлена теоретическая модель системы оценки развития творческого потенциала младших школьников, позволяющая осуществить индивидуальную и групповую диагностику в целях совершенствования процесса обучения. Внедрение авторской системы в практику проектной деятельности начальной школы позволило доказать ее эффективность, способствующую получению качественного инструмента для диагностики, который позволяет объективно и системно оценивать прогресс каждого обучающегося; определить барьеры их развития; обеспечить целевую педагогическую поддержку обучающихся, обеспечить совершенствование проектной деятельности учителя.

Ключевые слова: младшие школьники, творческий потенциал, проектная деятельность, оценочная система, развитие

ASSESSMENT OF THE DEVELOPMENT OF CREATIVE POTENTIAL IN PRIMARY SCHOOL CHILDREN THROUGH PROJECT ACTIVITIES

¹Levina E. Yu. ORCID ID 0000-0002-3216-249,

²Golub I. B. ORCID ID 0009-0001-6128-142X

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev”,
Kazan, Russian Federation, e-mail: frau.levina2010@yandex.ru;

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Amur State University named after Sholom Aleichem”, Birobidzhan, Russian Federation

The relevance of the research is determined by the need to develop pedagogical mechanisms that contribute to the formation of diagnostic tools for assessing the universal learning actions and personal results of primary school children. The aim of the research is to develop and test a system for assessing the development of creative potential in primary school children within the framework of educational project activities. The project activity of primary school children is aimed at forming and developing a purposeful, thinking, and creative personality, adaptable to a rapidly changing world. Based on the person-activity approach, the essence of the concept “creative potential of a primary school child” is defined as a combination of personal qualities, abilities, and psychological characteristics of a child aged 6–10, which manifest in an original perception of the world, non-standard thinking, and the ability to generate new ideas, images, or solutions to assigned subject-specific and social tasks in learning activities. The development of this personal formation is served by specially organized project activities of various types for primary school children. A creative orientation in organizing project activities allows transforming standard learning tasks into engaging investigations that stimulate imagination, initiative, and independence. Relying on the project-based approach and the patterns of students’ project activities enabled the identification of evaluation criteria for the development of creative potential in primary school children. A theoretical model of a system for assessing the development of creative potential in primary school children is presented, allowing for individual and group diagnostics to improve the learning process. The implementation of the author’s system in the practice of primary school project activities proved its effectiveness, contributing to: obtaining a high-quality diagnostic tool that allows for objective and systematic assessment of each student’s progress; identifying barriers to their development; providing targeted pedagogical support for students; and improving the teacher’s project activity.

Keywords: primary school children, creative potential, project activity, assessment system, development

Введение

Современная система начального образования сталкивается с рядом проблем педагогической деятельности – низкая мотивация обучающихся, пассивное отношение к обучению, рассеянное внимание, гаджетозависимость и пр. [1]. Эти факторы негативно влияют на уровень усвоения знаний, развитие критического мышления и самостоятельных учебных навыков у младших школьников, обуславливая привычку к формальному освоению школьной программы, внеучебным мероприятиям и «отсиживанию» занятий, что формирует негативную стратегию дальнейшего обучения. Между тем в условиях тотальной цифровизации и ускоренного научно-технического прогресса возрастает потребность в подготовке креативных, инициативных и умелых в решении нестандартных задач личностей, чей творческий потенциал и способности обеспечат кадровые потребности сектора экономики в будущем. Особое значение приобретает и развитие навыков проектной деятельности как эффективного инструмента формирования универсальных учебных действий, самостоятельности и ответственности, необходимых для успешной социализации и самоуправления человека в современном обществе [2; 3].

В этом контексте важно создание системной, объективной и дифференцированной системы оценки развития творческого потенциала младших школьников в рамках проектной деятельности, которая способствует личностному росту и развитию каждого ученика, а также совершенствованию проектной деятельности младших школьников в целом.

Цель исследования – разработка и апробация системы оценки развития творческого потенциала младших школьников в рамках учебной проектной деятельности.

Материалы и методы исследования

При проведении исследования авторами использованы методы понятийно-терминологического анализа, теоретико-методологического анализа, педагогического моделирования и эмпирические методы (педагогическое наблюдение, измерение, интерпретация, экспертная оценка, сравнение и др.), позволившие апробировать теоретические положения исследования в педагогической практике. Апробация результатов исследования проведена в средней общеобразовательной школе № 8 г. Биробиджан, всего в исследовании приняли участие 50 учеников третьего класса.

Теоретический базис исследования составляет концепция Д. Б. Богоявленской,

рассматривающей творчество «...как дериват интеллекта, преломленного через структуру личности, которая либо тормозит (и тогда умственные способности могут “дремать”), либо стимулирует их проявление» [4, с. 98]. Такой ракурс позволяет «культивировать» творческую составляющую младшего школьника, развивая его личностные качества, позволяя обучающемуся привлечь свою фантазию, допустить неочевидное, то есть выйти за рамки типового мышления в ходе решения доступных для него задач.

В психолого-педагогических исследованиях сущностное определение «творческого потенциала» представлено в работах: В. П. Тигрова, подчеркивающего потребности человека в творческом саморазвитии, тем самым обеспечивая его движущую силу и представляя его как «системообразующее качество человека» [5]; Л. Г. Ожигановой, Л. В. Лежниной, делающих акцент на открытости личности ко всему новому как составляющей творческого потенциала [6]; В. А. Андреева, связывающего творческий потенциал личности с творческим саморазвитием и самопознанием личности [7]; С. В. Тетеркина и А. В. Подосинниковой, определяющих результативность творческого потенциала в уникальном ценностном аспекте [8]. Наше исследование базируется на концепции Н. В. Уваровой, представившей творческий потенциал младших школьников как «комплекс творческих способностей, проявляющихся и развивающихся в продуктивной деятельности, а также комплекс психических новообразований личности, формирующихся на протяжении ее возрастного созревания» [9].

Сообразно установленным Л. С. Выготским закономерностям о творческой деятельности «...она возникает не сразу, а очень медленно и постепенно, развивается из более элементарных и простых форм в более сложные, на каждой возрастной ступени она имеет свое собственное выражение» [10, с. 8], в рамках учебной деятельности младших школьников необходимо создавать условия, дать место творчеству. Постепенный переход от репродуктивной к творческой деятельности позволит совершить формирование у младших школьников устойчивых способов решения задач через творчество, обеспечивающего не только развитие интеллекта, но и адаптивность к жизнедеятельности [11; 12].

Методологической основой исследования выступает личностно-ориентированный подход, инициирующий идею развития творческого потенциала личности младшего школьника в ходе проектной деятельности [13; 14].

Результаты исследования и их обсуждение

Рассматривая психолого-педагогические особенности младших школьников, отметим высокую значимость развития познавательных механизмов, во многом определяющих успешность обучения: именно в этот период формируются все основные компоненты учения: учебные действия, контроль, саморегуляция, закрепляется мотив достижения успехов и формируется самооценка как постоянное личностное качество человека и субъектное становление ребенка. Авторами уточнено понятие «творческий потенциал младшего школьника» как совокупность личностных качеств, способностей и психологических особенностей ребенка 6–10 лет, которые проявляются в оригинальном восприятии мира, нестандартном мышлении и способности создавать новые идеи, образы или решения поставленных предметных и социальных задач в учебной деятельности.

Идентификации ключевых компонентов творческого потенциала младшего школьника способствовала группировка психолого-педагогических особенностей рассматриваемой возрастной группы [15], что позволило представить творческий потенциал младшего школьника как личностное новообразование, выраженное совокупностью мотивационного (внутренняя побудительная сила, инициирующая творческую деятельность); когнитивного (совокупность умственных способностей, базовых знаний и навыков, необходимых для творчества) и эмоционально-поведенческого (эмоциональное отношение обучающегося к процессу и результату собственной деятельности, обеспечивающее активность в воплощении творческого замысла) компонентов.

Оценка развития творческого потенциала младшего школьника в проектной деятельности представляет собой комплекс методов, критериев и инструментов, направленных на выявление изменений и является важным управленческим инструментом для администрации, педагогов, родителей и самих младших школьников. Она позволяет получить достоверные данные о ходе и результатах проектной деятельности учеников, своевременно осуществлять коррекцию педагогических действий, в том числе и во взаимодействии с родителями, и, следовательно, улучшать образовательные результаты и развивать педагогический опыт проектной деятельности.

Авторская теоретическая модель оценки развития творческого потенциала младшего школьника включает в себя целевой,

методологический, содержательный, технологический и результативный блоки.

Целевой блок обобщает стратегический и тактический аспекты оценки: оценка развития творческого потенциала младшего школьника в проектной деятельности служит общей задаче повышения качества образования в целом за счет решения следующих задач:

1) индивидуальная оценка развития творческого потенциала каждого ученика с целью персонализации обучения;

2) групповая оценка развития творческого потенциала класса с целью отслеживания учителем барьеров реализации педагогических проектов;

3) внешняя экспертная оценка проектной деятельности в целом с целью обеспечения верификации и социализации учебных проектов, развития всех участников проектной деятельности.

Методологический блок включает личностно-ориентированный подход и принципы оценивания развития творческого потенциала младшего школьника в проектной деятельности (принципы системности, объективности, критериальности, развития и дифференциации).

Содержательный блок раскрывает особенности построения оценочной системы как совокупности индивидуальных, групповых и экспертных оценок. Индивидуальная оценка предусматривает наличие карты проектной деятельности для каждого ученика, где по результатам каждого проекта в соответствии с выделенными критериями (таблица) фиксируется динамика развития творческого потенциала младшего школьника, его качественные изменения в разных видах проектной деятельности. Критериальная оценка производится по уровням и поставленным им в соответствии баллам: низкий 1–3 балла, средний 4–7 баллов, высокий 8–10 баллов.

Итоговая индивидуальная оценка формируется по средним баллам покомпонентной критериальной оценки и служит задаче выявления индивидуальных проблем, пробелов и (при необходимости) организации педагогической поддержки и включения родителей ученика в развитие творческого потенциала. Групповая оценка нацелена на выявление динамики развития творческого потенциала всего класса (по усредненным значениям по каждому проекту), что позволяет оценить ход проектной деятельности в целом, то есть осуществить педагогическую рефлексию с целью выявления проблем, барьеров и преимуществ каждого проекта.

Структурные компоненты творческого потенциала младшего школьника

Компонент	Критерии	Признаки
Мотивационный	Наличие познавательной мотивации	Личный интерес, проявляющийся в выборе темы, выбору способа выполнения проекта, в типе презентации Выполнение творческих заданий без внешнего принуждения Готовность отвечать на вопросы по проекту
	Любознательность и познавательная инициатива	Задаёт вопросы исследовательского типа по теме проекта Самостоятельно ищет дополнительную информацию Проявляет интерес к смежным темам, выходящим за рамки обязательного задания
	Готовность к творчеству и творческому риску	Стремление к самореализации через творчество и эксперимент Не боится предлагать оригинальные идеи Стремление к высокому результату выполнения проекта
Когнитивный	Продуктивность и гибкость мышления	Генерирует идеи по теме проекта Выстраивает логическую цепочку действий по проекту Легко переключается с одной идеи на другую, видит проблему под разными углами
	Оригинальность мышления	Замечает несоответствия и противоречия в информации Выдвигает неочевидные идеи, отличающиеся от общепринятых Меняет стратегию достижения цели
	Проактивность знаний	Демонстрирует знания и их применение в условиях проекта Способен к абстракции и сравнению Способен к анализу и синтезу информации
Эмоционально-поведенческий	Эмоциональный отклик на задачу и процесс творческого проекта	Работает с увлечением, погружен в процесс выполнения творческого проекта Эмоционально реагирует на успехи и трудности Сопереживает героям или явлениям, если проект связан с ними
	Инициативность и самостоятельность в действиях	Стремится преодолеть трудности сам, прежде чем обратиться за помощью Пытается применить разные способы решения проектных задач Доводит начатое до конца
	Конструктивность в командном взаимодействии	Умеет спокойно и продуктивно работать в творческой группе Может отстаивать свою идею и идти на компромиссы в диалогах Имеет адекватную оценку и самооценку

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Экспертная оценка обобщает оценку проектной документации и результатов проектной деятельности учителя экспертами (представители администрации школы, опытные педагоги, приглашенные эксперты) с точки зрения определения степени соответствия применяемых педагогических проектов задаче развития творческого потенциала младшего школьника.

Технологический блок модели интегрирует диагностический инструментарий оценивания: индивидуальные карты учеников, диагностические таблицы класса, экспертные листы оценки проектов. Педагогическое наблюдение является основным методом индивидуальной оценки творческого потенциала младшего школьника и раскрывается в целенаправленном, систематическом фиксировании поведения, действий и личностных проявлений обучающихся в ходе проектной деятельности. Его преимуществами выступает возможность качественной оценки сложно измеримых качественных характеристик развития творческого потенциала младшего школьника, помогающей выявить скрытые преимуще-

ства или проблему каждого ученика. Статистическая оценка и анализ способствуют групповой оценке проектной деятельности; средние значения компонентов творческого потенциала всего класса позволяют оценить значимость проекта для учеников, его понимание, уровень погружения и самостоятельности, восприятие проектной деятельности в целом, а также служат точкой отсчета для индивидуальных рекомендаций. Метод экспертных оценок служит способом анализа результативности проектной деятельности учителя, способствуя определению уровня педагогического мастерства в разработке, организации, руководстве и реализации учебных проектов по развитию творческого потенциала младших школьников. Итоговая оценка проектной деятельности предполагает публичное обсуждение и конструктивную обратную связь.

Результативный блок модели обобщает выводные знания, получаемые в результате выполнения оценочных и диагностических процедур в индивидуальном аспекте (прогресс и рекомендации для каждого ученика) и педагогическом аспекте (рекомендации

для учителя по реализации и качеству проектной деятельности).

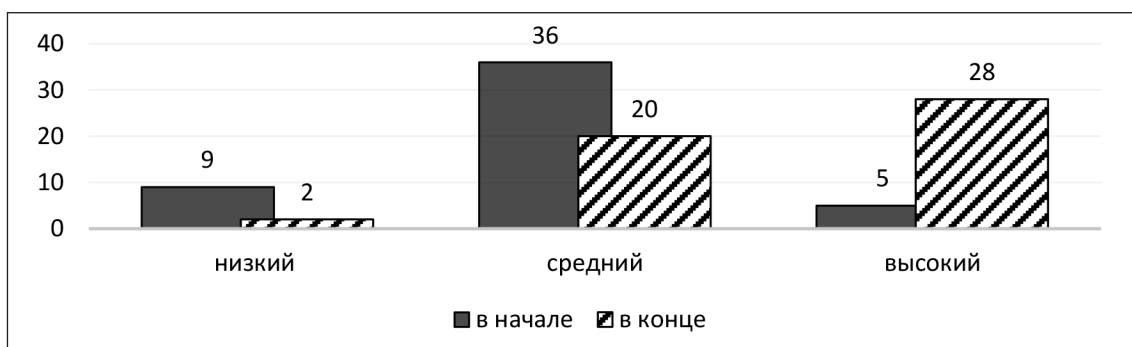
Апробация представленной системы оценки развития творческого потенциала младших школьников была проведена в средней общеобразовательной школе № 8 г. Биробиджана в течение 2024–2025 учебного года. В эксперименте участвовали школьники-третьеклассники (экспериментальная группа – 50 чел. из двух классов) и два учителя, совместно разрабатывавших учебные и внеучебные проекты. На констатирующем этапе эксперимента (начало эксперимента) была внедрена предложенная модель оценки зафиксированы начальный уровень развития творческого потенциала у каждого обучающегося и класса в целом (индивидуальная и групповая оценка). Проведенный анализ способствовал пониманию сильных и слабых сторон, выявил зоны роста для развития творческого потенциала младших школьников.

На формирующем этапе эксперимента в образовательную деятельность младших школьников был введен проектный метод обучения. Проектная деятельность носила интегративный характер, проводилась как в учебное, так и во внеурочное время в рамках предметов «Литературное чтение», «Я и мир», «Технология». Всего в течение учебного года обучающимися было выполнено 4 крупных проекта «Мой родной край» (проект 1), «Животные моего края» (проект 2), «Моя семья» (проект 3), «Моя школа» (проект 4) со сроком выполнения 3–4 недели, а также 8 мини-проектов (например, «Пшеница будет хлебом», «Эко Лапки» «Хвостатая планета» и др.) со сроками выполнения 1 неделя. Особое внимание учителей при выполнении проектов было направлено на поддержку обучающихся в переходе от информационно-репродуктивной (поиск и презентация фактов) к продуктивно-преобразовательной

проектной деятельности (поиск фактов – анализ – поиск проблемы – варианты решений – нестандартная презентация).

На контрольном этапе эксперимента индивидуальная оценка развития творческого потенциала была проведена для каждого обучающегося по каждому проекту. Оценивались сильные и слабые стороны, были даны рекомендации как самим ученикам, так и их родителям для расширения составляющих творческого потенциала младшего школьника – познавательной активности, формирования устойчивого интереса к темам проектов, поиску собственных идей и их презентации. В целом можно констатировать, что к середине учебного года такой тип работы стал привычным и даже желательным для большинства учеников экспериментальной группы, которые уже самостоятельно выдвигали идеи и решали поставленные задачи. Это подтверждается не только результатами педагогического наблюдения, но и полученной групповой оценкой по средним значениям индивидуальных оценок третьеклассников за каждый проект в течение учебного года (рисунок).

Как видно из диаграммы, в ходе проектной деятельности произошел существенный скачок в развитии творческого потенциала младших школьников: если в начале проектной деятельности высокий уровень развития творческого потенциала показали 3 чел., то к концу учебного года – 10 чел. Развитие творческого потенциала обучающихся (по оценкам учителей экспериментальных классов) способствовало повышению мотивации к обучению в целом, а также развитию коммуникаций и сплочению детского коллектива класса. Дополнительными преимуществами (отметили около 78 % родителей обучающихся) явилось снижение тревожности при выполнении проектов и подготовке к контрольным мероприятиям, а также рост успешности обучающихся в целом.



Динамика развития творческого потенциала младших школьников экспериментальных классов в начале и конце учебного года
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

Экспертная оценка проектной деятельности в экспериментальных классах выявила достаточно высокий уровень динамики развития творческого потенциала обучающихся. Кроме того, по результатам оценки были определены проекты, которые вызвали наименьший отклик у обучающихся, что потребовало коррекции их содержания с целью усиления их социально-педагогического воздействия. Большинство проектов, реализованных в ходе эксперимента, рекомендовано экспертами ко внедрению в остальных классах школы, как и применение представленной системы оценки развития творческого потенциала младших школьников.

Выводы

Обобщим педагогические функции представленной системы оценки: диагностическая (служит выявлению динамики личностного развития каждого ученика, оценке хода проектной деятельности и вовлеченности младших школьников в проектную деятельность; анализу готовности учителя к проектной деятельности); стимулирующая (обеспечивает переживание успеха и здоровую конкуренцию школьников; выявляет проблемы и барьеры каждого проекта и его педагогический потенциал); контролирующая (обеспечивает оценку индивидуальных и групповых достижений класса; выявление сильных и слабых мест в организации проектной работы).

Результаты проведенного эксперимента позволили сформулировать следующие педагогические выводы:

1. Комплексная диагностика (индивидуальная, групповая, экспертная оценка) и разнообразные методы оценки позволяют получить достаточно объективную картину развития творческого потенциала каждого ученика и определить необходимость своевременной коррекции педагогических стратегий.

2. Система взаимообмена и синергии педагогического опыта в разработке и реализации проектов позволяет совершенствовать содержание проектов и методическое сопровождение проектной деятельности.

3. Активизация и вовлечение родителей, привлечение внешних экспертов для оценки и поддержки детских проектов повышает мотивацию и практическую значимость работы младших школьников.

Список литературы

1. Толмачева Н. А., Любецкая Т. А. Актуальные проблемы современного начального общего образования //

Интерактивная наука. 2023. № 1. С. 27–29. URL: <https://interactive-plus.ru/e-publications/e-publication-880.pdf> (дата обращения: 18.09.2025). DOI: 10.21661/r-558944.

2. Шиничева И. Ю., Писаренко И. А. Взгляд администрации школ на организацию проектной деятельности: трудности и перспективы // Современное образование. 2022. № 1. С. 1–9. DOI: 10.25136/2409-8736.2022.4.39087.

3. Вахрушев С. А., Дмитриев В. А. Некоторые проблемы внедрения проектной деятельности в школьном образовании // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2021. № 1. С. 40–44. URL: DOI: 10.26140/anip-2021-1001-0008.

4. Богоявленская Д. Б. Психология творческих способностей: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: ИЦ «Академия», 2002. 320 с. ISBN 5-7695-0888-4.

5. Тигров В. П. Творческий потенциал личности учащегося: сущность, структура, уровни развития // Вестник Университета Российской академии образования. 2007. № 2. С. 50–55. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tvorcheskiy-potentsial-lichnosti-uchaschegosya-suschnost-struktura-urovni-razvitiya> (дата обращения: 22.09.2025).

6. Ожиганова Л. Г., Лежнина Л. В. Концепт «Творческий потенциал личности» в отечественной психолого-педагогической науке // Образовательный вестник «Сознание». 2019. № 21 (9). С. 18–24. DOI: 10.26787/nydha-2686-6846-2019-21-9-18-24.

7. Андреев В. И. Законы творческого саморазвития как основания концепции субъектно-ориентированного образования // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 16. С. 13–16. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zakony-tvorcheskogo-samorazvitiya-kak-osnovaniya-kontseptsii-subektno-orientirovannogo-obrazovaniya> (дата обращения: 22.09.2025).

8. Тетерский С. В., Подосинникова А. В. Сущность и система развития творческого потенциала личности // Педагогические исследования. 2023. № 1. С. 42–55. URL: <https://aguped.ru/?id=21> (дата обращения: 23.09.2025).

9. Уварина Н. В. Ядро педагогической концепции: закономерности, принципы актуализации творческого потенциала личности учащихся в образовательном процессе // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование. Педагогические науки. 2012. № 4 (263). С. 34–37. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/yadro-pedagogicheskoy-kontseptsii-zakonomernosti-printsipy-aktualizatsii-tvorcheskogo-potentsiala-lichnosti-uchaschihsya-v> (дата обращения: 22.09.2025).

10. Выготский Л. С. Воображение и творчество в детском возрасте». М.: Перспектива, 2020. 125 с. ISBN 978-5-6043828-4-4.

11. Черноусова-Никонорова Т. В., Шинкарь Д. В. Педагогические условия развития творческой деятельности школьников на уроке в начальной школе // Гуманитарный научный вестник. 2021. № 10. С. 94–97. DOI: 10.5281/zenodo.5596051.

12. Богус М. Б. Педагогические условия эффективизации проблемного обучения в начальной школе // Восточно-Европейский научный журнал. 2021. № 7–3 (71). С. 24–27. DOI: 10.31618/ESSA.2782-1994.2021.3.71.97.

13. Силицына Е. А., Игнатович В. К. Личностно-ориентированный подход как принцип обучения // Педагогика: история, перспективы. 2023. № 5. С. 41–55. DOI: 10.17748/2686-9969-2023-6-5-41-55.

14. Галустян О. В., Сметанников А. П., Чжэн Дун. Концепция личностно-ориентированного обучения в современном образовательном процессе // Известия Воронежского государственного педагогического университета. 2022. № 1 (294). С. 35–38. DOI: 10.47438/2309-7078_2022_1_35.

15. Нассер А. Ф. Характеристика навыков работы с учебной информацией у младших школьников и подходы к разработке диагностики их развития // Профильная школа. 2023. № 2. С. 52–56. DOI: 10.12737/1998-0744-2023-11-2-52-56.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.



ИСКУССТВО ГРАВЮРЫ КАК СПОСОБ РАЗВИТИЯ ХУДОЖЕСТВЕННО-ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ УЧАЩИХСЯ СРЕДНИХ ШКОЛ КИТАЯ

Ли Цяо

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский педагогический государственный университет», Москва, Российская Федерация,
e-mail: in@mpgu.edu*

В контексте тенденций современного образования гравюра становится эффективным средством стимулирования художественно-творческих способностей учащихся средних школ. Цель исследования – выявить эффективную модель преподавания гравюры в контексте развития художественно-творческих способностей учащихся. Для достижения поставленной цели применялись метод критического анализа и обобщения релевантной научной литературы, а также метод case-study. Были проанализированы четыре основных направления преподавания искусства гравюры: когнитивная активация, тренировка графического мышления, поддержка самостоятельной творческой работы, которая основывается на исправлении совершенных ошибок, и культурно-смысловое воспитание. Также было показано, как гравюра способствует многомерному развитию эмоционального и эстетического восприятия искусства, творческого мышления и технической точности учащихся на уроках изобразительного искусства. Путем анализа конкретных учебных практик («Отпечатки зимы», «Знаки гор и рек», «Взгляд на общество через гравюру») демонстрируется, как стратегии преподавания, основанные на подходе Understanding by Design и принципах проектного обучения, формируют циклический процесс «восприятие – воображение – выражение – рефлексия», тем самым достигая двусторонней связи между образовательными целями и личностным развитием учащихся. Исследование показывает, что системное внедрение гравюры в процесс обучения способствует эффективной активизации художественно-творческих способностей учеников.

Ключевые слова: гравюра, художественное образование в средней школе, художественно-творческие способности, творческое мышление, искусство

PRINTING ART AS A WAY TO DEVELOP ARTISTIC AND CREATIVE ABILITIES OF CHINESE HIGH SCHOOL STUDENTS

Li Qiao

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Moscow Pedagogical State University”, Moscow, Russian Federation,
e-mail: in@mpgu.edu*

In the context of modern education trends, engraving has become an effective means of stimulating the artistic and creative abilities of secondary school students. The purpose of this study is to identify an effective model for teaching engraving in the context of developing students' artistic and creative abilities. To achieve this goal, the study used a critical analysis and synthesis of relevant scientific literature, as well as a case study approach. The study analyzed four main areas of engraving art teaching: cognitive activation, training in graphic thinking, support for independent creative work based on correcting mistakes, and cultural and meaningful education. It has also been shown how engraving contributes to the multidimensional development of students' emotional and aesthetic perception of art, creative thinking, and technical precision in visual arts classes. Through the analysis of specific teaching practices (“Winter Impressions”, “Signs of Mountains and Rivers”, “A View of Society through Engraving”), it demonstrates how teaching strategies based on the Understanding by Design approach and the principles of project-based learning form a cyclical process of “perception-imagination-expression-reflection,” thereby achieving a two-way connection between educational goals and students' personal development. The study shows that the systematic integration of engraving into the learning process effectively activates students' artistic and creative abilities.

Keywords: engraving, art education in secondary school, artistic and creative abilities, creative thinking, art

Введение

Структура художественно-творческих способностей человека может быть представлена в виде следующих основных компонентов: эмоциональное и эстетическое восприятие, творческое воображение и технические умения [1, с. 233].

В контексте трансформации современных образовательных концепций от передачи знаний к формированию способно-

стей развитие художественно-творческих способностей стало одной из важных целей реформы базового образования в Китае. В художественном образовании особое внимание преподавателей и разработчиков учебных программ уделяется тому, как пробудить творческое воображение учащихся с помощью художественных средств. Гравюра, как синтетическая форма искусства, объединяющая резьбу, живопись и печать,

благодаря своим уникальным технологическим процессам и визуальной выразительности, демонстрирует значительные преимущества в разрешении данной задачи. Гравюра также является древним китайским искусством, корни которого уходят к первым векам нашей эры, и потому интеграция данного художественного формата в систему образования позволяет стимулировать развитие художественно-творческих способностей новых поколений на основе наследия традиционной культуры Китая.

В последние годы стандарты базового образования в Китае все больше сфокусированы на формировании междисциплинарных компетенций, а художественные дисциплины призваны развивать у учащихся комплексные практические навыки и эстетическое восприятие. Многоэтапный процесс создания гравюры – от замысла и эскиза до резьбы, печати и финального представления – соответствует требованиям к таким компетенциям, как «умение решать учебно-практические задачи», «способность анализировать изображения» и «межкультурная компетентность» [2, с. 55–59].

М. Т. Тлевцерукова также отмечает, что творческая работа с различными материалами стимулирует не только артистическое самовыражение учеников, но и их когнитивное развитие [3, с. 343]. Американские специалисты в области художественного образования Л. Хетланд и др. в книге «Studio Thinking 2» подчеркивают: «Интенсивное взаимодействие с материалами и ручной труд позволяет учащимся развивать уникальное восприятие мира и формировать эстетическое суждение» [4, с. 29]. Данные положения служат важным международным ориентиром для развития методики преподавания гравюры в Китае.

Кроме того, такие характеристики гравюры, как возможность тиражирования и коллективной демонстрации работ, помогают учащимся в ходе постоянных проб и корректировок формировать собственный стиль, а через экспозицию произведений – делиться результатами своей творческой деятельности. С развитием цифровых технологий печатная графика доступна для дистанционного обучения, а выполнение заданий дистанционно учит самостоятельности, провоцирует к творческим экспериментам и создает возможности транслировать идеи, эскизы, знания неограниченной аудитории [5, с. 11]. По сравнению с другими видами искусства, в преподавании гравюры упор делается именно на формирование специфического творческого мышления, а не на формальное получение финального результата, что открывает широкие возможности для творческого развития молодых людей.

Интеграция искусства гравюры в образовательную программу средних школ Китая не только способствует глубокому развитию художественно-творческих способностей учеников, но и является весомым ответом на запросы современного образования, направленного на интеграцию традиционных ремесел в творческие процессы. Как древний, но динамично развивающийся вид искусства, гравюра воплощает в себе богатство традиционных культурных символов и современных эстетических ценностей, и потому она представляет собой такой художественный формат, который может служить эффективным инструментом для творческого развития китайских школьников в XXI в.

Цель исследования – выявление эффективной модели преподавания гравюры в контексте развития художественно-творческих способностей учащихся.

Материалы и методы исследования

Вопросы преподавания гравюры затрагиваются в исследованиях Л. Г. Зорина, Б. М. Богачкина, Т. Е. Головкиной и др. [6–8]. Однако подобные обширные исследования сосредотачиваются преимущественно на технических вопросах, в то время как в рамках данного исследования сделана попытка определить значение гравюры в контексте раскрытия художественно-творческих способностей учащихся.

Для достижения поставленной цели применялись метод критического анализа и обобщения релевантной научной литературы, а также метод case-study. Выбор подобного исследовательского подхода обуславливается необходимостью рассмотреть как теоретические, так и практические аспекты развития художественно-творческих способностей человека с помощью создания гравюр.

Результаты исследования и их обсуждение

Как многофункциональный и креативный процесс, гравюра обладает уникальной ценностью в визуальном выражении и характеризуется достаточно большим потенциалом для развития художественно-творческих способностей в образовательной практике. Одной из основных целей художественного образования является развитие воображения и эстетически-эмоционального восприятия действительности, что также обуславливает обширную дидактическую значимость гравюры как формы художественного творчества [9, с. 290]. Для подростков, находящихся на этапе перехода от конкретно-образного к абстрактно-ло-

гическому мышлению, системный процесс создания гравюры и ее структурированный подход могут стать эффективным инструментом для активизации творческого потенциала, развития сенсорного восприятия и формирования целостного художественного мышления.

Обучение гравюре сочетает в языке форм композицию изображений, линейную гравировку и наложение цветовых слоев, а технологический процесс объединяет такие этапы, как создание эскизов, резьбу печатной формы и тиражную печать. Этот комплексный процесс всесторонне активизирует сенсорную систему учащихся. Как отмечают Л. Хетланд и др. (2013), художественные дисциплины, создающие опыт, «резонирующий с различными сенсорными системами», значительно эффективнее в развитии способностей учащихся к наблюдению, концентрации внимания и проектной деятельности [4, с. 36]. Особенно в средней школе, когда префронтальная кора мозга еще не полностью развита, многоканальный ввод информации способствует активизации нейронных связей и формированию когнитивных схем. Ху Хуа (2023) в своем анализе обучения детей гравюре подчеркивает, что комбинация рисунка и ручного труда в этом процессе позволяет ученикам реализовать в работе трехмерное взаимодействие «зрение – осязание – действие». Такая интеграция когнитивных процессов является важной основой для развития креативного мышления [10, с. 115].

Производство гравюры в большей степени сконцентрировано на «этапности»: каждый творческий шаг требует от учащихся постоянной корректировки на основе предыдущих эскизов и художественной концепции. Такой подход не только преодолевает ограничения традиционного художественного образования с его ориентацией исключительно на готовый результат, но и акцентирует внимание студентов на самом творческом процессе. От разработки эскизов и концепции до экспериментов с гравировкой и многократной доработкой, до получения оттиска и оценки эффекта – на каждом этапе учащиеся сталкиваются с необходимостью принять определенный художественный выбор. Этот многоступенчатый механизм «переработки» является важным условием для развития. В своем исследовании обучения гравюре в средней школе Ло Хуэйян (2023) указал, что технологическая цепочка гравюры фактически объединяет три основные компетенции: «распознавание образов», «эстетическое суждение» и «творческая практика». Это обеспечивает пошаговую образовательную

траекторию, ориентированную на выполнение художественных задач [11, с. 31–32].

В отличие от живописи, создаваемой в единичном экземпляре, физическая структура гравюры позволяет создавать несколько версий одного и того же макета в разных цветах, с использованием разных материалов (бумага, ткань и др.) и в измененном композиционном решении [12, с. 56]. Свойство тиражности предоставляет учащимся неограниченное экспериментальное пространство, позволяя им непрерывно накапливать опыт и вырабатывать индивидуальные стратегии методом проб и ошибок. В то же время корректировка печатной формы позволяет вносить точечные изменения после оценки промежуточных результатов, тем самым формируя циклическую модель процесса «тестирование – корректировка – стилевое оформление». В исследовании о «компетентностном подходе» к формированию художественно-творческих способностей у учащихся средствами печатной графики Л. С. Воронина подчеркивает, что, когда учащийся, анализируя тонкости ремесла печатной графики, самостоятельно либо с помощью совместной работы в группе с преподавателем доходит до конкретного результата, создания художественно-графической работы, он должен научиться «мыслить в материале», то есть заранее уметь видеть, воображать будущий эскиз, рисунок [13, с. 42]. Эта педагогическая модель в значительной степени соответствует теории Л. С. Выготского о «зоне ближайшего развития», то есть посредством сочетания внешних систем поддержки и внутреннего процесса исследования учащиеся осуществляют поэтапный переход к самостоятельному творчеству [14, с. 84–91].

Гравюра, как вид искусства, глубоко укорененный в традиционной китайской культуре, транслирует богатое национальное культурное содержание через свой изобразительный язык, композиционные формы и декоративные символы. Обучая учащихся анализу классических образцов, таких как народные новогодние картины и красные пропагандистские гравюры на дереве, преподаватель может не только улучшить их способности к чтению изображений и пониманию символов, но и помочь учащимся осознанно сформировать свои эстетические ориентиры на практике. Чэнь Чаохуа (2024) указал, что культурная ориентация в обучении традиционной гравюре должна выходить за рамки простого копирования символов, необходимо сочетать этнические элементы с личным опытом современных учащихся посредством разработки проектов и тематического мо-

делирования, чтобы действительно достичь триединой образовательной цели «Мастерство – Культура – Самовыражение» («Skill – Culture – Expression») [15, с. 90]. В подобном формате художественно-творческие способности учащихся развиваются гармонично под влиянием традиционной китайской эстетики.

Учитывая специфику преподавания гравюры в средней школе, художественно-творческие способности учащихся, формируемые при освоении данного ремесла, можно подразделить на четыре взаимосвязанные группы.

Способность к эмоциональному и эстетическому восприятию: в процессе выполнения учебных заданий учащиеся подробно изучают форму, фактуру и цвет материалов, параллельно формируя личностные эстетические суждения.

Способность к творческому воображению: в рамках обучения гравюре учащиеся постепенно приобретают навык раскрывать собственные визуальные замыслы в художественной композиции, выстроенный с помощью печатной формы.

Умение использовать множественные художественные техники, которое проявляется в непосредственной работе с различными инструментами и художественными материалами.

Способность к художественной рефлексии: создавая гравюры, ученики получают опыт самовыражения через раскрытие культурных и исторически значимых образов.

Можно утверждать, что процессно-ориентированный характер гравюры делает ее исключительно эффективным инструментом развития художественно-творческих способностей новых поколений в рамках школьного образования.

Основываясь на проведенном анализе использования гравюры в образовательной практике, рассмотрим три репрезентативных педагогических кейса: «Отпечатки зимы», «Знаки гор и рек» и «Взгляд на общество через гравюру».

Используя модель обучения UbD «Понимание через дизайн» (Understanding by Design), Хонг Янь (2024) разработал в своем учебном заведении курс по гравюре на дереве под названием «Отпечатки зимы», сосредоточив внимание на шести путях понимания (интерпретация, применение, разъяснение, эмпатия, самопознание, прояснительность). В начале курса преподаватель предлагает ученикам через просмотр работы мастера гравюры Ян Кэяна «Яркий солнечный день» почувствовать содержание и логику композиции. Далее курс организован в три этапа: «восприятие – практи-

ка – творчество»: на первом этапе студенты осваивают различные техники резьбы и навыки гравировки, оценивая классические работы по ксилографии; на втором этапе они трансформируют свое понимание техник в практические навыки посредством копирования и практики; на третьем этапе, с темой «Зимние впечатления», студенты самостоятельно придумывают и создают авторские работы, чем и стимулируется индивидуальное самовыражение.

В процессе обучения критерием высокой оценки является выразительность продельваемой работы, что стимулирует учеников размышлять о чувствах и культурных смыслах, заложенных в изображениях. Например, некоторые студенты взяли в качестве объекта своих рисунков работников санитарной службы на улицах зимой, выражая температуру и текстуру через разреженность линий, а другие изображали снежные сцены в своих родных городах, воссоздавая детские воспоминания с помощью языка узоров. Такая методика превращает традиционное мастерство гравюры в канал самовыражения, что также отражает стремление к «более глубокому пониманию» модели UbD, которая предоставляет учащимся условия для системно организованной практической работы [16, с. 96]. По окончании курса студенты должны написать пояснения к своим работам, дополненные выставочной и оценочной деятельностью, что в итоге создает замкнутый цикл обучения гравюре [2, с. 55–59].

В рамках данного кейса создание гравюр способствует развитию эмоционального и эстетического восприятия искусства учащимися: в процессе выполнения учебного задания они преобразуют свои эмоционально-чувственные размышления в визуальный образ, что закладывает фундамент для последующей, более сложной художественной работы.

Ло Хуэйян (2023) разработал системную стратегию преподавания гравюры для старшей школы, опираясь на пять основных художественных компетенций, предложенных Министерством образования: навыки работы с изображениями, практика художественного воплощения, развитие художественного вкуса, творческая практика и осознание культурных традиций. Репрезентативный учебный модуль «Знаки гор и рек» построен по трехэтапной схеме «восприятие – деконструкция – реконструкция», эта программа направляет учащихся на изучение создания образов и культурного самовыражения, а в основе лежат традиционные китайские пейзажи и культура родного города [12].

Первый этап – «восприятие»: преподаватель показывает документальный фильм «Над землей» и образцы рельефных оттисков, организуя работу учеников по изучению структуры, текстуры и эстетических характеристик ландшафта, формируя начальные символические схемы через визуальную практику. Второй этап – «деконструкция»: здесь акцент делается на линиях и композиции, где ученики упрощают и абстрагируют наблюдаемые объекты, создают модульные композиции, многократно практикуют резьбу и расстановку элементов. Третий этап – «реконструкция»: творческое воплощение личного восприятия с сохранением культурных символов, итогом которого становится черно-белая ксилография с пояснительным эссе.

В рамках курса было специально разработано задание «Разные решения одной темы», провоцирующее студентов исследовать различия между изображениями разных композиционных стилей и систем символов на примере темы «Речные потоки». В процессе обучения студенты не только совершенствуют свои практические навыки и образное выражение, но и развивают культурное восприятие и критическое художественное мышление через сравнение и самовыражение. В итоге работы были выставлены в общественном пространстве кампуса, создав хорошую художественную атмосферу и реализовав цель интеграции «преподавание – практика – презентация» в курсе искусства [12, с. 31–48].

Данный педагогический подход позволяет развивать художественно-творческие способности учащихся через их взаимодействие с культурно значимыми образами и символами: специфика эстетического восприятия и индивидуального стиля учеников в данном случае формируется в условиях самостоятельной творческой работы над выведением конкретных образов под направляющим, но не ограничивающим влиянием педагога.

Цзин Цяо (2024) предложил проектно-ориентированную программу под названием «Взгляд на общество через гравюру», основанную на исследовании социальных тем [17]. Проект включает пять этапов: наблюдение, исследование, создание, выставка и рефлексия, подчеркивая преобразование социальных явлений в визуальный язык и создание диалога между личностью и обществом.

Сначала студенты посмотрели документальный фильм «40 лет перемен в Китае», проанализировали комиксы и современные визуальные символы, а также приступили к обсуждению тем и сбору данных об изображениях по таким подтемам, как «со-

циальные изменения», «городская память» и «общественные деятели». Преподаватель настойчиво рекомендует учащимся вести визуальные дневники и организует мозговой штурм, чтобы извлечь из материалов подсказки для визуального выражения. На этапе «концепция изображения и дизайн композиции» ученики создают эскизы, экспериментируют с линиями и контрастом, уделяя внимание логике изображения и тематическому соответствию. В процессе изготовления пластинок и печати происходит корректировка композиции, ритма резьбы и визуального баланса. Далее следует выставка работ с устными презентациями, где ученики объясняют свою работу с точки зрения социального контекста и визуальных метафор. Завершается проект взаимной оценкой учащихся, групповым обсуждением с педагогом и написанием рефлексивных отчетов.

Данный проект призван стимулировать творческое воображение студентов через репрезентацию ими социально значимых идей с помощью искусства гравюры. Подобные условия благоприятны для комплексного развития художественно-творческих способностей учащихся, поскольку погружение в контекст выбранной темы позволяет ученикам осознанно подбирать конкретные техники и образы для достижения поставленной учителем задачи.

Обобщая проведенный анализ, можно утверждать, что, несмотря на все выявленные различия, данные образовательные курсы реализуются согласно единой схеме: учащиеся получают регулируемый педагогом эстетический опыт, затем наступает этап мысленного разбора представленного материала, этап самостоятельной творческой деятельности и рефлексии над проделанной работой. Таким образом, схема «восприятие – воображение – выражение – рефлексия» представляет эффективной моделью организации педагогического процесса в рассматриваемом контексте.

Заключение

Настоящее исследование, сосредоточенное на специфике преподавания гравюры в средней школе в контексте развития художественно-творческих способностей учащихся, демонстрирует, что обучение гравюре не только позволяет ученикам отточить различные художественные техники, но и способствует расширению возможностей их творческого мышления, развитию их эмоционального и эстетического восприятия произведения искусства. Проведенный сравнительный анализ выбранных кейсов показывает, что различные педагогические модели могут строиться вокруг одной по-

следовательной схемы «восприятие – воображение – выражение – рефлексия», которая позволяет системно развивать художественно-творческие способности учащихся в рамках освоения ими мастерства гравюры. Данный опыт может быть использован в качестве ориентира при планировании аналогичных учебных курсов.

Список литературы

1. Ясинских Л. В. Развитие художественно-творческих способностей младших школьников в процессе педагогической интеграции искусств // Педагогическое образование в России. 2014. С. 232–236. URL: <https://share.google/5cBhhrREKfWbYF9mB> (дата обращения: 11.07.2025).
2. 洪燕. UbD教学模式在初中美术领域的应用研究[D]. 河北师范大学, 2024 (Hong Yan Research on the Application of the UbD Learning Model in the Field of Art in Secondary Schools // Hebei Normal University. 2024) (Хун Янь Исследование применения модели обучения UbD в области искусства в средней школе // Hebei Normal University. 2024). URL: https://en.oversea.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbcode=CMFD&dbname=CMFD202502&filename=1024948956.nh&uniplatform=OVERSEA&v=ZZRLNcZoopMkCxm9s4bp6TfQgbCAZVf0nTF6BwnDdumxYycnA_bMXLeLW8I4IAA (дата обращения: 07.11.2025). DOI: 10.27110/d.cnki.ghsfu.2024.001257.
3. Тлевцерукова М. Т. Развитие творческих способностей детей через декоративно-прикладное творчество // Вестник науки. 2024. № 4 (73). С. 339–346. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-tvorcheskih-sposobnostey-detey-cherez-dekorativno-prikladnoe-tvorchestvo?ysclid=mkhe8if29x60808187> (дата обращения: 07.11.2025).
4. Hetland L., Winner E., Veenema S., Sheridan K. Studio Thinking 2: The Real Benefits of Visual Arts Education. 2-е изд.: Teachers College Press. 2013. 164 с. URL: https://www.researchgate.net/publication/281100437_Studio_Thinking_2_The_real_benefits_of_visual_arts_education (дата обращения: 07.11.2025).
5. Устрицкая Н. А., Яценко М. Н. Методы внедрения новейших технологий в процесс обучения печатной графике // Мир науки. Педагогика и психология. 2020. № 3. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/54PDMN320.pdf> (дата обращения: 11.11.2025).
6. Зорин Л. Г. Эстамп. Руководство по графическим и печатным техникам. СПб.: Планета музыки, 2024. 100 с. URL: <https://www.litres.ru/book/l-n-zorin/estamp-rukovodstvo-po-graficheskim-i-pechatnym-tehnikam-65878518/> (дата обращения: 04.12.2025). ISBN 978-5-507-48710-3, 978-5-4495-2885-8.
7. Богачкина Л. Г., Богачкин Б. М. Линогравюра в школе: из опыта работы. М.: Просвещение, 1983. 79 с. URL: <https://www.livelib.ru/book/1003634176-linogravyura-v-shkole-iz-opyta-raboty-bogachkina-l-g> (дата обращения: 04.12.2025).
8. Головкина Т. Е., Михеева Е. П. Методические особенности обучения выполнению эскизов белым по черному в процессе создания выпуклой гравюры студентов высших учебных заведений // Russian Journal of Education and Psychology. 2019. № 10 (10). С. 31–41. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-osobennosti-obucheniya-vypolneniyu-eskizov-belym-po-chyornomu-v-protseesse-sozdaniya-vypukloy-gravyury-studentov-vysshih> (дата обращения: 05.11.2025). DOI: 10.12731/2658-4034-2019-10-31-41.
9. Ягупова Т. А. Художественное образование как основное средство, влияющее на формирование личности ребенка // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. 2009. С. 289–291. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/hudozhestvennoe-obrazovanie-kak-osnovnoe-sredstvo-vliyayushee-na-formirovaniye-lichnosti-rebenka> (дата обращения: 07.11.2025).
10. 胡华. 浅谈儿童版画教学与创造力的培养[J]. 丝网印刷, 2023, (24): 115–117. (Hu Hua A Brief Discussion on Teaching Children Print Graphics and Developing Creativity // Stencil Printing. 2023. Is. 24. P. 115–117) (Ху Хуа Краткое обсуждение обучения детей печатной графике и развития креативности // Трафаретная печать. 2023. № 24. С. 115–117. URL: <https://en.oversea.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbcode=CJFD&dbname=CJFDLAST2024&filename=SWYS202324037&uniplatform=OVERSEA&v=sq8yzud0iCWzt55TcfYxOTdqnWTA0703dQv5DyOIOJ0y13qgHYAcNI3qjCG78aK> (дата обращения: 07.11.2025). DOI: 10.20084/j.cnki.1002-4867.2023.24.034.
11. 罗辉阳. 基于高中美术核心素养培养的版画教学策略研究[D]. 华中师范大学, 2023 (Luo Huiyan Research on Engraving Teaching Strategies Based on the Development of Basic Artistic Literacy in High Schools // Central China Normal University. 2023) (Ло Хуэйян Исследование стратегий обучения гравюре, основанных на развитии базовой художественной грамотности в старших классах // Центральный китайский педагогический университет. 2023). [Электронный ресурс]. URL: https://en.oversea.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbcode=CMFD&dbname=CMFD202501&filename=1024853574.nh&uniplatform=OVERSEA&v=TgspRrBUQ_rSS6Apn0EO4kalO_ikdK_VnVq4IN_IH4hZHPWaawdgrlCAMtE_mP (дата обращения: 07.11.2025). DOI: 10.27159/d.cnki.ghzsu.2023.003133.
12. Романова О. А. Формирование умений в технике выпуклой гравюры у учащихся ДХШ // Russian Journal of Education and Psychology. 2020. № 1 (11). С. 54–63. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-umeniy-v-tehnike-vypukloy-gravyury-u-uchaschihsya-dhsh> (дата обращения: 07.11.2025). DOI: 10.12731/2658-4034-2020-1-54-63.
13. Воронина Л. С. Методологические основы специфики обучения дисциплине «Техники графики» студентов бакалавриата графического дизайна // Московский педагогический журнал. 2020. № 1. С. 37–44. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologicheskie-osnovy-spetsifiky-obucheniya-distipline-tehniki-grafiki-studentov-bakalavriata-graficheskogo-dizayna> (дата обращения: 07.11.2025). DOI: 10.18384/2310-7219-2020-1-37-44.
14. Гутман В. В. Зона ближайшего развития: диапазон применения понятия в образовательном пространстве вуза // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. 2010. № 1/2 (5). С. 1–6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zona-blizhayshego-razvitiya-diapazon-primeneniya-ponyatiya-v-obrazovatelnom-prostranstve-vuza> (дата обращения: 11.11.2025).
15. 陈超华. 在高中美术教育中融入传统版画技艺的必要性及策略[J]. 上海版. 2024. Vol. 07. P. 90–92. (Chen Chaohua The Need and Strategy of Integrating Traditional Printmaking Skills into Secondary School Art Education // Shanghai Fashion. 2024. Is. 7. P. 90–92. (Чэнь Чаохуа Необходимость и стратегия интеграции традиционных навыков печатной графики в художественное образование в средней школе // Shanghai Fashion. 2024. № 7. С. 90–92. URL: https://kns.cnki.net/kcms2/article/abstract?v=VUvWp0E9A3LjmrhEldGuGNSBI-vHxUF3juKofFSkvW65cZBwqkGGN-FGOW-D5jHw0yJLtlX5oiVShE9Se9VoVxHJdE0Jv2UIRvx-iS0jZKA1NPC3HduG-cBA7PG_GKRiAF5M77Tv721UTsuy-82DKSsfUjiYxL-1e8JyK0RiFGw=&uniplatform=NZKPT (дата обращения: 07.11.2025).
16. Суин Л., Ковалева А. Г. Применение модели Understanding by Design («обратного проектирования учебного процесса») для обучения чтению и письму на китайском языке // Отечественная и зарубежная педагогика. 2024. № 1 (97). С. 92–107. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-modeli-understanding-by-design-obratnogo-proektirovaniya-uchebnogo-protsessa-dlya-obucheniya-chteniyu-i-pismu-na-2> (дата обращения: 07.11.2025). DOI: 10.24412/2224-0772-2024-97-92-107.
17. 荆桥. 普通高中版画大单元教学设计与实践研究[D]. 贵州师范大学, 2024 (Jing Qiao Research on the Design and Practice of Teaching Engraving in Secondary Schools // Guizhou Normal University. 2024) (Цзин Цяо Исследование дизайна и практики преподавания гравюры в общеобразовательных средних школах // Гуйчжоуский педагогический университет. 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://en.oversea.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbcode=CMFD&dbname=CMFD202501&filename=1024514913.nh&uniplatform=OVERSEA&v=oDLA0dRdPGOS2H2QlklE8j6bIoUMVpSg-wAgJ60y6IlhSdzQhJMr1lW6qDRx6dY> (дата обращения: 11.11.2025). DOI: 10.27048/d.cnki.ggzsu.2024.000487.

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The author declares that there is no conflict of interest.



ПРОБЛЕМА ИЗМЕНЕНИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ В СООТВЕТСТВИИ С ИДЕЯМИ И ЦЕЛЯМИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Осипова С. И. ORCID ID 0000-0002-4728-2282

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский федеральный университет», Красноярск, Российская Федерация,
e-mail: osisi@yandex.ru*

В настоящее время значимой проблемой человечества является обеспечение такого технико-технологического развития цивилизации, которое может быть устойчивым и обеспечивающим возможности осуществлять профессиональную деятельность последующим поколениям на основе ответственного отношения к результатам своей деятельности современных специалистов. Решение названной проблемы в большой степени зависит от подготовки человека-профессионала в образовании, менталитет которого основан на приоритете нравственно-моральных ценностей, и ориентирования его на осуществление ответственной профессиональной деятельности с учетом осознанных ограничений, в том числе экологических. Сказанное выше обозначает актуальность разработки инновационного образования с учетом целей устойчивого развития и подготовку преподавателей к его реализации. Цель исследования – обосновать необходимость кадрового обеспечения перехода системы образования к инновационному в соответствии с целями устойчивого развития, содержание и технологии подготовки преподавателей к изменению своей традиционной профессиональной деятельности в соответствии с новой целью на основе сформированности соответствующей компетентности. Достижение поставленной цели определяет необходимость выявления причин низкой мотивации преподавателей к изменениям своей профессиональной деятельности, обоснование способов ее повышения, разработку содержания программы повышения квалификации для ликвидации профессиональных дефицитов и формирования новой компетентности. Исследование опиралось на принципы системного подхода в процессе разработки содержания программы повышения квалификации; идеи личностно-ориентированного и деятельностного подходов в обосновании методов, средств и форм в организации процесса образования для преподавателей; компетентностный подход в определении результата повышения квалификации преподавателей. Использовались научные приемы: анализ и синтез, обобщение, систематизация и классификация. Изучались психолого-педагогические научные работы, нормативная документация. Результатом решения проблемы изменения профессиональной деятельности преподавателей в соответствии с идеями и целями устойчивого развития стала актуализация необходимости кадрового обеспечения этого процесса, обоснование способов мотивации преподавателей к изменениям профессиональной деятельности посредством снятия причин сопротивления инновациям в соответствии с выбранной моделью изменений, представление содержания программы повышения квалификации преподавателей на примере опыта Сибирского федерального университета.

Ключевые слова: проблема устойчивого развития, идеи и цели, профессиональная деятельность преподавателей, сопротивление изменениям, причины сопротивления

THE PROBLEM OF CHANGING TEACHERS' PROFESSIONAL ACTIVITIES IN LINE WITH THE IDEAS AND GOALS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Osipova S. I. ORCID ID 0000-0002-4728-2282

*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
“Siberian Federal University”, Krasnoyarsk, Russian Federation,
e-mail: osisi@yandex.ru*

At present, a significant problem of humanity is to ensure such a technical and technological development of civilization, which can be sustainable and provide opportunities for professional activities of future generations on the basis of a responsible attitude to the results of their activities of modern specialists. The solution of this problem largely depends on the training of a professional in education, whose mentality is based on the priority of moral and ethical values and orientation to the implementation of responsible professional activities, taking into account the conscious restrictions, including environmental ones. The above indicates the relevance of developing innovative education, taking into account the goals of sustainable development, and training teachers to implement it. The purpose of the study is to justify the need for human resources to support the transition of the education system to innovative education in accordance with the goals of sustainable development, as well as the content and technologies for training teachers to change their traditional professional activities in accordance with the new goal based on the development of relevant competencies. To achieve this goal, it is necessary to identify the reasons for the low motivation of teachers to change their professional activities, to justify ways to increase this motivation, and to develop the content of a professional development program to eliminate professional shortcomings and develop new competencies. The study was based on the principles of a systematic approach in the process of developing the content of the advanced training program; the ideas of a person-centered and activity-based approach in justifying the methods, means, and forms of organizing the educational process for

teachers; and the competence-based approach in determining the results of advanced training for teachers. The study used scientific methods such as analysis and synthesis, generalization, systematization, and classification. It also examined psychological and pedagogical scientific works and regulatory documentation. The solution to the problem of changing teachers' professional activities in accordance with the ideas and goals of sustainable development resulted in the need for staffing support for this process, the justification of ways to motivate teachers to change their professional activities by removing the reasons for resistance to innovation in accordance with the chosen model of change, and the presentation of the content of the teacher training program based on the experience of the Siberian Federal University.

Keywords: the problem of sustainable development, ideas and goals, professional activity of teachers, resistance to change, reasons for resistance

Введение

Качественное образование должно быть современным, отвечающим на вызовы и тренды социального и технико-технологического развития, одним из которых является императив изменений. Изменение профессиональной деятельности преподавателя высшей школы в соответствии с четвертой целью устойчивого развития [1, с. 22], определяемой как обеспечение качественного образования, предполагает разработку инновационной образовательной программы, целью которой становится подготовка специалистов к ответственному осуществлению профессиональной деятельности с учетом ее рисков, ориентируясь на триединую концепцию устойчивого развития в части обеспечения «экологической устойчивости, экономической стабильности и социального благополучия» [1, с. 16].

Необходимость изменений профессиональной деятельности преподавателей приводит к изменению привычной традиционной образовательной деятельности, что выводит преподавателя из зоны комфорта и формирует сопротивление необходимым инновациям из-за непонимания целей, задач, личностной значимости преобразований, а также из-за отсутствия соответствующей компетентности для перехода к реализации четвертой цели устойчивого развития.

Цель исследования – актуализация проблемы кадрового обеспечения перехода системы образования к инновационному в соответствии с четвертой целью устойчивого развития и обоснование содержания и технологии подготовки преподавателей к изменению своей традиционной профессиональной деятельности в соответствии с новой целью на основе сформированности соответствующей компетентности.

Материалы и методы исследования

Исследование опиралось на системный подход, позволяющий целостно рассматривать модернизацию процесса управления изменениями в системном единстве его этапов; положения компетентностного

подхода, определяющие мотивационную готовность преподавателя к изменениям профессиональной деятельности как компоненту их компетентности; деятельностный подход, ориентирующий на активные формы подготовки педагогов к изменениям профессиональной деятельности в соответствии с целями устойчивого развития, в том числе в проектной деятельности. Использовались приемы: анализ и синтез, обобщение, систематизация и классификация. Изучались психолого-педагогические работы, нормативная документация.

Обоснована проблема кадрового обеспечения образования, связанная с необходимостью разработки и реализации инновационной программы подготовки специалистов в соответствии с четвертой целью устойчивого развития, разработана программа повышения квалификации преподавателей, ориентированная на формирование новых компетентностей, раскрыта ее структура и содержание. Показана значимость первоочередного формирования мотивации преподавателей к изменениям для запуска процесса успешной разработки и реализации образования в интересах устойчивого развития.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ степени разработанности обозначенной проблемы показал, что ученые рассматривают ее разные аспекты. В частности, данные о реакции персонала компании на предстоящие изменения и методы мотивации работников к изменениям представлены в исследованиях К. С. Вяткиной, Л. К. Каплуновой и В. Н. Бескровного [2].

Модели управления изменениями обсуждаются в работе Б. Б. Пивовар [3]. Конкретизация проблем управления изменениями в образовательной организации уточняется О. В. Алексеевой, Е. В. Чучкаловой [4].

Теоретико-методологические вопросы изменений в образовании и управление ими представлены в работах И. В. Непрокиной, М. А. Шермет, А. Ю. Курина [5–7].

Общие вопросы разработки образования для устойчивого развития обсуждают-

ся в работах И. В. Ильина, А. Д. Урсула, Т. А. Урсула, А. И. Андреева [8]. Конкретизация специфики и проблем инженерного образования в интересах устойчивого развития представлены в исследовании К. К. Зайцевой, Ю. П. Похолкова, Ю. А. Рокотянской [9]. Актуализация проблемы кадровой готовности системы образования для перехода к идеям устойчивого развития представлена Д. С. Ермаковым, Н. Ф. Винокуровой, И. Ю. Кривдиной [10; 11]. Понятийный аппарат образования в интересах устойчивого развития является предметом обсуждения в исследовании Е. Н. Дзятковской, А. Н. Захлебного [12]. Названные выше работы исследователей по рассматриваемой проблеме подчеркивают ее актуальность и позволяют выявить дефицит научных знаний, относящийся, в частности, к уточнению понятийно-категориального аппарата, обоснования структуры и содержания программы повышения квалификации преподавателей для формирования необходимой компетентности, выявления средств повышения мотивации преподавателей к преобразованиям.

В исследованиях коллектива ученых Сибирского федерального университета конкретизирована сущность компетентности преподавателя для реализации идей устойчивого развития, «раскрывающаяся в мотивационной готовности к освоению идей и их реализации... на основе знаний сути и специфики инноваций, способности применять целесообразные педагогические технологии в развитии профессионально-личностных качеств обучающихся... а также способности осуществлять рефлексию своей педагогической деятельности для повышения уровня своей компетентности» [1, с. 54]. Структура и содержание компетентности преподавателя, включающей мотивационно-ценностный, когнитивный, технологический, рефлексивно-оценочный и креативный компоненты, обоснована в указанной монографии [1, с. 56]. В данном исследовании такое толкование компетентности преподавателя для реализации образования в интересах устойчивого развития положено в основу разработки структуры и содержания программы повышения квалификации.

Вузы России, опираясь на международную и российскую нормативно-правовую базу, разрабатывают локальные акты перехода к новому образованию. Сибирский федеральный университет (СФУ) признает устойчивое развитие одним из приоритетных направлений программы развития вуза [13].

В соответствии с концепцией устойчивого развития политика СФУ разрабатыва-

ется на основе системного подхода в рамках программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» и направлена на постоянное повышение индикаторов устойчивого развития в обеспечении экологической целостности, финансовой обеспеченности и социальной справедливости. Реализация политики университета в области устойчивого развития осуществляется в СФУ на основе расширения тематики научно-исследовательских проблем в соответствии с идеологией устойчивого развития с опорой на принципы коллективной ответственности, привлечения всех стейкхолдеров к обсуждению и реализации показателей устойчивого развития, в том числе и установления взаимодействий с внешними партнерами, предотвращения рисков при нарушении целей устойчивого развития.

Как было сказано выше, необходимость изменений профессиональной деятельности преподавателя в контексте перехода к инновационному образованию в интересах устойчивого развития определяется наличием ряда международных и российских нормативно-правовых, в том числе и локальных актов. В этих условиях предписаний и установок, исходящих от управленческого персонала, у преподавателей возникает естественное сопротивление, связанное в первую очередь со слабой информированностью и, как следствие, низкой мотивацией к осуществлению предписаний. На этом этапе целесообразно осуществлять убеждение преподавателей «в необходимости инновационной деятельности... За счет широкой пропаганды и обсуждения необходимости реализации идей и целей устойчивого развития в образовании снижается сопротивление к инновациям, осуществляется принятие инновации как личностно значимой ценности» [12, с. 55].

Опираясь на мнение О. В. Алексеевой, Е. В. Чучкаловой [3], считаем, что сопротивление преподавателей изменениям в образовательной деятельности связано с отсутствием у них достаточной компетентности, а также с непониманием целей и задач предстоящих преобразований. Вовлечение преподавателей в процесс изменений содержательной и процессуально-деятельностной компоненты профессиональной деятельности может состояться, если замотивировать преподавателей на эту деятельность посредством информационно-разъяснительной деятельности о целях и задачах предстоящих изменений, организации необходимого повышения квалификации и формирование новых компетентностей у преподавателей.

Рассматривая управление изменениями в образовании как процесс развития, ориентированный на повышение качества образования в соответствии с вызовами современности посредством постановки целей, планирования, мобилизации и обучения преподавателей, координацию и коррекцию этого процесса, исследователи выделяют принципы управления изменениями:

- четкость в определении целей и причин изменений;
- осознание их преподавателями;
- индивидуально-личностная заинтересованность преподавателей в изменениях;
- оценка существующего состояния образования, подлежащего изменению, в соответствии с поставленными целями на основе информирования об изменениях;
- учет уникальных особенностей и контекста образовательной организации и направлений подготовки;
- системность в организации изменений, позволяющая рассматривать объект изменений как целостность;
- устойчивость изменений, оценка возможных рисков и управление ими;
- планирование поэтапного процесса изменений.

Перечисленные выше принципы, реализуемые в процессе управления изменениями, способствуют повышению мотивации преподавателей.

Целесообразным способом вовлечения преподавателей вуза в изучение своей профессиональной деятельности и управление изменениями, в том числе и в соответствии с целями устойчивого развития, для руководителей образовательного учреждения является моделирование этого процесса. На этом этапе, понимая объективную необходимость изменений, руководители образовательного учреждения выбирают модель управления инновационными изменениями, направленную на достижение цели преобразования, выработки соответствующей стратегии и вовлечение преподавателей в осуществление необходимых преобразований. В исследованиях О. Я. Ивановой проанализированы модели изменений К. Левина, Д. Хайатта «ADKAR», Д. Коттера, «Кривая перемен» Д. Дака, Л. Грейнера и др. [14]. Все перечисленные выше модели могут использоваться в управлении изменениями в образовательных организациях. Однако в рамках проблемы мотивации сотрудников к включению в процесс изменений своей профессиональной деятельности необходимо учитывать особенности этих моделей. В частности, трехэтапная модель К. Левина на первом этапе запуска процесса изменений, называемого размораживанием

(Unfreezing), базируется на актуализации мотивационной направленности сотрудников посредством организации критического обсуждения ситуации и выявления необходимых направлений ее изменений и поэтому является предпочтительной для образовательной организации.

Особенностью модели Д. Хайатта «ADKAR» является индивидуальный подход к актуализации мотивации к изменениям посредством выявления причин необходимых изменений для формирования желания исполнителей осуществлять эти изменения в условиях повышения имеющихся компетентностей и приобретения новых. Д. Коттер в своей восьмиступенчатой модели подчеркивает необходимость и значимость вовлеченности сотрудников в процесс изменений, в том числе и через осознание чувства их срочности (Greate a Sense of Urgency), что, несомненно, влияет на актуализацию мотивации к изменению своей профессиональной деятельности. В отличие от модели изменения К. Левина, «Кривая перемен» Д. Дака делает акцент на изменении эмоционального отношения сотрудников к преобразованиям кризисной ситуации предприятия, которая мотивирует сотрудников к изменениям профессиональной деятельности.

Описанные выше специфические особенности моделей изменения и управления ими в контексте актуализации мотивационной направленности преподавателей к изменениям профессиональной деятельности в соответствии с вызовами современности для конкретной образовательной организации могут быть использованы в интегративном единстве. Одним из важных условий снятия сопротивления к нововведениям у преподавателей и повышения их мотивации к нововведениям является организация специального обучения в форме повышения квалификации.

В исследовании Д. С. Ермакова [10] представлены результаты анкетирования педагогических работников по отношению к восприятию идей устойчивого развития и готовности педагогов к их внедрению в образовательный процесс. Автор обоснованно полагает, что изменения в педагогической деятельности педагогов и мотивация к включению идей устойчивого развития в содержание преподаваемых дисциплин зависит от включенности педагогов в эту проблему и определяет повышение квалификации как одно из важных условий реализации образования для устойчивого развития.

Здесь необходимо отметить, что внедрение в жизнедеятельность человечества идей устойчивого развития должно иметь непрерывный характер, начиная с формиро-

вания нового менталитета с раннего возраста и продолжая его через все уровни образования. Однако высшее образование имеет особую ответственность перед экономикой в подготовке кадров, способных осуществлять свою профессиональную деятельность, согласуя ориентирование на достижение высокой прибыли с соблюдением природоохранных ограничений. К сожалению, высшая школа в настоящее время не в полной мере выполняет эту задачу, в то время как большинство предприятий в разных сферах экономики реализуют программы устойчивого развития, выделяя социальные, экономические и экологические направления как составляющие триединой концепции, строго контролируя их выполнение.

В рамках подготовки преподавателей к изменениям профессиональной деятельности и с опорой на методологию деятельностного подхода в Сибирском федеральном университете в процессе повышения квалификации по программе реализуется проектное обучение. Первый семестр обучения посвящен разработке собственного проекта внедрения идеологии устойчивого развития в образовательный процесс, выбирая модели разного уровня системности. Эти проекты могут внести изменения в образовательный процесс на уровне отдельной дисциплины, модуля дисциплин или образовательной программы. Второй семестр реализации этой программы повышения квалификации преподавателей проводится в дискуссионном проблемно-аналитическом формате по обсуждению результатов и проблем внедрения разработанного проекта как элемента нового образования.

Теоретическая часть содержания программы, обсуждаемая на синхронных занятиях, представлена в виде комплекса текстовых материалов, презентаций и скринкастов. Слушатели повышения квалификации добровольно выбирают эту программу и в дальнейшем выступают лидерами, преобразующими свою профессиональную деятельность в соответствии с четвертой целью устойчивого развития, ориентирующей образовательный процесс в интересах устойчивого развития на повышение его качества [15; 16].

Сотрудники СФУ, освоившие программу повышения квалификации, погруженные в реализацию разработанного проекта, способствуют распространению идей устойчивого развития и, демонстрируя успешность в изменении профессиональной деятельности в соответствии с четвертой целью устойчивого развития, влияют на формирование интереса и мотивации к приобщению к процессу изменений в соответствии с вызовами современности.

Заключение

Главным фактором современности является императив изменений, который определяет необходимость ответных мер на вызовы внешней среды. Один из таких вызовов оформился как проблема устойчивого развития, начальный этап которой проявился экологической катастрофой, угрожающей уничтожением среды обитания человечества, что инициировало включение проблем экологического образования во все направления подготовки кадров в высшей школе. Решение проблемы, обозначенной в триединой концепции, в большей степени зависит от системы образования в части формирования у обучающихся на всех уровнях образования нового менталитета, основанного на присвоении новых ценностей в сохранении природной среды и ответственности за свою профессиональную деятельность. Образование, выполняющее опережающую роль в подготовке человека для успешной жизнедеятельности в изменяющемся и проблемном мире, должно учитывать необходимость в разработке образовательной программы в интересах устойчивого развития как реакции на объективную проблему международной значимости. В этих условиях возникает необходимость в повышении квалификации преподавателей. Опыт Сибирского федерального университета показал особую значимость актуализации мотивации преподавателей к построению образования в интересах устойчивого развития для снятия сопротивления преподавателей изменению профессиональной деятельности. Повышение мотивации преподавателей к разработке моделей изменений в образовательной организации и управлению ими должно учитывать причины сопротивления сотрудников предстоящим преобразованиям, среди которых значимую роль играет информирование о целях и задачах предстоящих нововведений для перевода внешне заданных целей в личностно значимые, повышение компетентности преподавателей через специально организованное обучение, использование сторонников нововведений и их положительного опыта для распространения идей изменений в соответствии с субъективными причинами и объективными факторами.

Список литературы

1. Осипова С. И., Гафурова Н. В., Бочарова Ю. Ю., Кублицкая Ю. Г., Осмоловская Н. А., Дубова И. В., Баяндина О. В. Образование устойчивого развития: педагогическая концепция и проектирование образовательной практики: монография. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2024. 176 с. ISBN 978-5-7638-4911-0.

2. Вяткина К. С., Каплунова Л. К., Бескровный В. Д. Методы мотивации работников к изменениям // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2018. Т. 3 С. 56–59. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36934430> (дата обращения: 12.12.2025).
3. Пивовар Б. Б. Управление изменениями в образовании: теория и практика // Образовательная политика. 2020. № 82. С. 86–98. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43458930> (дата обращения: 07.12.2025).
4. Алексеева О. В., Чучалова Е. В. Управление изменениями в образовательных организациях // Актуальные вопросы развития современного общества, экономики и профессионального образования: материалы XXI Международной молодежной научно-практической конференции (г. Екатеринбург, 21 марта 2024 г.). Екатеринбург: РГПУ, 2024. С. 32–34. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50051245> (дата обращения: 15.09.2025).
5. Непрокина И. В. Концептуальные основы процесса управления изменениями в современной образовательной организации // International journal of professional science. 2019. № 11. С. 72–76. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41537705> (дата обращения: 05.01.2026).
6. Шермет М. А. Управление изменениями. М.: Дело, 2015. 129 с. ISBN 978-5-7749-1019-9.
7. Курин А. Ю. Ключевые принципы управления изменениями в образовании // Сборник трудов конференции. Тамбов: Издательский дом «Державинский», 2023. С. 298–301. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54024480> (дата обращения: 06.01.2026).
8. Ильин И. В., Урсул А. Д., Урсул Т. А., Андреев А. И. Образование для устойчивого развития в России: проблемы и перспективы: монография. М.: Учитель, 2017. 207 с. URL: <https://www.elibrary.ru/wqwwog> (дата обращения: 15.01.2026).
9. Зайцева К. К., Похолков Ю. П., Рокотянская Ю. А. Инженерное образование в интересах устойчивого развития // Управление устойчивым развитием. 2020. № 6 (31). С. 78–84. URL: <https://www.kstu.ru/servlet/contentblob?id=351044> (дата обращения: 15.01.2026).
10. Ермаков Д. С. Готовность педагогов к реализации образования для устойчивого развития // Педагогическое образование в России. 2016. № 2. С. 30–36. URL: <https://elar.uspu.ru/bitstream/ru-uspu/53803/1/povr-2016-02-03.pdf> (дата обращения: 10.01.2026).
11. Винокурова Н. Ф., Кривдина И. Ю. Подготовка учителя для образования в интересах устойчивого развития: Методология. Опыт реализации в регионе // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25330> (дата обращения: 16.01.2026).
12. Дзятковская Е. Н., Захлебный А. Н. Есть ли у образования для устойчивого развития свой предмет познания? // Вестник Бурятского государственного университета. 2016. № 4. С. 3–11. URL: <https://www.elibrary.ru/xstuzt> (дата обращения: 06.12.2025).
13. Политика университета в области устойчивого развития. Принята на заседании Ученого совета 28 ноября 2022 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://about.sfu-kras.ru/docs/10817/pdf/615381> (дата обращения: 06.12.2025).
14. Иванова О. Я. Методология управления изменениями // Современные научные исследования и инновации. 2019. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2019/04/89076> (дата обращения: 12.01.2026).
15. Осипова С. И., Гафурова Н. В., Егорова Е. В. Проблема разработки моделей образования для устойчивого развития // Педагогический журнал. 2022. Т. 12. № 5–1. С. 684–692. DOI: 10.34670/AR.2022.35.55.088.
16. Осипова С. И., Гафурова Н. В., Егорова Е. Н. Ориентация профессионального образования на реализацию идей устойчивого развития // Управление устойчивым развитием. 2022. № 6. С. 95–100. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49898431> (дата обращения: 03.11.2025).

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The author declares that there is no conflict of interest.



МЕТОДИКА РАЗВИТИЯ SOFT SKILLS И МЕТАНАВЫКОВ В ХОДЕ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ СХЕМОТЕХНИКИ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПАСЕЧНЫХ МАКЕТНЫХ ПЛАТ

Павлович В. Е. ORCID ID 0000-0002-9634-0688,

Душкин А. А. ORCID ID 0009-0003-0292-4266

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Приволжский государственный университет путей сообщения», Самара,
Российская Федерация, e-mail: vit-pavlovich@yandex.ru*

В условиях цифровой трансформации инженерного образования актуализируется задача формирования не только технических компетенций, но и soft skills (гибких навыков) и метанавыков, обеспечивающих адаптивность, критическое мышление и профессиональную устойчивость. Традиционные лабораторные работы по схемотехнике, основанные на шаблонных действиях с готовыми стендами или виртуальными моделями, недостаточно развивают самостоятельность, системное мышление и личностные качества будущих инженеров. Цель настоящего исследования – методически переработать традиционный подход к лабораторным занятиям по схемотехнике с акцентом на развитие soft skills и метанавыков. В статье предложен инновационный трехэтапный метод, включающий теоретический расчет, компьютерное моделирование и физическую реализацию схем на безопасных макетных платах. Каждый этап направлен на развитие конкретных компетенций: расчет формирует ответственность и умение учиться; моделирование усиливает аналитику и рефлекссию; эксперимент развивает адаптивность, коммуникацию и стрессоустойчивость. Особое внимание уделено педагогическому сопровождению: преподаватель выступает как наставник, внедряя элементы этических дилемм, групповых обсуждений и рефлексивных сессий. Апробация метода на кафедре «Автоматика, телемеханика и связь» (с участием экспериментальной и контрольной групп) подтвердила его эффективность. У студентов экспериментальной группы отмечен рост вовлеченности (+30 % инициативных предложений по модификации схем), усиление командной культуры и критического мышления: вместо пассивного следования инструкциям обучающиеся анализировали причины расхождений между теорией и практикой. По результатам опроса 89 % студентов отметили, что работа с макетными платами «научила думать как инженер». Выявленные трудности (возросшая нагрузка на преподавателя, дефицит компонентов) были решены через внедрение чек-листов, взаимопроверки и систематизации ресурсов. Предложенный подход демонстрирует, что лабораторный практикум может стать платформой для формирования метанавыков, таких как системное мышление, рефлексия и готовность к непрерывному обучению. Перспективы исследования связаны с интеграцией проектов, актуальных для железнодорожного транспорта, что усилит связь образования с реальными инженерными задачами.

Ключевые слова: soft skills, метанавыки, схемотехника, лабораторный практикум, макетная плата, активное обучение, инженерное образование, педагогический эксперимент

A METHODOLOGY FOR DEVELOPING SOFT SKILLS AND META-SKILLS IN A LABORATORY PRACTICUM ON “FUNDAMENTALS OF CIRCUIT DESIGN” USING BREADBOARDS

Pavlovich V. E. ORCID ID 0000-0002-9634-0688,

Dushkin A. A. ORCID ID 0009-0003-0292-4266

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Privolzhsky State University of Railway Engineering”, Samara,
Russian Federation, e-mail: vit-pavlovich@yandex.ru*

In the context of digitalization of engineering education, the task of developing not only technical competencies but also soft skills and meta-skills that ensure adaptability, critical thinking, and professional resilience is becoming increasingly important. Traditional circuit design labs, based on standardized activities with ready-made setups or virtual models, do not sufficiently develop the independence, systems thinking, and personal qualities of future engineers. The purpose of this study is to methodically redesign an appropriate approach to circuit design laboratory instruction with an emphasis on the development of soft skills and metaskills. This article proposes an innovative three-stage method, including theoretical calculation, computer modeling, and the physical implementation of circuits on solderless breadboards. Each stage is aimed at developing specific competencies: calculation fosters responsibility and the ability to learn; modeling enhances analysis and reflection; and experimentation develops adaptability, communication, and stress resilience. Particular attention is paid to pedagogical support: the instructor acts as a mentor, introducing elements of ethical dilemmas, group discussions, and reflective sessions. A pilot study of the method at the Department of Automation, Telemechanics, and Communications (involving both experimental and control groups) confirmed its effectiveness. Students in the experimental group demonstrated increased engagement (a 30 % increase in proactive proposals for

circuit modifications), a stronger team culture, and a stronger critical thinking: instead of passively following instructions, students analyzed the causes of discrepancies between theory and practice. According to a survey, 89 % of students noted that working with breadboards «taught them to think like an engineer». The identified challenges (increased instructor workload, component shortages) were resolved through the implementation of checklists, peer reviews, and resource systematization. The proposed approach demonstrates that laboratory practical training can become a platform for developing meta-skills such as systems thinking, reflection, and a commitment to lifelong learning. The research's potential lies in integrating projects relevant to railway transport, which will strengthen the connection between education and real-world engineering challenges.

Keywords: soft skills, meta-skills, circuit design, laboratory workshop, breadboard, active learning, engineering education, pedagogical experiment

Введение

Современное инженерное образование переживает значительные трансформации, обусловленные стремительным развитием технологий, цифровой трансформацией промышленности и изменением требований рынка труда. Формирование отвечающего современным требованиям инженера – это формирование не только технического специалиста, но и мыслителя, коммуникатора, исследователя и адаптирующегося специалиста. В условиях цифровой трансформации, автоматизации и роста сложности технических систем от выпускников вузов требуются не только глубокие знания в своей области, но и высокий уровень soft skills и метанавыков, которые обеспечивают устойчивость, гибкость и способность к постоянному профессиональному росту.

Как отмечают В. В. Келарев и Н. С. Котова [1], развитие soft skills является критически важным условием успешной адаптации специалистов на рынке труда, особенно в условиях быстро меняющейся экономической среды. Аналогичную позицию занимают и другие исследователи, например I. Baner, R. Shechter и G. Kurtz [2], которые подтверждают высокую ценность soft skills в восприятии обучающихся-инженеров и их важность для профессиональной карьеры. Л. Л. Романова [3] в своем исследовании подчеркивает, что обучающиеся все чаще осознают важность soft skills для профессионального успеха, однако часто испытывают трудности с их конкретизацией и развитием.

Дисциплина «Основы схемотехники» является одной из фундаментальных в подготовке инженеров-электриков, особенно в отраслевых вузах, выпускники которых будут работать с системами управления движением, автоматикой, телемеханикой, электроснабжением и телекоммуникациями. Однако, как отмечают С. Г. Башаева и А. А. Истомина [4], традиционные методы преподавания технических дисциплин часто не обеспечивают должного развития как технических, так и soft skills у обучаю-

щихся. Традиционный лабораторный практикум, проводимый на унифицированных стендах или полностью на виртуальных моделях, сводится к выполнению шаблонных действий, и это не развивает ни практических навыков самостоятельного проектирования, ни личностных компетенций.

Проблема заключается в недостаточном внимании к формированию системного инженерного мышления, включающего не только технические расчеты, но и умение анализировать, отсутствие страха ошибаться, быстро исправлять ошибки, работать в команде и отвечать за результат. Как отмечают Е. Valeeva и соавт. [5], метакогнитивные навыки играют ключевую роль в успешности обучения инженеров, однако их развитие часто остается вне фокуса традиционных учебных программ.

Решением может стать переход к сквозному проектированию – полному циклу разработки устройства от идеи до физической реализации. В этой связи особое место занимает использование безопасных макетных плат, которые позволяют обучающимся самостоятельно собирать, тестировать и отлаживать схемы из дискретных компонентов. Такая форма работы создает благоприятную среду для развития soft skills и метанавыков.

Цель исследования – методически переработать традиционный подход к лабораторным занятиям по схемотехнике с акцентом на развитие soft skills и метанавыков.

Материалы и методы исследования

Апробация разработанной методики проводилась в течение 2024–2025 учебного года на базе кафедры «Автоматика, телемеханика и связь» ФГБОУ ВО Приволжский государственный университет путей сообщения. В педагогическом эксперименте участвовали экспериментальная (25 чел.) и контрольная (22 чел.) группы. Оценка эффективности методики осуществлялась с использованием комплекса методов: включенное наблюдение, анализ отчетов студентов, анкетирование и самооценка, а также экспертные оценки преподавателей.

Результаты исследования и их обсуждение

В работе приняты следующие определения терминов «soft skills» и «метанавыки».

Soft skills (в российских источниках можно встретить название «гибкие навыки») – это поведенческие и социальные компетенции, определяющие способность человека эффективно взаимодействовать с другими, управлять собой и принимать решения. Согласно исследованиям А. П. Исаева и Л. В. Плотникова [6], soft skills определяются как универсальные компетенции, личностные и социальные качества, повышающие эффективность работы. Е. С. Богдан и О. Л. Чулаева [7] подчеркивают, что soft skills являются навыками межличностного и личностного характера, критически необходимыми для рынка труда.

Для инженера soft skills включают: коммуникацию (умение ясно и однозначно излагать техническую информацию); работу в команде (совместное решение задач, распределение ролей); критическое мышление (анализ данных, выявление ошибок, оценка достоверности информации); ответственность и этическое сознание (осознание последствий своих решений); стрессоустойчивость и саморегуляция (управление временем, эмоциями, работой в условиях стресса).

Метанавыки (или метакомпетенции) – это способности более высокого порядка, которые позволяют человеку учиться новому, адаптироваться к изменениям и самостоятельно управлять своим развитием. Консенсусно к ним относятся: умение учиться – способность быстро осваивать новые технологии, стандарты, программное обеспечение; системное мышление – понимание связей между элементами системы; рефлексия – анализ собственных действий, ошибок, успехов (Р. В. Куприянов и др.) [8]; адаптивность – готовность к изменениям, умение выходить из нестандартных ситуаций; целеполагание и саморегуляция – планирование собственной деятельности и контроль ее выполнения [8].

Как отмечают Fonden Calzadilla и соавт. [9], метанавыки – это умения, связанные с контролем и осознанием своих когнитивных процессов и поведением в учебной деятельности. Valeyeva и соавт. [5] определяют метакогнитивные навыки как осознание и управление собственным процессом познания, что является важным фактором обучения в инженерной сфере.

Метанавыки делают инженера устойчивым к изменениям и способным к непрерывному обучению на протяжении всей трудовой карьеры. В условиях VUCA-мира (Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity, англ.: Нестабильность, Неопределенность, Сложность, Неоднозначность), описываемого А. П. Авдеевой и Ю. А. Сафоновой [10], развитие метанавыков становится особенно актуальным для будущих инженеров.

Критический анализ трактовки soft skills и метанавыков

В литературе существует несколько подходов к трактовке soft skills и метанавыков, которые заслуживают критического анализа.

С одной стороны, как отмечают В. В. Келарев и Н. С. Котова [1], soft skills рассматриваются как навыки для эффективной профессиональной деятельности и личностного развития, а метанавыки – как навыки высокого порядка, включающие самосознание и управление собой. Этот подход подчеркивает универсальность этих навыков и их применимость в различных профессиональных контекстах.

С другой стороны, Г. В. Барина и К. А. Шевченко [11] рассматривают soft skills как «ключевые компетенции инженера будущего», интегрирующие личностные и профессиональные качества. Это подход более узкий и ориентированный на конкретную профессиональную область.

Критически важно отметить, что некоторые исследователи, такие как А. П. Исаев и Л. В. Плотников [6], указывают на то, что «наиболее высоко всеми оценена способность к саморазвитию», что свидетельствует о приоритетности метанавыков в современных условиях. В их исследовании подчеркивается, что «студентоцентрированное обучение создает условия для формирования soft skills», что согласуется с предлагаемым подходом к организации лабораторных работ.

Однако существуют и критические замечания к существующим трактовкам. Например, А. П. Авдеева и Ю. А. Сафонова [10] указывают, что «гибкие навыки – ключевые качества для работы в условиях неопределенности и сложностей», но нет четкой критериальной шкалы их оценки. Это создает сложности в измерении эффективности программ по развитию soft skills, что авторы также наблюдали в данном исследовании.

Гипотеза настоящего исследования заключается в том, что интеграция трехэтапного подхода (теоретический расчет,

компьютерное моделирование, натурный эксперимент) в лабораторный практикум по схемотехнике с использованием безопасных макетных плат позволит значительно повысить уровень развития soft skills и метанавыков у обучающихся-инженеров по сравнению с традиционным подходом к организации лабораторных работ.

Предлагаемый метод основан на трехэтапном алгоритме: теоретический расчет, компьютерное моделирование, натурный эксперимент на макетной плате. Каждый этап направлен не только на освоение технического содержания, но и на развитие определенных soft skills и метанавыков.

Этап 1: Теоретический расчет – формирование основ мышления и ответственности. На этом этапе обучающиеся выполняют расчет параметров схемы (номиналы резисторов, конденсаторов, рабочие точки транзисторов) на основе лекционного материала. В отличие от традиционного подхода, здесь вводятся элементы, способствующие развитию soft skills и метанавыков.

Задания с частично недостающими данными – обучающийся должен самостоятельно найти недостающие параметры транзистора или выбрать подходящий тип конденсатора (развитие умения учиться и критического мышления).

Элементы этической дилеммы, например: «Как изменится схема, если использовать более дешевый, но менее надежный компонент? Какие риски это несет?» (развитие ответственности и этического сознания).

Этот этап соответствует рекомендациям I. Baner, R. Shechter и G. Kurtz [2], которые подчеркивают важность включения этических аспектов в развитие soft skills инженеров. Также он отражает подход, описанный J. Jia [12], где важную роль играет планирование как компонент метанавыков.

Этап 2: Компьютерное моделирование – развитие аналитики и рефлексии. Обучающиеся создают виртуальную модель схемы в среде Multisim, EasyEDA или аналогичной программе, проводят моделирование и сравнивают результаты с расчетами. Для развития soft skills и метанавыков в этот этап внесены следующие изменения:

Групповое обсуждение результатов моделирования: почему сигнал имеет искажения? Почему частота отличается? (развитие коммуникации и критического мышления).

Задачи с подвохом: например, смоделировать схему с заведомо неправильным включением транзистора (развитие аналитических способностей и рефлексии).

Конкурс на лучшую визуализацию: кто наиболее наглядно представил процессы за-

ряда/разряда конденсаторов (развитие креативности и коммуникации).

Этот этап напрямую связан с рекомендациями Fonden Calzadilla и соавт. [9], которые выделяют важность развития метанавыков программирования и инженерного мышления через активное обучение и рефлекссию. Также он соответствует подходу, описанному R. S. Devika [13], где подчеркивается связь между метанавыками и академической успеваемостью в инженерии.

Этап 3: Натурный эксперимент – развитие практики, командной работы и адаптивности. На безопасной макетной плате обучающиеся собирают реальную схему, подключают питание, измерительные приборы (осциллограф, мультиметр) и проводят эксперимент.

Для усиления развития soft skills и метанавыков были предусмотрены:

Работа в парах или мини-группах (2–3 чел.), чтобы стимулировать обсуждение и распределение ролей (развитие коммуникации и работы в команде).

Чек-лист самопроверки: перед подачей питания обучающиеся должны проверить монтаж по пунктам (развитие ответственности и внимания к деталям).

Ситуации неопределенности: например, один из резисторов имеет нестандартный номинал – обучающиеся должны предложить решение (развитие адаптивности и критического мышления).

Документирование процесса: фото этапов сборки, записи наблюдений, схемы с пометками (развитие рефлексии и системного мышления).

Этот этап отражает рекомендации Г. В. Бариновой и К. А. Шевченко [11], которые рассматривают ключевые компетенции инженера будущего, включая работу в команде и критическое мышление. Также он соответствует подходу, описанному Л. Г. Суровцевой и соавт. [14], которые рекомендуют внедрять проектные методы обучения для развития soft skills.

В качестве примера реализации излагаемого подхода представлены этапы лабораторной работы «Исследование мультивибратора на биполярных транзисторах», выполняемые в ходе этапов действия и развиваемые компетенции (таблица).

В экспериментальной группе, где лабораторный практикум проводился по предложенной трехэтапной методике с использованием безопасных макетных плат, были зафиксированы устойчивые позитивные изменения в характере учебной деятельности.

Этапы работы и развиваемые компетенции

Этап работы	Выполняемые действия	Развиваемые soft skills и метанавыки
1. Расчет	Рассчитать R и C для заданной частоты (например, 1 Гц). Выбрать тип транзистора (КТ315), определить номиналы резисторов базы и коллектора	Ответственность, критическое мышление, умение учиться, целеполагание
2. Моделирование	Построить схему в Circuit Simulator, снять осциллограммы, измерить период, амплитуду, скважность. Сравнить с расчетом	Рефлексия, системное мышление, анализ данных, работа с ПО
3. Макетирование	Собрать схему на макетной плате, подключить осциллограф, измерить реальные параметры. Обнаружить и устранить возможные неисправности	Практические навыки, адаптивность, стрессоустойчивость, коммуникация (в команде)
4. Анализ и выводы	Объяснить расхождение между теорией, моделью и экспериментом. Предложить способы улучшения схемы	Критическое мышление, системное мышление, рефлексия

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Студенты чаще проявляли инициативу при обсуждении схем, предлагали собственные варианты модификации, задавали вопросы, выходящие за рамки стандартного задания. Преподавателями отмечено углубление анализа при сравнении расчетных, моделируемых и экспериментальных данных: обучающиеся не просто констатировали расхождения, но пытались выявить их причины (погрешности компонентов, влияние паразитных параметров, ограничения модели).

В контрольной группе, где лабораторные работы выполнялись по традиционной методике на готовых стендах, подобная познавательная активность наблюдалась реже; студенты в основном ограничивались выполнением инструкций и формальной фиксацией результатов.

По данным анкетирования и самоотчетов, у студентов экспериментальной группы произошли заметные изменения в восприятии собственных компетенций. Большинство респондентов (89 %) указали, что работа с безопасными макетными платами «научила думать как инженер» (в контрольной группе этот показатель составил 42%). Студенты отмечали, что необходимость самостоятельно собирать схему, искать и исправлять ошибки, согласовывать действия в парах способствовала развитию стрессоустойчивости, ответственности и навыков командной работы.

Кроме того, в экспериментальной группе зафиксировано изменение отношения к ошибкам: они стали восприниматься не как неудача, а как естественный этап поиска решения, что способствовало развитию рефлексии и критического мышления. В самоотчетах студенты подчеркивали, что формат работы «расчет – моделирование – эксперимент» позволил им лучше по-

нять логику инженерного проектирования и осознать связь между теоретическими знаниями и практической реализацией.

В ходе апробации выявились и определенные сложности: возросшая нагрузка на преподавателя (необходимость индивидуального консультирования), дефицит некоторых компонентов для сборки схем, разный исходный уровень подготовки студентов. Для их преодоления были разработаны чек-листы самопроверки, организована взаимопроверка в группах, создан мини-склад компонентов с системой учета. Эти меры позволили оптимизировать учебный процесс и снизить организационные риски.

1. Анализ и критическая оценка полученных результатов. Полученные результаты демонстрируют, что интеграция трехэтапного подхода в лабораторный практикум по схемотехнике с использованием безопасных макетных плат действительно способствует развитию soft skills и метанавыков у обучающихся-инженеров. Однако для полного понимания значимости этих результатов необходимо рассмотреть их в контексте существующих исследований и теоретических подходов.

2. Соответствие результатов современным исследованиям. Данное исследование подтверждает выводы I. Baner, R. Shechter и G. Kurtz [2], которые отмечают, что «soft skills education is valuable» (обучение гибким навыкам является значимым) и что обучающиеся-инженеры высоко оценивают важность таких навыков, как лидерство, коммуникация и командная работа. В их исследовании подчеркивается, что soft skills complement technical knowledge for successful career («гибкие навыки дополняют технические знания, способствуя успешному построению карьеры»), что полностью

согласуется с наблюдениями авторов о том, что развитие soft skills не заменяет, а дополняет техническую подготовку инженера.

Особенно интересно сравнить результаты, полученные авторами, с исследованием R. S. Devika [13], которая изучала влияние метакогнитивной осведомленности на успеваемость обучающихся инженеров специальностей. R. S. Devika отмечает, что *metacognitive awareness positively influences engineering students' performance* (контекстный перевод: «осознанное владение метакогнитивными навыками (метапознание) оказывает положительное влияние на академическую успеваемость студентов-инженеров») [13], что подтверждается данными авторов о том, что обучающиеся, проявляющие более высокий уровень рефлексии, демонстрируют лучшие результаты в технических заданиях. Настоящее исследование расширяет эти выводы, показывая, что развитие метанавыков через практические занятия может быть более эффективным, чем теоретическое обучение.

Р. В. Куприянов и соавт. [8] в своем исследовании «Влияние метакогнитивных навыков и критического мышления на успешность обучения» приходят к выводу, что «метакогнитивные стратегии направлены на улучшение учебной деятельности». Результаты авторов подтверждают эту гипотезу, показывая, что обучающиеся, освоившие методы рефлексии и анализа, демонстрируют более высокую успеваемость не только по схмотехнике, но и по смежным дисциплинам.

Несмотря на положительные результаты, данное исследование имеет несколько ограничений, которые необходимо учитывать.

Ограниченная выборка. Исследование проводилось на одной кафедре одного вуза в течение одного семестра, что может ограничивать обобщаемость результатов. Как отмечают Е. С. Богдан и О. Л. ЧудакOVA [7], контекст вуза и специфика отрасли могут существенно влиять на развитие soft skills.

Краткосрочные эффекты. Данное исследование оценивало результаты в течение одного учебного семестра, тогда как развитие soft skills и метанавыков является долгосрочным процессом. Как подчеркивает J. Jia [12], для полной оценки эффективности аналогичных методик необходимо долгосрочное наблюдение.

Субъективность оценки. Некоторые показатели (например, уровень стрессоустойчивости, глубина рефлексии) оценивались субъективно, что может вносить погрешность в результаты. С. Савинков [15] справедливо отмечает необходимость «тести-

рования soft и hard skills для эффективной диагностики», что в данном исследовании не было реализовано.

Отсутствие контроля внешних факторов. На развитие soft skills могли влиять и другие факторы, не связанные непосредственно с авторской методикой (например, другие дисциплины, внеаудиторные мероприятия).

Полученные результаты имеют несколько важных аспектов научной значимости.

Интеграция теории и практики. Данное исследование демонстрирует, как можно органично интегрировать развитие soft skills и метанавыков в существующие технические дисциплины, не увеличивая учебную нагрузку. Это подтверждает гипотезу А. П. Исаева и Л. В. Плотнокова [6] о том, что «важно не только содержание, но и методы организации учебного процесса».

Методологический вклад. Предложенный трехэтапный подход (расчет, моделирование, эксперимент) может служить моделью для разработки подобных методик в других технических дисциплинах. Как отмечают Fonden Calzadilla и соавт. [9], «методы активного обучения, проектной деятельности и рефлексии» являются эффективными для развития метанавыков, и рассматриваемая методика конкретизирует этот подход для лабораторных работ по схмотехнике.

Контекстуальная адаптация. Настоящее исследование показывает, как общие принципы развития soft skills могут быть адаптированы к специфике конкретной дисциплины и отрасли (железнодорожный транспорт). Это подтверждает позицию Т. В. Гурской и соавт. [16], которые подчеркивают необходимость «внедрения курсов по развитию мягких навыков, создание тренингов и практических кейсов», адаптированных к конкретному контексту.

На основе полученных результатов можно сформулировать следующие практические рекомендации для преподавателей технических дисциплин.

Интеграция soft skills в существующие дисциплины. Как показывает данное исследование, не обязательно создавать отдельные курсы по soft skills – их развитие может быть интегрировано в существующие технические дисциплины через изменение методики проведения занятий.

Большее внимание введению элементов рефлексии (анализ ошибок, обосуждение процесса), что значительно усиливает развитие метанавыков. Как отмечает Е. Valeeva и соавт. [5], «метакогнитивные навыки – осознание и управление собственным процессом познания, важный фактор обучения».

Использование физических макетов. Несмотря на развитие виртуальных симуляторов, физические макеты остаются важным инструментом для развития практических навыков и soft skills. Как отмечают С. Г. Башаева и А. А. Истомина [4], «использование интерактивных методов и кейс-стади для развития навыков в учебных дисциплинах» повышает эффективность обучения.

Групповая работа с четким распределением ролей. Организация работы в малых группах с четким распределением ролей способствует развитию коммуникации и командной работы, что подтверждается исследованиями I. Baner, R. Shechter и G. Kurtz (2025).

На основе полученных результатов и выявленных ограничений можно определить следующие направления дальнейших исследований.

Долгосрочное наблюдение. Необходимо провести исследование, оценивающее влияние развития soft skills и метанавыков на профессиональную успешность выпускников в течение 3–5 лет после окончания вуза. Это позволит подтвердить гипотезу, что эти навыки действительно повышают конкурентоспособность на рынке труда.

Разработка стандартов оценки. Следует разработать объективные критерии и методы оценки уровня развития soft skills и метанавыков, что позволит сравнивать результаты различных методик. По мнению С. Савинкова [15], «тест на «жесткие» и «гибкие» навыки» необходим для диагностики текущего уровня и планирования развития.

Адаптация метода к другим дисциплинам. Необходимо исследовать, как предложенная методика может быть адаптирована к другим техническим дисциплинам (например, таким как программирование, механика, материаловедение).

Интеграция цифровых технологий. Следует исследовать, как современные цифровые технологии (виртуальная реальность, искусственный интеллект) могут быть интегрированы в предлагаемую методику для усиления развития soft skills и метанавыков.

Междисциплинарные проекты: Как рекомендуют Г. В. Барина и К. А. Шевченко [12], перспективным направлением является «совершенствование учебных планов с акцентом на междисциплинарные проекты и практики», что позволит обучающимся применять soft skills в более сложных и реалистичных контекстах.

В. В. Келарев и Н. С. Котова подчеркивают [1], что «конвергентный подход к организации бизнес-образования в вузе» позволяет интегрировать развитие личност-

ных компетенций в техническое образование. Предложенный в настоящей работе подход является конкретной реализацией этого подхода в контексте лабораторных работ по схмотехнике.

Заключение

Проведенное исследование подтверждает, что лабораторный практикум по дисциплине «Основы схмотехники» с применением безопасных макетных плат – это не просто способ повысить уровень практических навыков, а действенный инструмент формирования современного инженера. Переход от пассивного выполнения заданий к активному сквозному проектированию позволяет органично интегрировать развитие soft skills и метанавыков в учебный процесс.

Трехэтапный подход – расчет, моделирование, эксперимент – воспроизводит настоящий жизненный цикл разработки электронного устройства и формирует у обучающихся критическое отношение к информации, способность к рефлексии и самоанализу, умение работать в команде и отвечать за результат, готовность к адаптации и постоянному обучению.

Перспективы дальнейшего развития метода лежат в использовании проектов по разработке систем, актуальных для железнодорожного транспорта, а также в интеграции цифровых технологий для усиления развивающего потенциала лабораторных работ.

Таким образом, лабораторный практикум становится не завершающим этапом изучения дисциплины, а этапом для становления компетентного, гибкого и ответственного инженера, готового к вызовам современного технологического ландшафта.

Список литературы

1. Келарев В. В., Котова Н. С. Конвергентный подход к организации бизнес-образования в вузе: зарубежный опыт // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки СКАГС. 2015. № 4. С. 188–193. EDN: VECCEB.
2. Baner I., Shechter R. and Kurtz G. et al Soft Skills Education is Valuable–Perception of Engineering Students // IEEE Transactions on Education. Vol. 68. Is. 1. P. 152–162. Feb. 2025. DOI: 10.1109/TE.2024.3510569.
3. Романова Л. Л. Представления студентов о содержании понятия «soft skills» // Письма в Эмиссия.Оффлайн. 2022. № 4. С. 3058. EDN: GGHLED.
4. Башаева С. Г., Истомина А. А. Развитие гибких навыков студентов при изучении дисциплины «Физика» // Научный вестник УИ ГА. 2022. № 14. С. 46. EDN: XINBZI.
5. Valeeva E., Kupriyanov R., Valeeva N. et al. The Role of Metacognitive Skills in Engineering Education // 2017 ASEE International Forum: Columbus, Ohio Jun 28 Paper ID #20734.
6. Исаев А. П., Плотноков Л. В. Мягкие навыки для успешной карьеры выпускников инженерного профиля // Высшее образование в России. 2021. Т. 30. № 10. С. 63–77.

7. Богдан Е. С., Чуланова О. Л. Концепция формирования soft skills выпускников вузов: монография. М.: ИНФРА_М, 2023. 147 с. DOI: 10.12737/1915813.
8. Куприянов Р. В., Валеева Н. Ш., Валеева Э. Р. Влияние метакогнитивных навыков и критического мышления на успешность обучения (на примере изучения английского языка) // Самарский научный вестник. 2023. Т. 12. № 3. С. 263–267. DOI: 10.55355/snv2023123307.
9. Fonden Calzadilla J. C., Rodríguez Lamas R., Serra Toledo R. Reflexiones teóricas metodológicas para el proceso de enseñanza aprendizaje de la Programación en las carreras de Ingenierías // Luz. 2019. Vol. 18. Is. 2. P. 30–41. URL: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=589164245003> (дата обращения: 23.01.2026).
10. Авдеева А. П., Сафонова Ю. А. Гибкие навыки инженера для VUCA-среды // Актуальные проблемы психологического знания. 2022. № 4 (61). С. 61–67. DOI: 10.51944/20738544_2022_4_61. EDN: XSCJYK.
11. Барина Г. В., Шевченко К. А. Ключевые компетенции инженера будущего // Пространство kolei 1520: проблемы, потенциал, перспективы: сборник трудов Межвузовской студенческой научно-практической конференции с международным участием (г. Москва, 18 апреля 2024 г.). М.: ООО «Сам Полиграфист», Российский университет транспорта (МИИТ), 2024. С. 135–142. EDN: GRXKLC.
12. Jia J. The Impact of Scaffolding on the Development of Metacognitive Skills in Project-Based Engineering Learning // Asean Journal of Engineering Education. 2025. № 9 (1). P. 1–10. DOI: 10.11113/ajee2025.9n1.177.
13. Devika R. S. Influence of metacognitive awareness on engineering students' performance: a study of listening skills // Procedia Manufacturing. 2019. Vol. 31. P. 136–141. DOI: 10.1016/j.promfg.2019.03.021.
14. Суровцева Л. Г., Суровцев А. В., Гоголь Л. В. Повышение качества образования на основе формирования гибких навыков soft skills у студентов высших учебных заведений в России // Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование: сборник научных трудов 6-й Международной молодежной научно-практической конференции (г. Курск, 13 ноября 2019 г.). Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. С. 307–309. EDN: TZYQXT.
15. Савинков С. Паспорт компетенций. Для чего нужен тест на «жесткие» и «гибкие» навыки // Русский инженер. 2024. № 4 (85). С. 21–22. EDN: EFWYBH.
16. Гурская Т. В., Федорова С. В., Соколова Т. Б. Формирование soft компетенций в условиях корпоративного вуза // Педагогический журнал Башкортостана. 2024. № 3 (105). С. 27–40. DOI: 10.21510/18173292202410532740. EDN: QMSOYV.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.



ЭВОЛЮЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ОБУЧЕНИЯ

Подлипский О. К. ORCID ID 0009-0002-1639-3040

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», Москва, Российская Федерация, e-mail: ok@phystech.edu

Формирование математической грамотности как одной из ключевых компетенций заложено в стратегических документах в сфере образования и определяется как приоритетная задача. Цель исследования – разработка и теоретическое обоснование многоуровневой модели организации педагогической деятельности по формированию математической грамотности учащихся в системе начального и основного общего образования (1–9 классы), с учетом возрастных особенностей и поэтапного усложнения познавательных задач. В статье представлена трехуровневая модель формирования математической грамотности, соответствующая этапам школьного обучения: начальная школа (овладение математическим описанием), 5–6 классы (перевод текста в модель, логические рассуждения) и 7–9 классы (построение и исследование моделей, критическая оценка информации). Модель детализирована через анализ ключевых аспектов: ведущей деятельности, уровня абстракции, работы с задачей, связи с реальностью и формируемых умений. При проведении исследования использовались следующие методы: теоретическое моделирование, сравнительный анализ и систематизация. На основе модели определены и проиллюстрированы конкретными задачами качественные изменения в формировании математической грамотности от простых арифметических действий в начальной школе до задач на оптимизацию и критическое осмысление в основной школе. Выявлены и структурированы эффективные педагогические методы (практико-ориентированные задания, интерактивные формы, дифференциация, визуализация, рефлексия), а также типичные трудности учащихся и пути их преодоления. Процесс формирования математической грамотности должен быть последовательным и непрерывным, выстроенным как эволюция от учебной деятельности с элементами моделирования в начальной школе через развитие логического мышления в 5–6 классах к проектно-моделирующей деятельности и доказательной аргументации в 7–9 классах.

Ключевые слова: математическая грамотность, основное общее образование, педагогическая деятельность, многоуровневая модель, практико-ориентированные задания

EVOLUTION OF MATHEMATICAL LITERACY FORMATION AT DIFFERENT STAGES OF LEARNING

Podlipskiy O. K. ORCID ID 0009-0002-1639-3040

*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
“Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University)”,
Moscow, Russian Federation, e-mail: ok@phystech.edu*

The development of mathematical literacy as one of the key competencies is laid down in strategic documents in the field of education and is defined as a priority task. The aim of the study was to develop and theoretically substantiate a multi-level model for organizing pedagogical activities to develop students' mathematical literacy in the primary and basic general education system (grades 1–9), taking into account age characteristics and the gradual complication of cognitive tasks. The article presents a three-level model for the development of mathematical literacy, corresponding to the stages of school education: primary school (mastering mathematical description), grades 5–6 (translating text into a model, logical reasoning) and grades 7–9 (constructing and studying models, critical evaluation of information). The model is detailed through an analysis of key aspects: leading activity, level of abstraction, work with the task, connection with reality and the skills being developed. The following methods were used in the study: theoretical modeling, comparative analysis and systematization. Based on the model, qualitative changes in the development of mathematical literacy from simple arithmetic operations in primary school to tasks on optimization and critical thinking in secondary school are defined and illustrated with specific tasks. Effective pedagogical methods (practice-oriented tasks, interactive forms, differentiation, visualization, reflection) have been identified and structured, as well as typical student difficulties and ways to overcome them. The process of developing mathematical literacy should be consistent and continuous, structured as an evolution from educational activities with elements of modeling in primary school through the development of logical thinking in grades 5–6 to project-modeling activities and evidence-based argumentation in grades 7–9.

Keywords: mathematical literacy, basic general education, teaching activities, multi-level model, practice-oriented tasks

Введение

В условиях развития цифровой экономики и общества, основанного на знаниях, математическая грамотность становится ключевой компетенцией, необходимой для адап-

тации, критического анализа информации и принятия обоснованных решений в повседневной и профессиональной жизни.

Проблеме формирования математической грамотности посвящены многие исследования российских и зарубежных ученых.

В работах Andreas Schleicher (OECD), директора по образованию и навыкам Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), главы международной программы PISA, и John H. Bishop (США) описаны рамки оценки математической грамотности 15-летних учащихся, выявлены факторы, влияющие на ее уровень, и сравнительные результаты разных стран [1, 2].

В исследованиях Paul Ernest (Великобритания), Alan H. Schoenfeld (США) подчеркивается, что математическая грамотность не сводится к владению алгоритмами, а включает способность критически мыслить, формулировать и интерпретировать задачи в различных контекстах. Их идеи легли в основу многих современных учебных программ [3, 4].

Изучению влияния специальных учебных программ и цифровых инструментов на развитие математической грамотности, особенно у учащихся младшего и среднего школьного возраста, посвящено исследование David Purpura (США) [5].

Группой российских ученых (Г. С. Ковалева, Л. О. Рослова и др.) адаптирована концепция PISA к российским условиям, разработаны инструменты для оценки и формирования математической грамотности в отечественной школе [6–8].

В исследованиях Т. Ф. Сергеевой, М. В. Шабановой разработаны структурные компоненты математической грамотности и методика их формирования [9, 10].

Разработки Н. А. Бородулиной, К. Г. Вятчиновой (Россия) посвящены практическим инструментам для формирования математической грамотности на уроках математики [11].

Н. Н. Дербеденева (Россия) исследовала возможности цифровых образовательных платформ для формирования функциональной математической грамотности школьников: как цифровые задания, симулирующие реальные ситуации, помогают учащимся развивать умение применять математические знания в повседневной жизни [12].

В настоящее время математическая грамотность рассматривается как один из ключевых образовательных результатов основного общего образования, что отражено в регламентирующих документах федерального уровня: Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования [13], Федеральная образовательная программа основного общего образования [14] и Федеральная рабочая программа основного общего образования по учебному предмету «Математика» [15].

При этом традиционно применяемые в обучении математике методы, ориентиро-

ванные на репродуктивное усвоение алгоритмов, не в полной мере отвечают требованиям формирования функциональной грамотности. Возникает потребность в системных моделях, которые показывают, как поэтапно, с 1 по 9 класс, развивать у учащихся умение применять математику в реальных, нестандартных ситуациях. Также существует разрыв между этапами обучения в начальной и основной школе в подходах к формированию математического мышления. Актуальна разработка единой сквозной модели, обеспечивающей логический переход от конкретных действий к абстрактному моделированию, что позволяет преодолеть фрагментарность знаний учащихся.

Цель исследования – разработка и теоретическое обоснование многоуровневой модели организации педагогической деятельности по формированию математической грамотности учащихся в системе основного общего образования (1–9 классы), с учетом возрастных особенностей и поэтапного усложнения познавательных задач.

Материалы и методы исследования

В качестве основного метода использовано теоретическое моделирование образовательного процесса. Для иллюстрации модели разработан и проанализирован комплекс практико-ориентированных заданий на едином бытовом контексте (заказ пиццы), адаптированный для трех возрастных групп. Также применялись методы сравнительного анализа и систематизации педагогических приемов.

Результаты исследования и их обсуждение

Формирование математической грамотности рассматривается как многоуровневый процесс, который включает в себя три этапа:

- овладение математическим описанием различных явлений и процессов на этапе начальной школы;

- формирование умения переводить текстовую информацию в математическую форму (модель), проводить несложные логические рассуждения и анализировать данные в 5–6 классах;

- формирование умения строить и исследовать несложные модели, критически оценивать количественную информацию, принимать осознанные решения на основе математических расчетов в 7–9 классах.

В таблице отражена эволюция формирования математической грамотности с 1 по 9 классы по ключевым аспектам: ведущая деятельность, уровень абстракции, работа с задачей, связь с реальностью, ключевое умение.

Эволюция формирования математической грамотности
с 1 по 9 классы по ключевым аспектам

Аспект	Начальная школа	5–6 классы	7–9 классы
Ведущая деятельность	Учебная с элементами моделирования	Учебно-познавательная, поисковая	Проектно-моделирующая, исследовательская
Уровень абстракции	Конкретный, наглядный	Переходный (от конкретного к абстрактному)	Абстрактный, формальный
Работа с задачами	Понимание ситуации, решение по шаблону	Построение плана, выбор стратегии	Моделирование, анализ решения, интерпретация
Связь с реальностью	Непосредственный личный опыт	Более широкий социальный и учебный контекст	Многоплановые прикладные и научные контексты
Ключевое умение	Осознанное вычисление	Логическое рассуждение и работа с данными	Математическое моделирование и доказательная аргументация

Примечание: составлена автором на основе полученных данных в ходе исследования

Приведем примеры заданий, иллюстрирующих представленную эволюцию.

Общий контекст: семья заказывает пиццу на праздник.

*Задача для 1–4 классов (2 класс)
«Пицца для гостей»*

На день рождения Саши придут 5 друзей. Всего будет 6 детей (вместе с Сашей) и 2 взрослых. Пиццу решено заказать такую:

- Детская пицца – разделена на 6 кусков.
- Большая пицца – разделена на 8 кусков.

Вопросы:

1. Если каждый ребенок съест по одному куску из детской пиццы, а взрослые не будут ее есть, сколько кусков детской пиццы останется?

2. Чтобы все взрослые и дети попробовали большую пиццу, хватит ли кусков, если раздать каждому по одному? Не забудь посчитать всех.

3. Представь ответ на второй вопрос с помощью рисунка или схемы.

Цель и особенности математической грамотности:

– Работа в пределах 20. Простые действия на сложение/вычитание.

– Понимание условия: необходимо выделить ключевые данные (6 детей, 2 взрослых, 6 и 8 кусков) и игнорировать лишнее (название пиццы).

– Моделирование рисунком. Ребенок может нарисовать 6 палочек-детей, 2 кружка-взрослых, 6 и 8 квадратиков-кусков, чтобы наглядно сравнить.

– Связь с жизнью. Осознание логики распределения, планирования.

Ответы и решения:

1. $6 - 6 = 0$ (не останется ни одного куска).

2. Всего людей: $6 + 2 = 8$.

Кусков в большой пицце 8.

Хватит ровно по одному куску.

3. Рисунок или схема, где 8 человек и напротив каждого по 1 куску из 8.

*Задача для 5–6 классов
«Выгодный заказ»*

Семья выбирает пиццу в пиццерии. Условия доставки:

– Доставка бесплатно при заказе от 1500 руб.

– Скидка 10 % на все, если сумма заказа больше 2000 руб.

В меню:

– Пицца «Маргарита» (30 см) – 450 руб.

– Пицца «Пепперони» (35 см) – 650 руб.

– Пицца «Четыре сыра» (30 см) – 500 руб.

Семья решила заказать две «Пепперони» и одну «Четыре сыра».

Вопросы:

1. Хватит ли суммы заказа, чтобы получить бесплатную доставку?

2. Сколько будет стоить заказ со скидкой? Получит ли семья скидку?

3. Хочет ли семья добавить напиток за 200 руб., чтобы точно получить скидку? Выгодно ли это, если цель – минимизировать общие затраты (пицца + напиток)?

Цель и особенности математической грамотности:

– Работа с процентами, вычисление скидки.

– Анализ данных из таблицы/меню, выбор нужных чисел.

– Принятие решения на основе расчетов и условий («если... то...»). Многошаговость.

– Оценка выгоды: понимание, что добавление товара может увеличить общую сумму, но дать процентную скидку, которая компенсирует переплату.

– Логическое рассуждение и проверка гипотез.

Ответы и рассуждения:

1. Сумма без учета скидки:

$$650 \cdot 2 + 500 = 1300 + 500 = 1800 \text{ руб.}$$

Так как $1800 > 1500$, то *доставка бесплатна*.

2. Так как $1800 < 2000$, то *скидка не действует*. Заказ стоит 1800 руб.

3. Проверим гипотезу:

$$\text{С напитком сумма: } 1800 + 200 = 2000 \text{ руб.}$$

Это *ровно* порог скидки. Так как условие скидки «больше 2000», значит, это еще не скидка.

Нужно добавить что-то еще (например, соус за 100 руб.).

Тогда сумма будет 2100 руб.

Скидка 10 % составит 210 руб.

$$\text{Итог со скидкой: } 2100 - 210 = 1890 \text{ руб.}$$

Вывод: Добавлять продукты ради скидки в этом случае *невыгодно* ($1890 > 1800$).

(Следует отметить, что добавление к напитку любого продукта приведет к тому, что сумма со скидкой будет больше 1800 руб., так как 90 % от 2000 руб. – это 1800 руб.)

Задача учит критически оценивать маркетинговые уловки.

Задача для 7–9 классов

«Оптимальный выбор: диаметр или акция?»

Семья анализирует два предложения пиццерии:

1. Пицца большого диаметра. Пицца диаметром 40 см стоит 1200 руб.

2. Акция «Две по цене одной». Две пиццы диаметром 30 см по цене одной – 800 руб. (то есть 800 руб. за две).

Также в пиццерии есть условие: при заказе двух больших пицц (40 см) – скидка 15 % на всю сумму.

Известно, что площадь круга вычисляется по формуле

$$S = \pi \cdot \frac{D^2}{4},$$

где D – диаметр. Условно считаем $\pi \approx 3,14$.

Вопросы:

1. Количественный анализ

Какой заказ даст больше пиццы по площади на 1 руб. затрат:

– Взять одну пиццу диаметром 40 см за 1200 руб.?

– Взять две пиццы диаметром 30 см за 800 руб.?

– Взять две пиццы диаметром 40 см со скидкой 15 %?

2. Моделирование и оптимизация

Семья готова потратить не более 2000 руб. Составьте оптимальный по количеству пиццы (по площади) заказ, комбинируя возможные варианты (одиночные диа-

метром 40 см, акционные пары диаметром 30 см, пары диаметром 40 см со скидкой). Какую максимальную общую площадь пиццы можно получить?

3. Критическое осмысление

Какие нематематические факторы (социальные, психологические, бытовые) могут повлиять на окончательное решение семьи, даже если математически найден оптимальный вариант?

Цель и особенности математической грамотности:

– Применение формулы площади круга, работа с квадратичной зависимостью (площадь зависит от квадрата диаметра).

– Сравнение величин (площадь/рубль) – ключевой навык для потребителя.

– Финансовое моделирование в рамках ограничений (бюджет 2000 руб.). Поиск оптимальной комбинации – прообраз задач линейного программирования.

– Переход от чистой математики к реальному решению: осознание, что математический оптимум (например, 8 маленьких пицц) может быть неудобен логистически или психологически («мы хотим попробовать разные вкусы», «останутся огромные остатки»).

Расчеты

– Площадь пиццы диаметром 40 см:

$$S \approx 3,14 \cdot \frac{40^2}{4} = 1256 \text{ см}^2.$$

Площадь пиццы за 1 руб.:

$$1256/1200 \approx 1,05 \text{ см}^2/\text{руб.}$$

– Площадь пиццы диаметром 30 см:

$$S \approx 3,14 \cdot \frac{30^2}{4} = 706,5 \text{ см}^2.$$

За 800 руб. получаем две пиццы площадью 1413 см².

Площадь пиццы за 1 руб.:

$$1413/800 \approx 1,77 \text{ см}^2/\text{руб.}$$

Две пиццы диаметром 40 см со скидкой стоят $2 \cdot 1200 \cdot 0,85 = 2040$ руб. и имеют площадь 2512 см².

В этом случае площадь пиццы за 1 руб.:

$$2512/2040 \approx 1,23 \text{ см}^2/\text{руб.}$$

Следовательно, самый выгодный вариант по стоимости площади пиццы за 1 руб. – это 2 пиццы диаметром 30 см по акции за 800 руб.

Оптимизация:

Можно взять 2 акционных набора (4 пиццы диаметром 30 см) за 1600 руб. В этом случае получаем 2826 см² пиццы, и еще остается 400 руб.

Можно взять 1 акционный набор (2 пиццы диаметром 30 см) за 800 руб. и одну пиццу диаметром 40 см за 1200 руб. В этом случае получаем 2669 см² пиццы, и мы потратим все 2000 руб.

Другие варианты нас не устроят, так как либо содержат меньшее количество пицц, либо стоят больше 2000 руб.

Поэтому самый выгодный вариант (по площади) – это 2 акционных набора (4 пиццы диаметром 30 см). В этом случае мы получим 2826 см² пиццы.

Нематематические факторы:

– Разнообразие: 4 одинаковые маленькие пиццы или 1 большая разного вкуса.

– Удобство: 4 коробки занимают больше места, чем 1–2 больших.

– Горячая пицца: доставка четырех пицц может занять больше времени, они остынут.

– Эстетика праздника: большая красивая пицца может быть предпочтительнее.

Представленный набор задач иллюстрирует эволюцию: от пересчета кусков для гостей → к анализу скидок и акций → к сложной финансово-геометрической оптимизации с выходом на критическое осмысление границ математической модели.

Выделим наиболее эффективные методы и приемы, которые могут быть использованы на всех этапах формирования математической грамотности с учетом возрастных особенностей и программных требований.

1. *Практико-ориентированные задания*

Задачи, связанные с повседневной жизнью:

- расчет стоимости покупок;
- планирование бюджета;
- измерение площадей и объемов;
- анализ графиков и диаграмм.

2. *Интерактивные формы работы*

– математические квесты;

– групповые проекты;

– дидактические игры;

– использование цифровых инструментов (интерактивные доски, онлайн-тренажеры).

3. *Дифференцированный подход*

– для сильных учеников – задачи повышенной сложности, исследовательские задания;

– для слабых – пошаговая отработка базовых навыков, дополнительные примеры.

4. *Визуализация*

– схемы и таблицы для структурирования условий задач;

– графические модели (координатная плоскость, круговые диаграммы);

– геометрические конструкторы.

5. *Рефлексия и самооценка*

– обсуждение способов решения;

– анализ ошибок;

– составление собственных задач.

*Типичные трудности
и пути их преодоления*

1. Проблемы с чтением и пониманием текста задачи. Обучение приемам смыслового чтения:

– выделение ключевых данных;

– переформулировка условия.

2. Ошибки в вычислениях:

– регулярная устная работа;

– тренажеры для отработки навыков.

3. Неумение переводить условие в математическую модель. Поэтапное обучение:

– от простых задач к составным;

– использование схем.

4. Страх перед нестандартными задачами:

– постепенное введение творческих заданий;

– создание ситуации успеха.

Заключение

На основе модели определены и проиллюстрированы конкретными задачами качественные изменения в формировании математической грамотности – от простых арифметических действий в начальной школе до задач на оптимизацию и критическое осмысление в основной школе. Выявлены и структурированы эффективные педагогические методы (практико-ориентированные задания, интерактивные формы, дифференциация, визуализация, рефлексия), а также типичные трудности учащихся и пути их преодоления.

Процесс формирования математической грамотности должен быть последовательным и непрерывным, выстроенным как восхождение от учебной деятельности с элементами моделирования и осознанного вычисления в начальной школе через развитие логического мышления в 5–6 классах к проектно-моделирующей деятельности и доказательной аргументации в 7–9 классах. Ключевым условием успеха является использование системного, возрастосообразного подхода, опирающегося на практико-ориентированные контексты и разнообразные интерактивные методы, что в конечном итоге способствует развитию у учащихся способности применять математические знания для решения жизненных задач и принятия обоснованных решений.

Список литературы

1. Шляйхер А. Образование мирового уровня. Как построить школьную систему XXI века? М.: Национальное образование, 2019. 336 с. ISBN 978-5-4454-1248-9.
2. Bishop J. H., Mane F., Bishop M., Moriarty J. Y. The Role of End-of-Course Exams and Minimum Competency Ex-

ams in Standards-Based Reforms // CAHRS Working Paper Series. 2000. [Электронный ресурс]. URL: <http://digitalcommons.ilr.cornell.edu/cahrswp/88> (дата обращения: 20.01.2026). DOI: 10.1353/pep.2001.0002.

3. Critical Mathematics Education: Theory, praxis, and reality / ed. by P. Ernest, B. Sriraman, N. Ernest. Charlotte, NC: Information Age Publishing, 2016. 347 p. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/328966256_Critical_Mathematics_Education_Theory_praxis_and_reality_edited_by_Paul_Ernest_Bharath_Sriraman_and_Nuala_Ernest (дата обращения: 20.01.2026). ISBN 978-1-68123-259-1.

4. Schoenfeld A. H. Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense Making in Mathematics // Journal of Education. 2016. Vol. 196 (2). P. 1–38. URL: https://www.researchgate.net/publication/320970809_Learning_to_Think_Mathematically_Problem_Solving_Metacognition_and_Sense_Making_in_Mathematics_Reprint (дата обращения: 20.01.2026). DOI: 10.1177/002205741619600202.

5. Purpura D. J., Schmitt S. A., Ganley C. M. Foundations of mathematics and literacy: The role of executive functioning components // Journal of experimental child psychology. 2017. P. 15–34. URL: https://www.researchgate.net/publication/308699179_Foundations_of_mathematics_and_literacy_The_role_of_executive_functioning_components (дата обращения: 20.01.2026). DOI: 10.1016/j.jecp.2016.08.010.

6. Ковалева Г. С. и др. Математическая грамотность: сборник эталонных заданий. Вып. 1: в 2 ч. Ч. 1 / под ред. Г. С. Ковалевой, Л. О. Рословой. М. – СПб.: Просвещение, 2020. 79 с. URL: <https://go.11klasov.net/20935-matematicheskaja-gramotnost-sbornik-jetalonnyh-zadani-j-vypusk-1-chast-1-kovaleva-gs-roslova-lo-krasnjanskaja-ka-i-dr.html> (дата обращения: 20.01.2026). ISBN 978-5-09-075989-2.

7. Рослова Л. О., Квитко Е. С., Карамова И. И. Критерии для разработки заданий, предназначенных для формирования и оценки математической грамотности // Отечественная и зарубежная педагогика. 2023. Т. 2. № 1 (90). С. 51–64. URL: https://ozp.instrao.ru/images/2023/O3П_190_25марта_с_обл.pdf (дата обращения: 20.01.2026). DOI: 10.24412/2224-0772-2023-90-51-64.

8. Рослова Л. О., Краснянская К. А., Квитко Е. С. Концептуальные основы формирования и оценки математиче-

ской грамотности // Отечественная и зарубежная педагогика. 2019. Т. 1. № 4 (61). С. 58–79. URL: <https://www.rc-nsk.ru/wp-content/uploads/2021/11/Matematicheskaya-gramotnost.pdf>. EDN: XDFVSH.

9. Подлипский О. К., Сергеева Т. Ф., Шабанова М. В. Математическая грамотность: подходы и методы оценки // Математика в школе. 2024. № 2. С. 30–37. URL: https://delpress.ru/журнал/МАТЕМАТИКА_В_ШКОЛЕ/архив/2024/44733?ysclid=mkmexvefgl162155573 (дата обращения: 20.01.2026). EDN: ZITAWT.

10. Сергеева Т. Ф. Математика на каждый день. М.: Просвещение, 2023. 112 с. ISBN 978-5-09-072192-9.

11. Бородулина Н. А., Вятчинова К. Г. Формирование математической грамотности у обучающихся на уроках математики // Калининградский вестник образования. 2023. № 1 (17). С. 22–29. URL: https://koirjournal.ru/wp-content/uploads/2023/04/kvo_117-03_borodulina_vyatchinova.pdf (дата обращения: 20.01.2026). EDN: TZKTUX.

12. Дербеденева Н. Н., Аникина О. А., Шляхтина И. А. Формирование математической грамотности школьников с использованием цифровых образовательных платформ // Дидактика математики: проблемы и исследования. 2025. № 2 (66). С. 92–99. URL: <https://dongu-dmpi.ru/index.php/dmpi/article/view/407> (дата обращения: 20.01.2026). DOI: 10.24412/2079-9152-2025-66-92-99.

13. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утв. Приказом Минобрнауки России от 17.12.2010 № 1897 (ред. от 11.12.2020)). [Электронный ресурс]. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-ooo> (дата обращения: 20.01.2026).

14. Федеральная образовательная программа основного общего образования (утв. Приказом Минобрнауки России от 18.05.2023 № 370 (ред. от 09.10.2024)). [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1301798826?ysclid=mkvn808hpn110017047> (дата обращения: 20.01.2026).

15. Федеральная рабочая программа основного общего образования по учебному предмету «Математика» (базовый уровень). [Электронный ресурс]. URL: <https://edsoo.ru/rabochie-programmy/> (дата обращения: 20.01.2026).

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The author declares that there is no conflict of interest.



ФОРМИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ У СТАРШЕКЛАСНИКОВ ЧЕРЕЗ ПРОЕКТНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ПРОБАХ

Потапов А. А. ORCID ID 0000-0002-4497-5796,

Семенников А. В. ORCID ID 0000-0002-2763-0550

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Казанский государственный энергетический университет», Казань, Российская Федерация,
e-mail: aapot@ya.ru*

В статье рассматривается актуальная проблема ранней профессиональной ориентации и подготовки будущих инженерно-технических кадров для высокотехнологичных отраслей промышленности. Целью исследования является теоретическое обоснование и практическая апробация модели формирования начальных инженерных компетенций у старшеклассников через проектную деятельность в рамках профессиональных проб федерального проекта «Билет в будущее». Эмпирической базой для работы послужил практический опыт кафедры «Промышленная электроника» Казанского государственного энергетического университета, на которой были организованы и проведены профессиональные пробы для обучающихся старших классов по профилю «Инженер-электронщик». В рамках статьи описана авторская методика проведения профессиональной пробы, суть которой заключается в сквозном проектировании и создании школьниками функционирующего прототипа электронного устройства на платформе микроконтроллеров Arduino. В ходе исследования выявлен и детально проанализирован механизм формирования ключевых инженерных компетенций: проектно-аналитической, схемотехнической, конструкторско-технологической, программистской, диагностической и коммуникативной. Эффективность методики подтверждается комплексом используемых методов оценки, таких как анализ работоспособности созданных прототипов, включенное наблюдение и анкетирование. Результаты показывают высокий уровень заинтересованности школьников в профессии инженера-электронщика и выбор электроники в качестве приоритетной образовательной траектории, что доказывает высокую педагогическую эффективность предложенного подхода. Данное исследование служит основанием для рекомендации широкого внедрения проектно-ориентированных профессиональных проб в практику инженерных вузов.

Ключевые слова: профессиональные пробы, инженерные компетенции, старшеклассники, проектная деятельность, проектный метод, практико-ориентированное обучение, профориентация, проект «Билет в будущее», промышленная электроника, микроконтроллеры

FORMATION OF ENGINEERING COMPETENCIES IN HIGH SCHOOL STUDENTS THROUGH PROJECT ACTIVITIES ON CAREER TRIALS

Potapov A. A. ORCID ID 0000-0002-4497-5796,

Semennikov A. V. ORCID ID 0000-0002-2763-0550

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Kazan State Power Engineering University”, Kazan, Russian Federation,
e-mail: aapot@ya.ru*

The article discusses the urgent problem of early professional orientation and training of future engineering and technical personnel for high-tech industries. The purpose of the study is the theoretical substantiation and practical approbation of the model for the formation of initial engineering competencies among high school students through project activities within the framework of professional tests of the federal project “Ticket to the Future”. The empirical basis for the work was the practical experience of the Department of Industrial Electronics of the Kazan State Power Engineering University, where professional tests were organized and conducted for high school students in the profile “Electronics Engineer”. Within the framework of the article, the author’s methodology for conducting a professional test is described, the essence of which is the end-to-end design and creation by schoolchildren of a functioning prototype of an electronic device on the platform of Arduino microcontrollers. In the course of the study, the mechanism for the formation of key engineering competencies was identified and analyzed in detail: design and analytical, circuit engineering, design and technological, programming, diagnostic and communicative. The effectiveness of the methodology is confirmed by the set of assessment methods used, such as analysis of the performance of the created prototypes, participant observation and questionnaire. The results show a high level of interest of schoolchildren in the profession of an electronics engineer and the choice of electronics as a priority educational trajectory, which proves the high pedagogical effectiveness of the proposed approach. This study serves as the basis for recommending the widespread introduction of project-oriented professional tests in the practice of engineering universities.

Keywords: professional trials, engineering competencies, high school students, project activities, project method, practice-oriented training, career guidance, Ticket to the Future project, industrial electronics, microcontrollers

Введение

Современный этап технологического развития Российской Федерации, характеризующийся курсом на достижение технологического суверенитета и импортозамещение в ключевых отраслях промышленности, предъявляет исключительные требования к качеству и количеству инженерных кадров. Эффективное функционирование и конкурентоспособность таких секторов экономики, как микроэлектроника, приборостроение, робототехника и энергетика, напрямую зависят от притока мотивированных, квалифицированных и творчески мыслящих инженеров [1]. Однако, как констатируют многочисленные исследования и государственные доклады в сфере образования, сохраняется устойчивый дисбаланс между потребностями экономики и выбором будущей профессии у выпускников школ [2].

Проблема заключается не только в количественном дефиците абитуриентов инженерных направлений, но и в их качественной подготовке. Зачастую выбор выпускником школы инженерной специальности носит случайный, неосознанный характер, продиктованный внешними факторами (мнение родителей, проходной балл), а не сформированным внутренним интересом и пониманием сути будущей профессиональной деятельности [3]. Это приводит к ряду негативных последствий: низкой академической успеваемости на младших курсах, потере мотивации, отчислению из вузов и в итоге к неэффективному использованию ресурсов системы высшего образования и дефициту высококлассных специалистов на рынке труда.

Сложившаяся ситуация актуализирует задачу кардинального пересмотра подходов к профориентационной работе со школьниками [4, 5]. Традиционные формы, такие как экскурсии на предприятия или информационные лекции, носят пассивный, ознакомительный характер и не позволяют обучающемуся в полной мере «примерить» на себя профессию, оценить свои склонности и способности к конкретному виду инженерного труда. В связи с этим наиболее перспективным направлением становится реализация моделей практико-ориентированной, или «ситуативной», профориентации, основанной на принципе деятельностного подхода [6, 7].

Эффективным инструментом, воплощающим данный подход на федеральном уровне, является проект «Билет в будущее», целью которого является формирование у обучающихся способности к осознанному профессиональному выбору через про-

хождение профессиональных проб. Профессиональная проба в данном контексте понимается не как однократное мероприятие, а как моделирование ключевых элементов профессиональной деятельности, позволяющее школьнику погрузиться в реальный рабочий процесс под руководством наставника [8, 9].

Особый потенциал для инженерно-технических направлений имеют профессиональные пробы, выстроенные вокруг проектной деятельности [10]. Именно проектный метод, предполагающий решение комплексной задачи от идеи до материального результата, наиболее адекватно отражает суть современной инженерной практики. Он позволяет формировать не разрозненные знания, а систему начальных инженерных компетенций, включающую проектно-аналитическое мышление, навыки конструирования, программирования, диагностики и командной работы [11].

Цель исследования – теоретическое обоснование и практическая апробация модели формирования начальных инженерных компетенций у старшеклассников через проектную деятельность, интегрированную в структуру профессиональных проб на базе вуза.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования выступает процесс профессиональной ориентации обучающихся 10–11-х классов, а предметом – методика организации проектной деятельности в рамках профессиональных проб по профилю «Инженер-электронщик».

Задачи исследования:

– Проанализировать теоретические основы и существующие практики использования проектной деятельности в профориентационной работе.

– Разработать и описать модульную методику проведения профессиональных проб, основанную на сквозном проектировании электронного устройства.

– Выявить и классифицировать ключевые инженерные компетенции, формируемые на каждом этапе проектной деятельности.

– Оценить эффективность предложенной методики на основе анализа работоспособности созданных прототипов и результатов анкетирования участников.

Эмпирической базой исследования послужил опыт организации и проведения 16 часовых профессиональных проб по профилю «Инженер-электронщик» на кафедре «Промышленная электроника» Казанского государственного энергетического университета для обучающихся старших классов школ Республики Татарстан

в 2024–2025 учебном году, общей численностью 114 чел. В качестве основного метода проведения был использован проектный подход, интегрированный в структуру профессиональной пробы [12].

Организация процесса включала следующие модули:

1. Вводный модуль (2 академических часа). Знакомство с профессией, основами схемотехники и архитектурой микроконтроллеров на примере Arduino. Проводилась входная диагностика уровня знаний и мотивации.

2. Проектно-аналитический модуль (4 ч). Участники получали техническое задание на создание прототипа. Были предложены типовые, но полноценные проекты: «Система автоматического полива растений», «Цифровой термометр с выводом на LCD-экран», «Умный светильник с датчиком освещенности». Школьники анализировали техническое задание, под руководством наставника разрабатывали структурную и принципиальную схемы устройства, подбирали необходимые компоненты (резисторы, датчики, светодиоды, микроконтроллер).

3. Практико-исполнительский модуль (8 ч). Реализация проекта включала следующие этапы: сборку схемы на макетной плате, написание и отладку программного кода в среде Arduino IDE, паяльные работы для создания устойчивого прототипа, тестирование и устранение ошибок.

4. Рефлексивно-оценочный модуль (2 ч). Презентация готовых устройств, обсуждение результатов, трудностей и найденных решений. Проводилось итоговое анкетирование и беседа с наставником о дальнейших образовательных траекториях [13].

Для оценки эффективности применялись методы включенного наблюдения, анкетирование и анализ работы созданных прототипов. Для объективной оценки прототипа использовались такие критерии, как корректность монтажа, безопасность, стабильность работы, соответствие алгоритма работы техническому заданию, объяснение принципа работы.

Результаты исследования и их обсуждение

В процессе проведения профессиональных проб по знакомству с профессией инженера-электронщика был реализован комплексный проектный подход, который выступил в качестве основного механизма формирования начальных инженерных компетенций [14]. Каждый этап работы над созданием прототипа электронного устройства был направлен на развитие конкретных навыков и видов мышления, характерных

для инженера-электронщика. Детальный процесс формирования этих компетенций проанализирован ниже.

1. Проектно-аналитическая компетенция. Данная компетенция формировалась на стартовом этапе проектно-аналитического модуля – анализе технического задания. Школьникам предлагалось не просто ознакомиться с задачей (например, «создать систему автоматического полива»), а провести ее декомпозицию. Они должны были самостоятельно определить, какие подсистемы необходимы: система измерения влажности почвы (датчик влажности), система принятия решения (микроконтроллер Arduino UNO), система исполнения (водяной насос или клапан) и система индикации (светодиод или дисплей). Этот процесс требовал перехода от абстрактной цели к конкретным техническим требованиям.

Подтверждением сформированности данной компетенции служили разработанные участниками структурные и функциональные схемы устройства. Качественным показателем являлась не просто схема, скопированная из интернета, а схема, отражающая понимание связей между элементами. Например, способность ученика аргументировать, почему для управления насосом необходим транзисторный ключ, а не прямое подключение к выводу микроконтроллера, прямо свидетельствовала о сформированности системного аналитического мышления. Наблюдение за дискуссиями между участниками в ходе этого этапа также показывало рост их способности к технической аргументации [15].

2. Схемотехническая и конструкторско-технологическая компетенции. Эти компетенции развивались на этапе практико-исполнительского модуля при реализации проекта. Работа с макетной платой и пайка выводных компонентов требовали понимания физических принципов монтажа. Участники на практике осваивали необходимость соблюдения полярности электролитических конденсаторов и светодиодов, понимали последствия создания «паразитных» коротких замыканий и важность надежности механического соединения. Преодоление конкретных проблем, например «дребезга» кнопки или помех от длинных проводов к датчику, давало бесценный опыт, который невозможно получить в теоретическом курсе.

Основным инструментом подтверждения сформированности данных компетенций выступал анализ работоспособности собранного прототипа. Устройство, которое стабильно функционировало в соответствии с техническим заданием, являлось прямым доказательством усвоения схемотехнических знаний.

технических и конструкторских принципов. Кроме того, методика «включенного наблюдения» фиксировала, как участники начинали применять систематический подход к поиску неисправностей. Например, ученики использовали мультиметр для проверки целостности цепи или наличия напряжения на выводах микроконтроллера вместо хаотичного переподключения компонентов.

3. Программистская компетенция формировалась через написание и отладку кода в среде Arduino IDE. Участники переходили от простого копирования примеров к осмысленному изменению алгоритмов. Например, изменение порога срабатывания датчика влажности или добавление в программу функции плавного изменения яркости светодиода (ШИМ) требовало понимания логики работы программы, синтаксиса языка C++ и взаимодействия между аппаратной и программной частями.

Прямым доказательством сформированности компетенции являлся процесс отладки кода. Способность школьника самостоятельно проанализировать неправильное поведение устройства, локализовать ошибку в программе и исправить ее являлась наиболее объективным индикатором сформированности компетенции. Анализ итоговых программных кодов, созданных участниками, свидетельствовал о развитии алгоритмического мышления.

4. Диагностическая компетенция, или компетенция отладки и поиска неисправностей. Эта компетенция, являющаяся краеугольным камнем инженерной деятельности, формировалась вынужденно, при столкновении с неизбежно возникающими проблемами. Ни один из проектов не работал идеально с первой попытки. Столкнувшись с неработающим устройством, школьники под руководством наставника учились выдвигать гипотезы о причинах неисправности («нет питания», «неверно подключен датчик», «ошибка в алгоритме») и последовательно их проверять.

Эффективность формирования данной компетенции подтверждалась снижением количества обращений за прямой помощью к наставнику и изменением характера этих обращений. Если на начальном этапе типичным был вопрос «У меня ничего не работает, что делать?», то к концу профессиональной пробы вопросы становились конкретными и содержательными: «Я проверил, напряжение на выходе датчика 2,3 В, это соответствует норме?», «Почему при срабатывании реле происходит сброс микроконтроллера?» – это демонстрировало переход от пассивного ожидания решения к активному, осмысленному поиску.

5. Коммуникативная и командная компетенции. Хотя проекты были индивидуальными, атмосфера в лаборатории стимулировала активное взаимодействие. Участники естественным образом обменивались идеями, помогали друг другу в диагностике проблем, совместно искали решения в интернете и делились успешными находками.

Подтверждением развития компетенций служили данные включенного наблюдения и финальные презентации проектов. Наблюдение фиксировало рост количества и качества коммуникативных актов между участниками. В ходе презентаций школьники не просто демонстрировали устройство, но и аргументированно объясняли принятые технические решения, описывали трудности, с которыми столкнулись при реализации проекта, и методы их преодоления, что свидетельствовало о глубоком осмыслении проделанной работы и способности ясно излагать техническую информацию.

Анкетирование, проведенное по итогам проб, показало качественный сдвиг в восприятии профессии инженера-электронщика. Более 80 % участников отметили, что раньше представляли работу инженера-электронщика как «рутинную пайку и работу с чертежами», а теперь видят в ней «творческий процесс создания умных устройств с нуля». Около 70 % респондентов указали, что успешное завершение проекта, несмотря на возникшие трудности, повысило их уверенность в способности самостоятельно решать сложные технические задачи. Порядка 75 % школьников рассмотрели профессию инженера-электронщика как приоритетный вариант для дальнейшего обучения.

Таким образом, комплексный анализ созданного прототипа, данных наблюдения и результатов анкетирования однозначно подтверждает, что проектная деятельность в рамках профессиональных проб является высокоэффективной средой для целенаправленного формирования системы начальных, но фундаментальных инженерных компетенций у старшеклассников.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что профессиональные пробы, выстроенные вокруг сквозного проектирования реального электронного устройства, являются высокоэффективным педагогическим инструментом. Такой формат решает задачу узкой профориентации, а также формирует комплекс начальных инженерных компетенций у старшеклассников. Практическое создание прототипа на основе микроконтроллера служит мощ-

ным катализатором познавательного интереса и позволяет преодолеть разрыв между теоретическими знаниями и реальной инженерной деятельностью. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности широкого внедрения проектно-ориентированных профессиональных проб в практику инженерных вузов и центров дополнительного образования для системной работы по подготовке будущего поколения российских инженеров.

Список литературы

1. Меренков А. В., Мельникова О. Я. Практики организации подготовки инженерных кадров, востребованных индустрий 4.0 // Инженерное образование. 2021. № 29. С. 23–33. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47477698> (дата обращения: 05.12.2025). DOI: 10.54835/18102883_2021_29_2.
2. Козленкова Е. Н., Кривчанский И. Ф. Проектная деятельность школьников как средство профессионального самоопределения в области инженерных профессий // Международный научный журнал. 2019. № 4. С. 62–69. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41034588> (дата обращения: 05.12.2025). DOI: 10.34286/1995-4638-2019-67-4-62-69.
3. Печерская С. Ю., Фомичев Р. С. Профессиональные пробы как фактор личностного и профессионального самоопределения обучающихся // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2019. № 1 (33). С. 89–94. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37273451> (дата обращения: 05.12.2025).
4. Прохоров А. В. Современные подходы к профессиональной ориентации школьников // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2022. Т. 27. № 2. С. 319–328. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48282572> (дата обращения: 05.12.2025). DOI: 10.20310/1810-0201-2022-27-2-319-328.
5. Черепанова О. В., Первушина Н. С. Опыт внедрения профессиональных проб в систему профориентации // Пермский педагогический журнал. 2012. № 3. С. 78–85. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21919091> (дата обращения: 05.12.2025).
6. Калашникова О. В. Профессиональные пробы как форма профессиональной ориентации современной молодежи в образовательных организациях // Проблемы современного педагогического образования. 2022. № 75–3. С. 296–299. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48682258> (дата обращения: 05.12.2025).
7. Сковородкина И. З., Рубцова И. А. Профессиональное самоопределение обучающихся посредством использования профессиональных проб // Вестник РМАТ. 2022. № 4. С. 114–117. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50231079> (дата обращения: 05.12.2025).
8. Караваев А. А., Петрова Л. Г. Профессиональные пробы как одно из направлений профориентационной работы со школьниками // Актуальные вопросы образования. 2023. № 1. С. 273–277. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54291185> (дата обращения: 05.12.2025). DOI: 10.33764/2618-8031-2023-1-273-277.
9. Шевченко Е. Е. Роль наставника в проведении профессиональных проб и в профессиональном самоопределении обучающихся 9–11-х классов // Ratio et Natura. 2020. № 2 (2). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46450773> (дата обращения: 05.12.2025).
10. Бажук О. В. Профессиональные пробы на базе технопарка универсальных педагогических компетенций как условие профессионального самоопределения обучающихся // Казанская наука. 2024. № 2. С. 79–81. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=65484304> (дата обращения: 05.12.2025).
11. Курганова Н. А., Раскина И. И. Профессиональное самоопределение школьников в IT-сфере на примере профессиональной пробы «Гейм-дизайнер» // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. 2024. Т. 13. № 3. С. 49–56. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=74177393> (дата обращения: 05.12.2025). DOI: 10.24412/2225-8264-2024-3-803.
12. Павлова И. В., Потапов А. А. Внедрение проектной деятельности в образовательный процесс в инженерном вузе // Цифровизация инженерного образования: Сборник материалов международной онлайн-конференции (Ижевск, 30 марта – 01 апреля 2021 г.). Ижевск: Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова, 2021. С. 111–114. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46177388> (дата обращения: 05.12.2025).
13. Пушкарева И. Ю., Шрамко Н. В. Тьюторское сопровождение профессиональных проб учащихся в общеобразовательной организации // Вестник социально-гуманитарного образования и науки. 2023. № 2. С. 67–72. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=65696735> (дата обращения: 05.12.2025).
14. Водчиц-Озмидова А. С., Стражкова Е. А. Интеграция инженерной профориентации и проектной деятельности в образовательной среде // Бизнес. Образование. Право. 2025. № 2 (71). С. 480–488. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82542484> (дата обращения: 05.12.2025). DOI: 10.25683/VOLBI.2025.71.1314.
15. Рочева О. А., Ноздрина Н. А., Потапов А. А. Формы и методы развития профессиональной мотивации студентов в процессе обучения // Russian Journal of Education and Psychology. 2023. Т. 14. № 5–2. С. 90–94. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=58801427> (дата обращения: 05.12.2025).

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

УДК 378.14:316.35
DOI

CC BY 4.0

МОДЕЛЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО САМОРАЗВИТИЯ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ СРЕДСТВАМИ СОЦИОЛОГИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Проданцов К. С. ORCID ID 0000-0002-5186-0006

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта», Калининград,
Российская Федерация, e-mail: prodantsovks@yandex.ru*

В условиях стремительно меняющегося и усложняющегося современного общества возрастает потребность в педагогах, способных к постоянному профессиональному саморазвитию. На этом фоне значимой становится способность понимать социальные закономерности, которая может быть сформирована средствами социологических дисциплин. Цель исследования – разработать модель профессионального саморазвития будущих педагогов средствами социологических дисциплин. Теоретическими методами исследования выступили: анализ, сравнение, абстрагирование, конкретизация, обобщение, моделирование и интерпретация. Эмпирический метод – анкетирование будущих педагогов. Теоретико-методологически и эмпирически обоснована структура модели, включающая три взаимосвязанных компонента: концептуально-целевой, содержательно-процессуальный и диагностико-результативный. Концептуально-целевой компонент определяет основу модели: государственный заказ (федеральные государственные образовательные стандарты), социальный заказ (потребность в постоянном саморазвитии), потребности будущих педагогов, цель – обеспечение профессионального саморазвития будущих педагогов средствами социологических дисциплин, ключевая идея, обозначающая связь педагогики и социологии. Методологическую основу составляет рефлексивный подход, реализуемый через принципы сознательности и активности, индивидуализации, проблемности, профессиональной направленности, практико-ориентированности и цифровизации. Содержательно-процессуальный компонент включает структуру профессионального саморазвития (мотивационно-целевой, когнитивно-деятельностный, рефлексивно-регулирующий), содержит методы, формы и средства (кейс-метод, метод проектов, проблемный метод, асинхронное индивидуальное онлайн-обучение, видеоуроки, базы данных, инструментарий, алгоритмы и инструкции по проведению социологических исследований образования, сертификат). Диагностико-результативный компонент представляет собой систему критериев (мотивационный, когнитивно-процессуальный, рефлексивный), позволяющих определять уровни сформированности компонентов профессионального саморазвития: низкий, средний, высокий. В результате исследования стало возможно предложить процесс обучения социологическим дисциплинам будущих педагогов, основанный на положениях профессионального саморазвития и рефлексивного подхода. В дальнейшем планируется экспериментальная апробация предложенной модели.

Ключевые слова: профессиональное саморазвитие педагога, социологические дисциплины, рефлексивный подход, методика преподавания социологии, социологическая культура, социологическое мышление, социологическое воображение

PROFESSIONAL SELF-DEVELOPMENT MODEL OF FUTURE EDUCATORS: AN APPROACH THROUGH SOCIOLOGICAL DISCIPLINES

Prodantsov K. S. ORCID ID 0000-0002-5186-0006

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Immanuel Kant Baltic Federal University”, Kaliningrad, Russian Federation,
e-mail: prodantsovks@yandex.ru*

In the context of a rapidly changing and increasingly complex modern society, there is a growing demand for teachers capable of continuous professional self-development. Against this background, the ability to understand social regularities becomes particularly significant, as it can be developed through sociological disciplines. The aim of this study is to develop the professional self-development model of future educators through sociological disciplines. Theoretical research methods included analysis, comparison, abstraction, concretization, generalization, modeling, and interpretation. The empirical method employed was a survey of future educators. The structure of the model, which includes three interrelated components: conceptual-target, content-processual, and diagnostic-resultative, is theoretically and empirically justified. The conceptual-target component defines the basis of the model: state demand (Federal State Educational Standard), social demand (the need for continuous self-development), the needs of future teachers, and the goal – to ensure the professional self-development of future educators through sociological disciplines, the key idea denoting the connection between pedagogy and sociology. The methodological basis of the model is the reflective approach, implemented through the principles of consciousness and activity, individualization, problem-based learning, professional orientation, practice-oriented learning, and digitalization. The content-processual component includes a structure for professional self-development (motivational-goal-oriented, cognitive-activity-oriented, reflective-regulatory) and contains methods, forms, and tools (case method, project method, problem-based method, asynchronous individual online learning, video lessons, databases, tools, algorithms and instructions for conducting sociological research in education, certificate). The diagnostic-resultative component represents a system of criteria (motivational, cognitive-procedural, and reflective) that allows determining the levels of formation of professional self-development components – low, medium, and high. As a result, the study enabled the development of an instructional approach to teaching sociological disciplines to future educators, grounded in the principles of professional self-development and a reflexive approach. The proposed model is planned to be experimentally tested in further research.

Keywords: professional self-development of teachers, sociological disciplines, reflective approach, methodology of teaching sociology, sociological culture, sociological thinking, sociological imagination

Введение

Профессиональное саморазвитие будущих педагогов средствами социологических дисциплин является актуальным в процессе обновления содержания, методик и технологий профессионального образования в динамично меняющихся и усложняющихся условиях, что предполагает изменение трудовых функций и компетенций педагогов на те, которые позволяют им оставаться гибкими и актуальными в своей работе. Анализ исследований по проблеме [1; 2] позволил заключить, что социологические дисциплины помогут педагогам воспринимать себя и обучающихся как социальных акторов, учитывая социокультурные факторы взаимодействия, а не ограничиваясь только академическими и психолого-физиологическими аспектами. Это ориентирует на индивидуально-личностное обучение и развитие рефлексивного отношения как к себе, так и к системным проблемам. Подобный подход стимулирует поиск решений и активизацию просоциального поведения. Применение социологических методов расширяет инструментарий оценки образовательных результатов, способствует творческому потенциалу и ведет к доказательному образованию.

В российской науке проблема обучения педагогов социологии является малоизученной. Все исследования можно свести к двум направлениям. Первое связано с обоснованием значимости социологического знания для педагогической деятельности [3; 4]. Этот вектор остается актуальным, поскольку направлен на поиск наиболее убедительных аргументов, способных изменить отношение педагогов к изучению социологических дисциплин в лучшую сторону. Однако он постепенно исчерпывает потенциал развития: обсуждаемые вопросы все чаще начинают повторяться, а приводимые аргументы нередко остаются без эмпирического подтверждения. Дальнейшее развитие данного исследовательского вектора, на взгляд авторов, возможно за счет использования результатов, полученных в рамках второго направления.

Второе направление сосредоточено на вопросах организации образовательного процесса. Оно связано с поиском наиболее эффективных методов преподавания социологии [5] и разработкой вариантов содержания учебных курсов [6]. Это направление представляется наиболее перспективным, поскольку ориентировано на разработку педагогических моделей, эффективность которых может быть проверена эмпирически. При этом в рамках

этих исследований остаются недостаточно разработанными вопросы о том, какие теоретические положения и методологические подходы должны лежать в основе разрабатываемых учебных программ, какими должны быть критерии оценки результативности воздействия социологических дисциплин на профессиональное становление педагогов. Особенно заметным остается отсутствие педагогического моделирования процесса профессионального саморазвития будущих педагогов средствами социологических дисциплин. Настоящее исследование направлено на частичное восполнение данного пробела.

Авторы исходят из предположения, что применение рефлексивного подхода как основного педагогического подхода, теоретическое обоснование содержания и структурных компонентов профессионального саморазвития будущих педагогов, реализация профессионального саморазвития средствами социологических дисциплин, определение критериев сформированности умений и комплекса методов позволят предложить структуру новой педагогической модели профессионального саморазвития будущих педагогов, отвечающей социальному и государственному заказам, а также удовлетворяющей профессиональные, социальные и познавательные потребности обучающихся.

Цель исследования – разработать модель профессионального саморазвития будущих педагогов средствами социологических дисциплин.

Материалы и методы исследования

Приоритетным методологическим основанием профессионального саморазвития будущих педагогов средствами социологических дисциплин выступил рефлексивный подход. Наряду с ним в основу разработки модели были положены междисциплинарный, компетентностный и личностно ориентированный подходы.

Настоящая работа опиралась на труды отечественных и зарубежных исследователей, посвященные обучению социологии педагогов. Их анализ, представленный в ранее опубликованных авторами работах [1; 2], позволил определить содержание, методы, формы и средства, заложенные в разработанную модель.

Эмпирическим методом выступило анкетирование студентов всех курсов бакалавриата, специалитета и магистратуры БФУ им. И. Канта. В период со 2 марта по 13 июня 2024 г. в исследовании [2] приняли участие 103 студента-педагога таких направлений, как «Математика с до-

полнительной квалификацией», «Русский язык. Литература», «Иностранный язык (английский). Иностранный язык по выбору», «Начальное образование с дополнительной квалификацией», «Цифровая дидактика и педагогический дизайн», «STEAM практики в образовании». Исследование носило разведывательный характер, поэтому выборка была сформирована по принципу максимальной вариативности – включала студентов различных профилей подготовки, уровней образования и курсов обучения.

Также в работе использовались теоретические методы: анализ, сравнение, абстрагирование, конкретизация, обобщение, моделирование и интерпретация.

Результаты исследования и их обсуждение

Предлагаемая модель профессионального саморазвития будущих педагогов средствами социологических дисциплин представляет собой концептуальную конструкцию, представленную в вербально-графической форме и отражающую содержание, структуру и динамику исследуемого процесса. Настоящая модель соответствует основным требованиям, предъявляемым к моделям в педагогической науке [7]. Она ориентирована на конкретный педагогический процесс, отражает иерархию и связи между ключевыми компонентами, допускает как положительные, так и отрицательные траектории развития, опирается на обоснованный отбор значимых компонентов, содержит достаточный объем информации для воспроизведения и учитывает специфику личности обучающегося и особенности его поведения в образовательном процессе.

В основу компонентной структуры представленной модели положены ключевые элементы, характерные для большинства педагогических моделей [8]: концептуальные основания (цель, идеи, подходы, принципы), содержание и условия формирования компетенций, организация педагогической деятельности (методы, формы, средства), предполагаемые результаты, критерии и уровни сформированности компетенций.

Содержательное наполнение компонентов определено на основе анализа моделей профессионального саморазвития В. А. Сластенина [9], Н. А. Уймановой [10], В. О. Лисицыной [11], а также теоретических построений представителей научной школы А. О. Бударинной [12], где рефлексивный подход выступает в качестве ключевого.

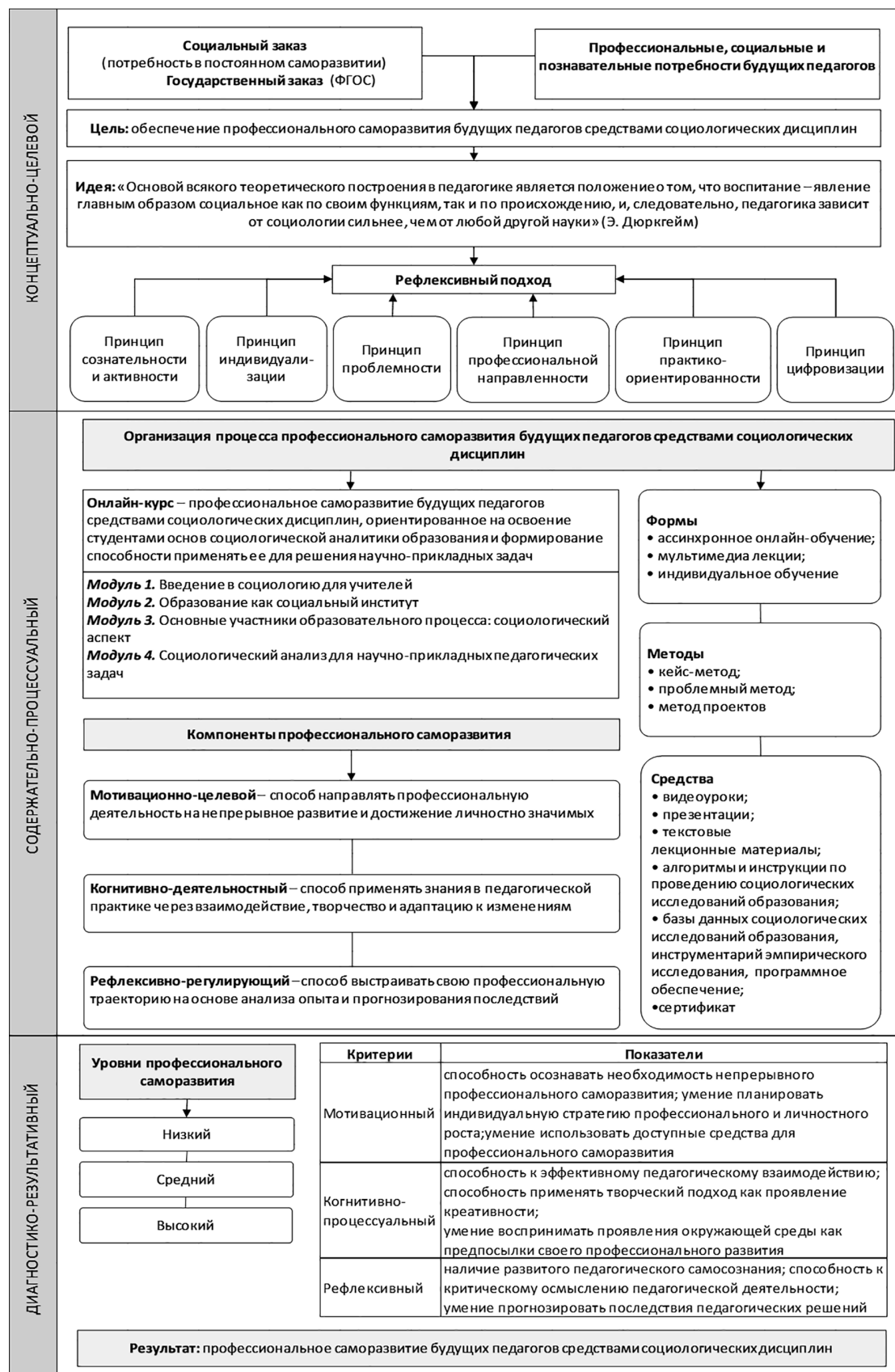
В результате этого модель профессионального саморазвития будущих педагогов средствами социологических дисциплин включает в себя три связанных между собой компонента (рисунок): концептуально-целевой, содержательно-процессуальный и диагностико-результативный.

Концептуально-целевой компонент задает ценностно-смысловые ориентиры модели и отражает совокупность теоретико-методологических оснований, определяющих подход и опорные теории к профессиональному саморазвитию будущих педагогов. Его логика строится на взаимодействии государственного и социального заказа, потребностей будущих педагогов, гуманистических идей отечественной и зарубежной педагогики, а также рефлексивного подхода как методологической рамки.

Современный социальный заказ обусловлен потребностью в педагогах, способных к постоянному профессиональному саморазвитию. Педагогам сегодня приходится работать в условиях поликультурной среды, цифровизации образования, быстро меняющегося рынка труда, снижения общественного уважения к работе учителя, роста запроса на персонализацию образования и т. д. Понимание закономерностей общественных изменений может помочь будущему педагогу в формировании профессионально-личностной устойчивости.

Значимым ориентиром также выступает государственный заказ, закрепленный в федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования по направлению подготовки бакалавриата 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) и магистратуры 44.04.01 Педагогическое образование. В них зафиксированы компетенции, которые могут результативно формироваться с помощью социологических дисциплин. К ним относятся универсальные компетенции (УК-1, УК-3, УК-5), связанные с анализом информации, командной работой, лидерством и межкультурным взаимодействием, а также общепрофессиональные (ОПК-3, ОПК-5, ОПК-7), касающиеся организации совместной и индивидуальной учебной деятельности, контроля результатов, коррекции трудностей и взаимодействия с участниками образовательного процесса.

Наряду с внешними требованиями к профессии разработанная модель опиралась на внутренние основания профессионального саморазвития будущих педагогов – профессиональные, социальные и познавательные потребности обучающихся.



Модель профессионального саморазвития будущих педагогов
средствами социологических дисциплин

Примечание: составлен автором по результатам данного исследования

Для их выявления было проведено анкетирование, в ходе которого решались следующие задачи: определялся уровень доверия к социологическим исследованиям в целом и в образовательной сфере в частности; выявлялись стереотипные представления о целях социологических исследований и образе социолога; оценивалось, в какой степени существующая педагогическая подготовка способствует развитию критического мышления и учету социокультурного контекста; фиксировалась потребность в использовании результатов социологических исследований в профессиональной деятельности; устанавливались предпочтительные источники получения социологической информации и наиболее востребованные социологические темы; определялись области педагогической практики, в которых социология может быть полезна; изучалась степень использования социологической информации в процессе обучения.

В соответствии с этим целью модели выступает обеспечение профессионального саморазвития будущих педагогов за счет включения социологического знания в их профессиональную подготовку. А центральной идеей становится мысль Э. Дюркгейма, которая категорично указывает на методологическую необходимость опоры педагогики на социологию: «Основой всякого теоретического построения в педагогике является положение о том, что воспитание – явление главным образом социальное как по своим функциям, так и по происхождению, и, следовательно, педагогика зависит от социологии сильнее, чем от любой другой науки».

Анализ научной литературы по проблеме профессионального саморазвития педагогов позволил выявить системообразующий компонент данного процесса – рефлексивно-регулирующий, который, являясь относительно самостоятельным, пронизывает остальные компоненты. Учитывая высокий потенциал социологических дисциплин в развитии рефлексивных способностей будущих педагогов, в качестве методологической основы исследования был выбран рефлексивный подход.

Выбор данного подхода согласуется с позицией В. А. Сластенина, который к психолого-педагогическим условиям профессионального саморазвития будущих педагогов относит именно «рефлексивный подход к организации учебно-познавательной деятельности студентов, предполагающий осознание будущими учителями собственных задач в каждой конкретной педагогической ситуации» [9, с. 12].

Реализация рефлексивного подхода в контексте профессионального саморазвития

будущих педагогов в настоящем исследовании опирается на концептуальные положения, представленные в работах отечественных исследователей. Основываясь на них, формирование мотивационно-целевого компонента профессионального саморазвития будущих педагогов осуществляется за счет создания условий, позволяющих студенту выступать активным субъектом собственного профессионального становления. Для этого будущему педагогу предоставляется возможность проектировать индивидуальную образовательную траекторию, предполагающую осознанный выбор целей, содержания, средств и темпов развития [13, с. 68].

Индивидуализация обучения поддерживается с помощью современных информационных технологий [14, с. 218–220; 15, с. 156], обеспечивающих модульность, поэтапность освоения материала, прозрачные критерии оценки, фиксацию результатов и формирование портфолио достижений.

В рамках подхода важным условием является развитие субъектности будущего педагога, достигаемое через включение его в различные сферы образовательного процесса: аудиторную, самостоятельную, внеаудиторную, учебную, квазипрофессиональную, учебно-профессиональную и практическую. В каждой из этих сфер создаются ситуации, стимулирующие общепрофессиональную и узкопрофессиональную рефлексию, способствующую развитию самоконтроля, самооценки, саморегуляции, самостоятельности, предприимчивости и конкурентоспособности [13, с. 68; 16, с. 264; 17 с. 27–28].

Формирование когнитивно-деятельностного компонента в рамках рефлексивного подхода связано с созданием условий, которые запускают исследовательскую и творческую активность обучающихся [17, с. 27–28]. В ходе обучения студенты сталкиваются с ситуациями, содержащими элементы неопределенности и вариативности решений, что позволит им осознавать возникающие сложности и искать способы их преодоления.

Ключевое значение имеет диалогическое взаимодействие [15, с. 156]. В рамках исследования это обеспечивается за счет организации обсуждений, которые формируют способность рассматривать проблему с различных позиций, развивают навыки профессиональной коммуникации, коллективного поиска решений, создают профессиональное сообщество.

Важен учет особенностей педагогической деятельности и профессионального опыта обучающихся [17, с. 27]. Моделируются профессиональные ситуации, максимально приближенные к реальной педагогической практике. Это позволит соот-

носить собственные возможности, уровень компетентности и накопленный опыт с требованиями профессиональной среды.

Центральным условием для формирования рефлексивно-регулирующего компонента является организация критического анализа опыта [18, с. 198], позволяющего студенту выявлять ошибки, определять эффективные стратегии поведения и формировать навыки самоанализа.

Неотъемлемым элементом является обратная связь [15, с. 156], которая выступает главным образом не средством контроля, а инструментом адаптации методов обучения, позволяя студенту и преподавателю корректировать содержание и способы работы в зависимости от проявляемой рефлексии.

Особое значение имеет наставничество, обеспечивающее поддержку в осмыслении профессиональных трудностей и помощь в определении дальнейших направлений развития. Такое сопровождение продолжается длительное время и включает помощь в профессиональном самоопределении и интеграции в педагогическую среду [13, с. 68].

Такая трактовка рефлексивного подхода позволяет определить дидактические принципы, обеспечивающие его эффективную реализацию в образовательном процессе: принцип сознательности и активности – ориентация на личную ответственность за профессиональное развитие, самостоятельность в этом процессе; принцип индивидуализации – учет уникальности образовательных траекторий студентов; принцип проблемности – организация поисковой деятельности обучающихся, направленной на преодоление учебных и жизненных противоречий; принцип профессиональной направленности – соотнесенность содержания социологических дисциплин с задачами профессиональной деятельности будущих педагогов; принцип практико-ориентированности – нацеленность на практическое применение усваиваемого социологического знания; принцип цифровизации – интеграция цифровых инструментов как ресурса для профессионального саморазвития.

Содержательно-процессуальный компонент раскрывает понятие профессионального саморазвития будущих педагогов через его структурные компоненты и определяет педагогические условия его реализации средствами социологических дисциплин. Основываясь на изученных подходах к пониманию содержания профессионального саморазвития, среди которых ключевыми выступили концепции В. А. Сластенина [9], Н. А. Уймановой [10, с. 19–44] и В. О. Лисицыной [11, с. 16–42], были выделены следующие компоненты этого про-

цесса: мотивационно-целевой компонент как способ направлять профессиональную деятельность на непрерывное развитие и достижение лично значимых целей; когнитивно-процессуальный компонент как способ применять знания в педагогической практике через взаимодействие, творчество и адаптацию к изменениям; рефлексивно-регулирующий компонент как способ выстраивать свою профессиональную траекторию на основе анализа опыта и прогнозирования последствий.

Таким образом, в настоящей работе используется следующее определение профессионального саморазвития, которое становится уточнением понятия В. А. Сластенина. Профессиональное саморазвитие будущего педагога – это процесс повышения уровня профессиональных и личностных качеств, в котором внешняя профессиональная подготовка обеспечивает овладение стратегиями роста, развитие навыков педагогического взаимодействия и умения использовать доступные ресурсы саморазвития, формирование творческого подхода к решению профессиональных задач, тогда как внутреннее личностное движение выражается в устойчивой мотивации к развитию, осознании его необходимости, способности критически осмысливать педагогическую деятельность, прогнозировать последствия принимаемых решений и воспринимать окружающую среду как пространство личностного и профессионального становления.

Профессиональное саморазвитие будущих педагогов средствами социологических дисциплин предполагается реализовывать в рамках разработанного онлайн-курса «Социологический анализ в деятельности учителя» (96 акад. ч), направленного на освоение студентами основ социологической аналитики образования и формирование способности применять ее для решения научно-прикладных задач. При разработке учебной программы помимо теоретико-методологического обоснования были учтены данные, полученные в ходе анкетирования.

Важным результатом эмпирического исследования [2] стало отсутствие существенных различий по большинству выделенных показателей в зависимости от курса и направления педагогической подготовки, что послужило основанием для разработки единого курса, применимого для различных педагогических специальностей.

Одновременно результаты исследования показали, что интерес студентов-педагогов на всех курсах носит профессионально обусловленный характер: наибольшую значимость для них имеют социологические данные, связанные с проблемами образования

и молодежи. Это стало одним из оснований проектирования онлайн-курса, содержание которого не ориентировано на освоение всей системы социологического знания. При его разработке были отобраны отдельные разделы социологических дисциплин, обладающие наибольшей практической значимостью для педагогической деятельности, такие как «Введение в социологию», «Социология образования», «Социология детства и молодежи», «Социология культуры», «Социология семьи», «Социология конфликта», а также «Методология и методы социологических исследований».

Первый модуль онлайн-курса направлен на повышение доверия обучающихся к социологическому знанию. Результаты анкетирования выявили амбивалентное отношение будущих педагогов к социологии: с одной стороны, студенты видят потребность в проведении социологических исследований как в сфере образования, так и при анализе широкого круга социальных проблем, с другой – фиксируется недоверие к их результатам и сомнение в практической ценности социологического знания. Данное противоречие подтверждается низкой осведомленностью студентов-педагогов о деятельности профессиональных социологических центров с высокой репутацией, а также восприятием социологии преимущественно как теоретической области.

В рамках первого модуля обучающиеся знакомятся с социологией как наукой и ее значением для профессионального саморазвития педагога. Рассматриваются предмет социологии, ее связь с другими дисциплинами, прежде всего с педагогикой, уровни и структура социологического знания. Освещаются функции социологии в обществе, характеристики социологических исследований и их актуальные направления, реализуемые в современной России. Кроме того, рассматривается профессиональный профиль социолога: сферы его деятельности и ключевые компетенции. Особое внимание уделяется опровержению стереотипов, связанных с социологией. Завершается модуль анализом концепции профессионального саморазвития педагога: обосновывается его значимость, выделяются компоненты и показывается, как социологические дисциплины могут способствовать формированию каждого из них. В результате у обучающихся формируется первоначальная мотивация к использованию социологических знаний в педагогической практике.

Второй и третий модули курса были разработаны с учетом выявленных в ходе анкетирования трудностей студентов в осмыслении системных проблем образования и недостаточной оценки роли социокультурных

факторов в образовательном процессе. Установлено, что будущие педагоги преимущественно фокусируются на индивидуальных и локальных профессиональных трудностях, игнорируя социальные и институциональные условия функционирования системы образования. Кроме того, студенты всех курсов в недостаточной степени придают значение социокультурным факторам во взаимодействии педагога с обучающимися, отдавая приоритет академическим и психолого-физиологическим характеристикам.

В рамках второго модуля рассматривается взаимосвязь системы образования и общества, функции института образования, его организационная и социальная структура, а также современные вызовы образования и пути преодоления кризисов. Освоение данных тем позволит будущим педагогам осознать свою профессиональную деятельность как часть общественной системы, развить системное мышление и готовность участвовать в образовательной политике.

Третий модуль ориентирован на социологический анализ основных участников образовательного процесса. Студенты изучают особенности профессионального становления учителей, достоинства профессии, трудности на разных этапах карьеры и способы их преодоления, что формирует реалистичное представление о педагогической деятельности.

Отдельное внимание уделяется обучающимся как социальной общности: рассматриваются их социально-демографические характеристики, влияние социокультурного контекста на учебные достижения, а также причины и проявления школьных конфликтов. Эта информация позволит результативно осуществлять личностно ориентированный подход.

Также анализируется роль родителей в образовательном процессе: влияние социального статуса родственников, стилей воспитания и степени родительской вовлеченности в учебный процесс на результаты обучения детей. Рассматриваются типовые трудности в отношениях между учителями и родителями и предлагаются способы их конструктивного разрешения. Изучение этих вопросов направлено на преодоление стереотипов и развития готовности к укреплению партнерства школы и семьи.

Четвертый модуль разработан с учетом выявленного невысокого уровня обращения студентов к надежным социологическим источникам и ограниченного опыта использования эмпирических данных, при одновременной потребности использовать социологические методы в своей профессиональной практике педагога.

Четвертый модуль курса посвящен методологии социологического исследования образования. Уделяется внимание этапам проведения социологического исследования: от разработки программы до сбора, обработки и анализа данных. Освещаются основные методы социологических исследований в образовании, критерии выбора проблемы, примеры возможных исследовательских проектов, а также этические принципы изучения школьной среды. Отдельный блок посвящен работе с большими данными в образовании: рассматриваются типы образовательных данных, базовые и продвинутое инструменты их анализа. Освоение содержания модуля расширяет диагностический арсенал педагога для оценки результативности своей деятельности, открывает новые возможности для творческой самореализации.

Для разработанной модели были отобраны методы обучения, способные результативно реализовать рефлексивный подход: кейс-метод, метод проектов и проблемный метод. В рамках данных методов применяются рефлексивные задания. Они включают оценку собственного профессионального потенциала, анализ ситуаций, приближенных к реальной педагогической практике, проверку понимания пройденного и критический разбор предложенных заданий. Разработанные упражнения нашли свое отражение в учебном пособии [19], которое было подготовлено совместно с сотрудниками социологической лаборатории ИГРИ БФУ им. И. Канта.

В ходе обучения студенты также выполняют проектные задания: ведут дневник самонаблюдения, составляют индивидуальный план профессионального саморазвития, разрабатывают программу социологического исследования и инструментарий для сбора эмпирических данных. Эти задания направлены на развитие способности к самоанализу педагогического опыта и готовности к исследовательской деятельности в сфере образования.

Формами организации учебного процесса выступают индивидуальное асинхронное онлайн-обучение и мультимедийные лекции. В рамках курса обучающиеся самостоятельно выбирают интересующие их тематические блоки, просматривают видеолекции, выполняют практические задания, ориентированные на самопроверку, а также проходят промежуточное и итоговое тестирование.

Учебный процесс обеспечивается разнообразными дидактическими средствами: видеоуроками, презентациями, текстовыми лекционными материалами, алгоритмами и инструкциями по проведению социоло-

гических исследований, готовыми базами данных, примерами исследовательских программ и инструментария эмпирического исследования, а также программным обеспечением для анализа данных. По завершении курса студенты пополняют свое портфолио электронным сертификатом.

Диагностико-результативный компонент обеспечивает оценку эффективности модели. Выделены три уровня сформированности каждого компонента профессионального саморазвития – низкий, средний, высокий. Для оценки этого определены следующие критерии и показатели: мотивационный (способность осознавать необходимость непрерывного профессионального саморазвития, умение планировать индивидуальную стратегию профессионального и личностного роста, умение использовать доступные средства для профессионального саморазвития), когнитивно-процессуальный (способность к эффективному педагогическому взаимодействию, способность применять творческий подход как проявление креативности, умение воспринимать проявления окружающей среды как предпосылки своего профессионального развития), рефлексивный (наличие развитого педагогического самосознания, способность к критическому осмыслению педагогической деятельности, умение прогнозировать последствия педагогических решений).

Результативность представленной модели предполагается оценивать в ходе педагогического эксперимента. Выделенные критерии профессионального саморазвития будущих педагогов (мотивационный, когнитивно-процессуальный и рефлексивный) позволят определить имеющийся или разработать новый оценочный инструментарий для проверки результативности предложенной модели в удовлетворении профессиональных и личностных потребностей будущих педагогов.

Заключение

Разработанная модель профессионального саморазвития будущих педагогов средствами социологических дисциплин представляет собой комплексную систему, включающую три взаимосвязанных компонента: концептуально-целевой, содержательно-процессуальный, диагностико-результативный. Ее специфика заключается в том, что процесс обучения социологическим дисциплинам строится на совокупности теоретических положений профессионального саморазвития, опирается на данные анкетирования и реализуется в рамках рефлексивного подхода, основанного на принципах сознательности и активности,

индивидуализации, проблемности, профессиональной направленности, практико-ориентированности и цифровизации. Это определяет выбор методов, форм и средств обучения, ориентированных на профессиональные задачи будущего педагога.

Особенностям проведения и итогам экспериментальной апробации модели будут посвящены последующие работы. В них будут представлены диагностический инструментарий, последовательность этапов и полученные эмпирические данные, свидетельствующие о степени практической применимости предложенного подхода к профессиональному саморазвитию будущих педагогов.

Список литературы

1. Проданцов К. С., Храмова М. В. Социологическая культура педагога: место и роль в системе педагогического образования // Психолого-педагогический журнал Гаудеамус. 2023. Т. 22. № 2. С. 23–35. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsiologicheskaya-kultura-pedagoga-mesto-i-rol-v-sisteme-pedagogicheskogo-obrazovaniya> (дата обращения: 27.10.2025). DOI: 10.20310/1810-231X-2023-22-2-23-35.
2. Проданцов К. С., Храмова М. В. Социологическая культура студентов-педагогов: результаты констатирующего эксперимента // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2025. № 3 (79). С. 170–178. URL: <http://www.vestnik-soc.unn.ru/ru/nomera?jnum=324> (дата обращения: 21.12.2025). DOI: 10.52452/18115942_2025_3_170. EDN: UXWIQH.
3. Шафранов-Кудев Г. Ф. Социологическое знание в системе социально-гуманитарной подготовки студентов // Социологические исследования. 2010. № 5 (313). С. 118–123. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=14731727> (дата обращения: 27.10.2025). EDN: MKJSYV.
4. Соловов А. А., Суханкина Н. В. Формирование у будущих педагогов навыков проведения социологического исследования // Вестник Самарского университета. История, педагогика, филология. 2024. Т. 30. № 2. С. 90–96. URL: <https://journals.ssu.ru/hpp/article/view/27692> (дата обращения: 27.10.2025). DOI: 10.18287/2542-0445-2024-30-2-90-96.
5. Бекиров С. Н. Педагогические принципы применения деловых игр в процессе преподавания социологии в высшей школе // Проблемы современного педагогического образования. 2019. № 63–1. С. 35–38. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pedagogicheskie-printsipy-primeneniya-delovyh-igr-v-protsesse-prepodavaniya-sotsiologii-v-vysshey-shkole> (дата обращения: 27.10.2025). EDN: KEJADR.
6. Лобанова Н. И., Викторук Е. Н., Лисина Л. Г. Социология в педагогической профессии: студенты о роли университетской дисциплины // Социально-экономическое управление: теория и практика. 2025. Т. 21. № 1. С. 102–113. URL: <https://izdat.istu.ru/index.php/social-economic-management/article/view/5953> (дата обращения: 27.10.2025). DOI: 10.22213/2618-9763-2025-1-102-113.
7. Писаренко В. И. Педагогические модели: типология и особенности // Проблемы современного образования. 2024. № 1. С. 58–76. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pedagogicheskie-modeli-tipologiya-i-osobennosti> (дата обращения: 27.10.2025). DOI: 10.31862/2218-8711-2024-1-58-76.
8. Дорофеева А. С., Бударина А. О. Модель формирования дискурсивной компетенции студентов языковых направлений подготовки // Психолого-педагогический журнал Гаудеамус. 2024. Т. 23. № 2. С. 16–24. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-formirovaniya-diskursivnoy-kompetentsii-studentov-yazykovykh-napravleniy-podgotovki> (дата обращения: 27.10.2025). DOI: 10.20310/1810-231X-2024-23-2-16-24.
9. Сластенин В. А. Профессиональное саморазвитие учителя // Сибирский педагогический журнал. 2005. № 2. С. 3–12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/professionalnoe-samorazvitie-uchitelya> (дата обращения: 27.10.2025). EDN: JVTKHX.
10. Уйманова Н. А. Педагогическое саморазвитие преподавателя колледжа средствами профессионального консалтинга: дис. ... канд. пед. наук. Оренбург, 2022. 256 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54425182> (дата обращения: 27.10.2025).
11. Лисицына В. О. Формирование готовности к профессиональному саморазвитию у будущих педагогов профессионального обучения: дис. ... канд. пед. наук. Луганск, 2023. 251 с. URL: <https://lgpu.org/data/docs/1695307411/1913930865650c57557d5602.55751116.pdf> (дата обращения: 27.10.2025).
12. Ворновская А. А. Формирование учебной автономии бакалавров лингвистики в поликультурной образовательной среде: дис. ... канд. пед. наук. Калининград, 2023. 211 с. URL: <https://elibrary.ru/mgzveq> (дата обращения: 27.10.2025).
13. Ушева Т. Ф. Реализация рефлексивного подхода в педагогическом образовании // Сибирский педагогический журнал. 2014. № 5. С. 66–70. URL: <http://sp-journal.ru/article/1204> (дата обращения: 02.01.2026). EDN: SXKQZH.
14. Булин-Соколова Е. И., Обухов А. С., Семенов А. Л. Будущее педагогическое образование. Направление движения и первые практические шаги // Психологическая наука и образование. 2014. Т. 19. № 3. С. 207–226. URL: https://psyjournals.ru/journals/pse/archive/2014_n3/71634 (дата обращения: 27.10.2025). EDN: SWMCRX.
15. Бударина А. О., Алексеева Е. Е. Реализация рефлексивно-антропологического подхода в дополнительном профессиональном образовании учителя в условиях цифровизации // Самарский научный вестник. 2025. Т. 14. № 2. С. 154–157. URL: <https://snv63.ru/2309-4370/article/view/689227> (дата обращения: 27.10.2025). DOI: 10.55355/snv2025142302.
16. Устюжина А. Ю. Развитие профессионально-педагогической рефлексии у будущих педагогов профессионального обучения // Мир науки, культуры, образования. 2019. № 2 (75). С. 263–266. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitiye-professionalnopedagogicheskoy-refleksii-u-buduschih-pedagogov-professionalnogo-obucheniya> (дата обращения: 02.01.2026). EDN: JVWYUR.
17. Есенкова Т. Ф., Данилов С. В., Шустова Л. П., Кузнецова Н. И. Средства формирования рефлексивной компетентности молодого педагога. Ульяновск: Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова, 2018. 47 с. [Электронный ресурс]. URL: https://www.ulspu.ru/upload/img/medialibrary/bd3/2_sbornik_refleksivnaya-kompetentnost.pdf (дата обращения: 27.10.2025). EDN: VLHJJK.
18. Осипова С. И., Гафурова Н. В., Чурекова Т. М. Рефлексивный подход в методологии педагогических исследований // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 10. С. 195–199. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=40194> (дата обращения: 02.01.2026). DOI: 10.17513/snt.40194.
19. Щекотуров А. В., Проданцов К. С., Кришталь М. И., Зимовина Е. П. Методология и методы социологического исследования: учебное пособие. Калининград: Балтийский федеральный университет им. И. Канта, 2024. 66 с. URL: <https://publish.kantiana.ru/catalog/non-periodical/uchebnyeposobiya/978-5-9971-0907-3/> (дата обращения: 27.10.2025). ISBN 978-5-9971-0907-3.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.



ЛИНГВОДИДАКТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕССЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНОЯЗЫЧНОЙ ФОНЕТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ

Хорошилова С. П. ORCID ID 0000-0002-5313-469X

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный педагогический университет», Новосибирск, Российская Федерация, e-mail: cvx69@mail.ru

Современный этап развития лингвообразования характеризуется активной интеграцией технологий искусственного интеллекта, обладающих потенциалом предоставления дифференцированной обратной связи. Целью исследования является проведение комплексного анализа качества, консистентности и степени персонализации обратной связи, предоставляемой интеллектуальными системами обучения в процессе формирования иноязычной фонетической компетенции студентов. Эмпирическая часть работы реализована на базе платформы SpeakPal. Методология исследования включала сравнительно-сопоставительный анализ комментариев пяти виртуальных тьюторов при оценке идентичного речевого материала, а также верификацию степени персонализации рекомендаций для обучающихся с различным уровнем подготовки (от начального до продвинутого). В ходе работы оценивались сегментные и супraseгментные характеристики речевого дискурса, а также способность систем учитывать национальные произносительные стандарты. Результаты исследования показали, что системы искусственного интеллекта обеспечивают достаточно стабильную и качественную обратную связь на сегментном уровне, однако демонстрируют низкую консистентность и наличие методических ошибок в аспекте просодики. Точность персонализации наиболее высока для обучающихся среднего уровня (B1–B2), в то время как на продвинутом уровне наблюдается дефицит конкретных коррекционных рекомендаций. Сделан вывод, что инструменты искусственного интеллекта не могут использоваться в качестве автономного источника эталонных знаний. Для минимизации рисков технологических ошибок авторами предложена модель смешанного обучения, включающая обязательный этап совместной рефлексии педагога и студента.

Ключевые слова: искусственный интеллект, ИИ-тьютор, фонетическая компетенция, персонализированное обучение, обратная связь, SpeakPal

THE LINGUODIDACTIC POTENTIAL OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FEEDBACK IN ENHANCING STUDENTS' FOREIGN LANGUAGE PHONETIC COMPETENCE

Khoroshilova S. P. ORCID ID: 0000-0002-5313-469X

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Novosibirsk State Pedagogical University", Novosibirsk, Russian Federation, e-mail: cvx69@mail.ru

The current stage of linguistic education is characterized by the active integration of artificial intelligence (AI) technologies, which possess the potential to provide differentiated feedback. This study aims to conduct a comprehensive analysis of the quality, consistency, and degree of personalization of feedback provided by intelligent tutoring systems during the development of students' foreign language phonetic competence. The empirical component of the research was conducted using the SpeakPal platform. The methodology involved a comparative analysis of feedback from five virtual tutors evaluating identical speech material, as well as verification of the personalization level of recommendations for learners across various proficiency levels (from beginner to advanced). The study evaluated segmental and suprasegmental characteristics of speech discourse, as well as the systems' ability to account for national pronunciation standards. The results indicate that AI systems provide sufficiently stable and high-quality feedback at the segmental level; however, they demonstrate low consistency and methodological errors regarding prosody. The accuracy of personalization is highest for intermediate learners (B1–B2), while a deficit of specific corrective recommendations is observed at the advanced level. It is concluded that AI tools cannot be used as an autonomous source of reference knowledge. To minimize the risks of technological errors, the authors propose a blended learning model that includes a mandatory stage of joint reflection between the teacher and the student.

Keywords: artificial intelligence, AI tutor, phonetic competence, feedback, personalized learning, SpeakPal

Введение

Современный этап технологического прогресса характеризуется динамичным развитием искусственного интеллекта (ИИ), способного имитировать сложные когнитивные функции человека. Ключевым дидакти-

ческим свойством таких систем выступает предоставление дифференцированной обратной связи [1]. Однако интеграция ИИ инструментов в обучение фонетике сдерживается отсутствием системных методик и необходимостью верификации надежно-

сти алгоритмов при коррекции произносительного строя речи [2, 3]. Ввиду ограниченного количества эмпирических данных о качестве работы интеллектуальных систем обучения представляется необходимым организовать изучение их эффективности для совершенствования фонетической компетенции (ФК) студентов педагогического профиля. Данное исследование призвано восполнить существующий пробел, предложив алгоритмы верификации качества обратной связи в условиях цифровой лингвообразовательной среды.

К фундаментальным технологиям искусственного интеллекта в образовании относятся машинное обучение, обработка естественного языка, анализ данных и интеллектуальные системы обучения [1]. В лингводидактике понятия «интеллектуальная система обучения» и «ИИ-тьютор» синонимичны и обозначают адаптивное программное обеспечение для персонализации обучения [4]. Следует отличать ИИ-тьютора от чат-бота: если последний направлен преимущественно на имитацию речи и коммуникацию, то ИИ-тьютор является сложной системой, обеспечивающей индивидуализацию маршрута, мониторинг прогресса и методическую поддержку [5].

Лингводидактический потенциал ИИ-тьюторов реализуется через комплекс специфических дидактических свойств. Во-первых, это возможность предоставления мгновенной обратной связи, которая радикально интенсифицирует учебный процесс, позволяя обучающемуся проводить оперативную коррекцию своих действий и повышая уровень его внутренней мотивации. Во-вторых, персонализация обучения обеспечивает автоматизированную адаптацию контента, сложности заданий и темпа освоения материала на основе диагностических данных, полученных в ходе взаимодействия с системой [2, 4].

Однако согласно аналитическому обзору Л. А. Даринской и А. Н. Оськиной [4] внедрение персонализированного цифрового обучения на базе ИИ сопряжено с комплексом рисков, включающим технологические сложности, психологическое сопротивление, институциональные ограничения и риск формирования чрезмерной зависимости от технологий, что в совокупности может затруднять продуктивное педагогическое взаимодействие и нивелировать субъектную роль педагога и обучающегося [6].

Качество обратной связи ИИ-тьютора напрямую зависит от промптинга. ИИ-грамотность педагога, по мнению Л. А. Даринской и А. Н. Оськиной, включает навыки формулирования запросов и организации

цифровой коммуникации [4]. Преподаватель как автор промптов создает «дидактические артефакты», повышающие предсказуемость выводов системы [7]. «Образовательная промптизация» обеспечивает симметричное развитие навыков составления запросов и критической оценки ответов у учителя и студента [8]. Данный потенциал реализуется через дифференцированную систему обратной связи. Из шести видов, выделенных П. В. Сысоевым и соавт. [1], для будущих педагогов приоритетны учебно-социальный и оценочный типы. Они позволяют интегрировать практику иноязычного общения с качественной верификацией сформированных фонетических навыков

За последние три года в лингводидактике сформировался корпус методических работ, посвященных описанию лингводидактического потенциала конкретных ИИ-инструментов, в аспекте формирования иноязычной ФК [1, 2]. Однако системный анализ существующих исследований позволяет выявить ряд критических лакун. Во-первых, большинство авторов ограничиваются описанием функциональных возможностей программных продуктов, оставляя без должного внимания верификацию качества и консистентности предоставляемой обратной связи [1]. Во-вторых, в литературе крайне фрагментарно представлены технологические ограничения ИИ-инструментов, в частности их относительно слабая способность к коррекции супrasegmentных характеристик речи (ритма и интонации), что отмечается лишь в единичных работах [3]. Несмотря на наличие широкого спектра доступных сервисов, доминирующее положение в исследовательском поле занимает веб-приложение ELSA Speak, потенциал которого детально изучен в трудах зарубежных и отечественных ученых [2, 9, 10]. Наконец, следует констатировать дефицит системных разборок со стороны отечественных методистов при обучении фонетическому аспекту речи с применением ИИ: до настоящего времени исследования российских авторов либо фокусировались на мультимедийных средствах предыдущих поколений, либо носили общетеоретический характер без описания поэтапных методик интеграции ИИ в учебный процесс [2].

Цель исследования – проведение комплексного анализа качества, консистентности и степени персонализации обратной связи (преимущественно учебно-социальной и оценочной), предоставляемой современными ИИ-тьюторами в процессе совершенствования иноязычной фонетической компетенции студентов.

Данная цель позволяет нам не только выявить лингводидактический потенциал платформы SpeakPal, но и обозначить существующие ограничения ИИ в обучении фонетическим характеристикам речи, что критически важно для разработки методических рекомендаций по использованию смешанного формата обучения [11].

Материалы и методы исследования

Методология исследования интегрирует положения когнитивной психологии, лингводидактики и теории искусственного интеллекта, используя методы теоретического и сравнительного анализа, экспертной оценки и моделирования. Теоретической базой исследования выступили: теория контекстного обучения А. А. Вербицкого (квази-профессиональная деятельность) [12]; для интерпретации субъектного опыта обучающихся использовались концепция «рефлексирующего практика» Д. Шона [13] и теория экспериментального обучения Д. Колба [14], акцентирующие внимание на когнитивном значении анализа собственного речевого дискурса. Особое значение для классификации видов обратной связи имели разработки П.В. Сысоева и соавт. [1], выделивших учебно-социальный и оценочный типы обратной связи как ключевые для лингвометодической подготовки студентов.

Эмпирическая часть исследования реализована на базе интеллектуальной системы обучения SpeakPal, функционирующей на основе технологий обработки естественного языка и машинного обучения. Исследовательская процедура была структурирована по трем векторам верификации качества обратной связи:

1. Анализ консистентности (согласованности): проведено сравнение комментариев пяти виртуальных ИИ-тьюторов (Джеймс Смит, Изабелла Джонс, Джек Браун, Эмма Томпсон, Эмили Кларк) для анализа идентичной целевой фразы: "I would like to go to the city center". Оценка проводилась на сегментном (корректность фонем) и супraseгментном (интонационный рисунок, ударение, связующие звуки) уровнях фонетической системы.

2. Оценка степени персонализации: проанализирована специфика рекомендаций ИИ для трех групп информантов с различным уровнем сформированности иноязычной фонетической компетенции (ФК) – от очень слабого до продвинутого. В качестве материала использовалась целевая фраза: "A black cat sat on a mat near the garden".

3. Верификация лингвистической вариативности: изучалась способность системы дифференцировать дистинктивные черты

британского, американского и австралийского произносительных стандартов.

Материалом для анализа послужили логи диалогов, транскрипции и аудиозаписи взаимодействия студентов с ИИ-тьютором, которые подвергались последующей экспертной лингвистической проверке на предмет точности и методической ценности предоставляемых рекомендаций.

Результаты исследования и их обсуждение

1. Консистентность обратной связи от разных ИИ-тьюторов. Анализ комментариев пяти ИИ-тьюторов показал, что на сегментном уровне анализа комментарии всех пяти ИИ-тьюторов по поводу произношения звуков соответствовали друг другу, а приведенные транскрипции не противоречили британскому варианту произношения. Однако на супraseгментном уровне наблюдались ошибки и расхождения в рекомендациях. В то время как одни ИИ-тьюторы верно рекомендовали нисходящий тон для утвердительных предложений, другие ошибочно предлагали восходящую интонацию или вовсе игнорировали этот аспект. Также зафиксированы некорректные примеры использования связующих звуков (например, ошибочное указание на интрузивное *r* в сочетании *go to*). Из пяти ИИ-тьюторов только Джек Браун представил наиболее корректную и четко структурированную обратную связь.

2. Персонализация обратной связи. Анализ персонализации обратной связи в программе SpeakPal подтверждает реализацию индивидуального подхода, качество которого детерминировано исходным уровнем фонетической компетенции обучающегося. У спикеров с начальным уровнем подготовки внимание искусственного интеллекта сосредоточено исключительно на сегментных ошибках (коррекция гласных), в то время как интонационный аспект полностью игнорируется. При среднем уровне владения языком наряду с фонематической правкой появляются методически значимые рекомендации по беглости и связности речи. На продвинутом уровне наблюдается дефицит качественной обратной связи: сложные супraseгментные ошибки (например, неверный тип интонации) либо пропускаются системой, либо сопровождаются неконкретными комментариями. Таким образом, персонализированный подход наиболее стабилен на средних уровнях (B1–B2) и преимущественно для сегментного уровня фонетической системы. Обратная связь по супraseгментным характеристикам требует существенной доработки, так как на теку-

щем этапе она либо отсутствует, либо содер­жит методические изъяны.

3. Соответствие произносительным стан­дартам. Анализ подтвердил, что произноше­ние действительно рассматривается с точки зрения дистинктивных черт, характерных для каждого произносительного стандар­та (британского, американского и австра­лийского). Это включало произношение гласных и согласных звуков, особенности интонации и беглости речи, а также спосо­бы соединения звуков при беглом произно­шении. Следовательно, можно утверждать, что возможность изучения разных произно­сительных стандартов с применением ИИ-тьюторов существует.

Платформы на основе искусственного интеллекта для обучения фонетике англий­ского языка, такие как SpeakPal, существу­ют, и ими можно успешно пользоваться. Такой формат удобен тем, что позволяет обучающимся самим выбирать, где и когда заниматься. Результаты исследования под­тверждают, что персонализированный под­ход осуществляется, но не в полном объ­еме и требует доработки, особенно для об­учающихся с очень слабым или, наоборот, продвинутом уровнем ФК. Ограничения, которые могут сказаться на эффективности обучения фонетике, связаны с тем, что ИИ является относительно новой разработкой. В частности, выявлены проблемы с консис­тентностью обратной связи разных тьюто­ров, а также существенные неточности в ре­комендациях по супraseгментному уровню (интонация) и примерах. Эти выводы со­гласуются с ограничениями, выявленными в отношении других ИИ-инструментов, например ELSA Speak [2], который лучше справляется с сегментным уровнем, чем с супraseгментным. Для повышения эффек­тивности работы с ИИ-тьюторами в кон­тексте совершенствования иноязычной ФК необходимо придерживаться следующих методических рекомендаций:

1. Оптимальный уровень обучающихся: рекомендуется использовать ИИ-тьюторы для студентов с оптимальными уровнями владения иностранным языком B1–B2.

2. Экспертиза: необходим экспертный уровень владения ФК как у педагога, так и у студента для критической оценки полу­чаемой обратной связи.

3. Формат обучения: рекомендуется ис­пользование смешанного формата обуче­ния, при котором работа с ИИ дополняется и корректируется очным методическим ру­ководством преподавателя.

4. Детализация умений и обучение промптингу: необходимо уходить от общих формулировок типа «улучшить произноше­

ние» к постановке конкретных микрозадач. Преподаватель может давать студенту зада­ние на отработку специфических явлений связной речи (linking, элизия, редукция), ко­торые ИИ часто воспринимает как ошибки или вовсе не фиксирует. Необходимо совер­шенствовать навыки промптинга у студен­тов и преподавателей.

5. Алгоритмизация обучения: обучение должно быть структурировано таким обра­зом, чтобы на контрольном этапе обучаю­щиеся проводили рефлексию, анализ и об­суждение своего речевого дискурса с ИИ-тьютором совместно с педагогом. Этот этап имеет большое когнитивное значение.

С позиции лингводидактики и когни­тивного подхода рефлексия после взаимо­действия с ИИ-инструментами является не факультативным, а критически значи­мым этапом обучения [15]. Алгоритми­зация процесса обучения предполагает реализацию пяти этапов совместной реф­лексии. Во-первых, этап анализа речевого дискурса включает разбор логов диалогов и транскриптов для выявления лингви­стических закономерностей. Во-вторых, когнитивно-целевой этап требует от обу­чающихся аргументации выбора языковых средств и уточнения коммуникативных задач, что делает учебную деятельность осознанной. В-третьих, этап экспертной верификации направлен на критическую оценку обратной связи искусственного ин­теллекта для выявления и коррекции оши­бок, особенно на супraseгментном уровне. В-четвертых, социально-интерактивный этап реализуется в форме обсуждения сту­дентами в группах стратегий взаимодей­ствия и анализа «коммуникативных сбоев» при общении с ИИ-тьюторами. Наконец, оценочно-прогностический этап включает самооценку прогресса и проектирование индивидуального маршрута совершенство­вания ФК. Совместная работа с педагогом на контрольном этапе обеспечивает глубокое понимание качества дискурса и мини­мизирует риски усвоения обучающимися ошибочных моделей ИИ.

Заключение

Проведенное исследование позволило комплексно оценить лингводидактический потенциал и ограничения современных интеллектуальных систем обучения в кон­тексте формирования иноязычной фонети­ческой компетенции студентов педагогиче­ского образования. Установлено, что ИИ-тьюторы (на примере платформы SpeakPal) реализуют персонализированный подход, адаптируя обратную связь под уровень под­готовки обучающегося. Наиболее стабиль-

ная и точная работа алгоритмов зафиксирована на среднем уровне (B1–B2) владения фонетической компетенцией. При этом выявлено, что для студентов продвинутого уровня ИИ-тьюторы склонны игнорировать сложные супrasegmentные ошибки, ограничиваясь малоинформативной «комплементарной» обратной связью, а для студентов слабого уровня комментарии по супrasegmentным ошибкам не даются совсем. Можно утверждать, что ИИ-инструменты пока не могут выступать в качестве автономного источника эталонных знаний и требуют обязательной экспертной верификации. Внедрение ИИ-тьюторов в образовательный процесс должно базироваться на модели смешанного обучения, где взаимодействие с программой рассматривается как квазипрофессиональная деятельность студентов. Критически значимым этапом обучения представляется совместная рефлексия педагога и студента над результатами взаимодействия с ИИ. Предложенный пятиэтапный алгоритм рефлексии позволяет перевести практику из формата механической тренировки в осознанную учебную деятельность, развивая у студентов экспертную фонетическую компетенцию. В завершение следует отметить, что ИИ-тьюторы являются перспективным инструментом «интеллектуальной практики», позволяющим делегировать алгоритмам рутинную нагрузку по отработке производственных навыков. Однако их успешное применение в высшей школе возможно лишь при сохранении субъектной роли педагога и внедрении системных методик, направленных на развитие критического мышления обучающихся в процессе цифровой коммуникации.

Список литературы

1. Сысоев П. В., Филатов Е. М., Сорокин Д. О. Обратная связь в обучении иностранному языку: от информационных технологий к искусственному интеллекту // *Язык и культура*. 2024. № 65. С. 242–261. DOI: 10.17223/19996195/65/11.
2. Сысоев П. В., Ивченко М. И. Формирование иноязычных фонетических навыков речи обучающихся на основе инструментов искусственного интеллекта // *Перспективы науки и образования*. 2025. № 2. С. 600–614. DOI: 10.32744/pse.2025.2.38.
3. Senowarsito S., Ardini S. N. The Use of Artificial Intelligence to Promote Autonomous Pronunciation Learning // *Indonesian Journal of English Language Teaching and Applied Linguistics*. 2023. Vol. 8. Is. 2. P. 133–147. DOI: 10.21093/ijel-tal.v8i2.1452.
4. Даринская Л. А., Оськина А. Н. Цифровизация педагогической коммуникации в эпоху искусственного интеллекта: аналитический обзор // *Педагогика. Вопросы теории и практики*. 2025. Т. 10. Вып. 12. DOI: 10.30853/ped20250246.
5. Сысоев П. В., Филатов Е. М., Сорокин Д. О. Чат-боты и голосовые помощники в развитии иноязычных речевых умений обучающихся // *Язык и культура*. 2023. № 63. С. 272–289. DOI: 10.17223/19996195/63/14.
6. Пустовойтов Е. В., Дубицкая В. Н., Шлома А. В. Искусственный интеллект в образовании: риски некорректного использования // *Современные наукоемкие технологии*. 2025. № 8. С. 109–113. DOI: 10.17513/snt.40471.
7. Walter Y. Embracing the Future of Artificial Intelligence in the Classroom: The Relevance of AI Literacy, Prompt Engineering, and Critical Thinking in Modern Education // *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2024. Vol. 21. Is. 1. Art. 15. DOI: 10.1186/s41239-024-00448-3.
8. Haugsbakken H., Hagelia M. A New AI Literacy for the Algorithmic Age: Prompt Engineering or Educational Promptization? // *2024 International Conference on Applied Artificial Intelligence (ICAPAI)*. Halden: 2024. P. 1–8. [Электронный ресурс]. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10541229> (дата обращения: 11.11.2025). DOI: 10.1109/ICAPAI61893.2024.10541229.
9. Indari A. The detection of pronunciation errors in English speaking skills based on artificial intelligence (AI) // *Jurnal Serunai Bahasa Inggris*. 2023. Vol. 15. Is. 2. P. 1–12. URL: <https://ejournal.stkipbudidaya.ac.id/index.php/jd/article/view/1007> (дата обращения: 30.01.2026).
10. Widyasari P., Maghfiroh A. The Advantages of Artificial Intelligence ELSA Speak Application for Speaking English Learners // *ELTT*. 2023. Vol. 9. Is. 1. P. 286–292. URL: <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/eltt/article/view/4248>. (дата обращения: 30.01.2026).
11. Vaughan N. A Blended Community of Inquiry Approach: Linking Student Engagement and Course Redesign // *Internet and Higher Education*. 2010. Vol. 13. Is. 1. P. 60–65. DOI: 10.1016/j.iheduc.2009.10.007.
12. Смирнов И. П. Контекстный метод академика Вербицкого: возможна ли революция в дидактике? // *Образование и наука*. 2021. № 23 (4). С. 108–125. URL: <https://www.edscience.ru/jour/article/view/2104> (дата обращения: 30.01.2026). DOI: 10.17853/1994-5639-2021-4-108-125.
13. Schön D. A. The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action. New York: Basic Books, 1983. 384 p. ISBN 978-0465068784.
14. Kolb D. A. *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. 2nd ed. Boston: Pearson FT Press, 2014. 384 p. ISBN 978-0133892406.
15. Schmidt T., Strasser T. Artificial Intelligence in Foreign Language Learning and Teaching: A CALL for Intelligent Practice // *Anglistik*. 2022. Vol. 33. Is. 1. P. 165–184. DOI: 10.33675/ANGL/2022/1/14.

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The author declares that there is no conflict of interest.

УДК 378.6:355
DOI

CC BY 4.0

**ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОГО
МЕГАЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ
КУРСАНТОВ ВОЕННЫХ ВУЗОВ**

Шалимов Д. Д. ORCID ID 0009-0004-1028-7516

*Филиал Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина»,
Челябинск, Российская Федерация, e-mail: dmi-sha@yandex.ru*

Проблема развития профессионально ориентированного мегаэкологического образования курсантов военных вузов в настоящее время является актуальной в условиях совершенствования Вооруженных сил Российской Федерации и развития военного профессионального образования. В этой связи важную роль играет эколого-профессиональная подготовка будущих офицеров, которая направлена на формирование у курсантов военных вузов экологического сознания, экологической грамотности, а на их основе ответственного экологического поведения (экологической деятельности), обеспечивающего экологическую безопасность, сохранение здоровья человека и благополучия природной среды. Целью данного исследования является выявление и обоснование педагогических условий, обеспечивающих эффективное развитие профессионально ориентированного мегаэкологического образования курсантов военных вузов. Исследование проведено на основе анализа психолого-педагогической литературы и практического опыта экологического образования в условиях высшего профессионального военного образования. Дана характеристика форм и методов, использование которых способствовало формированию устойчивой мотивации к осуществлению эколого-безопасной деятельности курсантов военных вузов, включению их в экологическую деятельность, обеспечивающую безопасный образ жизни, использованию электронно-информационной образовательной среды в процессе самостоятельного мегаэкологического образования. Приведены результаты диагностической работы на предмет сформированности компонентов профессионально ориентированного мегаэкологического образования курсантов военных вузов.

Ключевые слова: мегаэкологическое образование, экологическое сознание, экологическая грамотность, экологическая деятельность, педагогические условия, курсанты военных вузов

**PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR THE DEVELOPMENT
OF PROFESSIONALLY ORIENTED MEGAECOLOGICAL
EDUCATION OF CADETS OF MILITARY UNIVERSITIES**

Shalimov D. D. ORCID ID 0009-0004-1028-7516

*Branch of the Military Training and Scientific Center of the Air Force
“Military Air Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin”,
Chelyabinsk, Russian Federation, e-mail: dmi-sha@yandex.ru*

The problem of developing professionally-oriented mega-ecological education for cadets of military universities is currently relevant in the context of improving the Armed Forces of the Russian Federation and developing military professional education. In this regard, the ecological and professional training of future officers plays an important role, which is aimed at developing the ecological consciousness and environmental literacy of cadets of military universities, and on their basis, responsible ecological behavior (ecological activity) that ensures environmental safety, human health, and the well-being of the natural environment. The purpose of this study is to identify and substantiate the pedagogical conditions that ensure the effective development of professionally oriented mega-ecological education for cadets of military universities. The study is based on an analysis of psychological and pedagogical literature and practical experience in environmental education in higher education institutions. The study was conducted based on an analysis of psychological and pedagogical literature and practical experience of environmental education in the context of higher professional military education. The article provides a description of the forms and methods that contributed to the formation of a stable motivation for environmental safety activities among cadets of military universities, their involvement in environmental activities that promote a safe lifestyle, and the use of electronic information and educational environments in the process of independent mega-environmental education. The article also presents the results of diagnostic work aimed at assessing the development of the components of professional-oriented mega-environmental education among cadets of military universities.

Keywords: mega-ecological education, environmental awareness, environmental literacy, environmental activities, pedagogical conditions, cadets of military universities

Введение

В условиях глобализации экологических угроз и перехода цивилизации к парадигме устойчивого развития формирование

экологической культуры и компетентности становится императивом не только общего, но и профессионального образования. Особую актуальность и специфику эта задача

приобретает в рамках подготовки офицеров-штурманов в военно-воздушных силах. Деятельность штурмана связана не только с длительными и сложными полетами в различных географических и климатических зонах, планированием маршрутов, а также с применением авиационного вооружения и оценкой последствий его применения, это напрямую сопряжено с вопросами экологии и последствий, минимизации экологического ущерба и обеспечения экологической безопасности [1; 2].

Способность оценивать и учитывать экологический фактор становится для современного штурмана не просто элементом общей культуры, а профессионально значимой компетенцией.

«Проблема экологической безопасности, защита окружающей среды и рационального природопользования является приоритетной для Российской Федерации», – заявил президент Российской Федерации В. В. Путин на X Невском международном экологическом конгрессе 26 мая 2023 г. в Санкт-Петербурге. В документах федерального уровня отмечается, что вопросы охраны окружающей природной среды затрагивают и военную деятельность. Актуальными становятся не только природоохранные мероприятия, но и сохранение здоровья населения, формирование экологической грамотности, экологического сознания, экологической ответственности в военной сфере. Военные реформы, проводимые государством, затрагивают такую важную проблему, как совершенствование экологического образования кадрового потенциала Вооруженных Сил Российской Федерации.

Необходимо констатировать, что в настоящее время наблюдается существенное противоречие между социальным заказом общества на подготовку военных специалистов (штурманов-инженеров) к военно-экологической деятельности, чтобы они были способны сохранять окружающую природную среду, жизнь и здоровье населения, и недостаточной разработанностью в системе военно-профессионального образования проблемы формирования мегаэкологической компетентности, а также создания педагогических условий для формирования экологического сознания и грамотного экологического поведения [3].

Для решения данного противоречия автором было проведено исследование по выявлению педагогических условий, необходимых для развития профессионально ориентированного мегаэкологического образования курсантов военных вузов.

Цель исследования – выявление и обоснование педагогических условий развития

профессионально ориентированного мегаэкологического образования курсантов военных вузов.

Материалы и методы исследования

Исследование проведено на основе анализа психолого-педагогической литературы, нормативно-правовых документов по проблеме изучения, а также практического опыта реализации педагогических условий в образовательном процессе филиала Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» в г. Челябинске; использования методов обобщения и интерпретации информации по данной проблеме. Диагностическое исследование показало, что выявленные и обоснованные педагогические условия являются необходимыми для развития профессионально ориентированного мегаэкологического образования курсантов военных вузов. В эксперименте приняли участие 115 курсантов.

Результаты исследования и их обсуждение

Термин «условие» – философская категория, которая выражает отношение предмета к окружающим его явлениям, без чего он существовать не может [4].

Среда, которая постоянно находится в динамическом состоянии, включает комплекс условий, взаимосвязанных и взаимообусловленных. Она возникает, то есть создается, существует определенное время и развивается. Педагогическая система всегда рассматривается вне условий, которые для нее являются необходимыми, и вне их она не может эффективно функционировать [5; 6].

В результате проведенного исследования автором определены следующие педагогические условия развития профессионально ориентированного мегаэкологического образования курсантов военных вузов: формирование устойчивой мотивации к осуществлению эколого-безопасной деятельности курсантов военных вузов; включение курсантов в экологическую деятельность, обеспечивающую безопасный образ жизни; работа курсантов военных вузов в специализированной электронно-информационной образовательной среде (ЭИОС), которые будут способствовать развитию профессионально ориентированного мегаэкологического образования курсантов военных вузов.

Методологическую основу настоящего исследования составили положения и идеи системно-деятельностного, аксиологического и экологического подходов.

Системно-деятельностный подход в рассматриваемом исследовании, как интерактивная методология образования, рассматривает активную деятельность курсантов в рамках целостной системы военной подготовки, нацеленной на развитие профессионально ориентированного мегаэкологического образования. Основными принципами данного подхода являются системность (процесс развития профессионально ориентированного мегаэкологического образования курсантов военного вуза – сложная педагогическая система), деятельность (в основе образования лежит активная познавательная, практическая, творческая деятельность курсантов), проблемно-ориентированность (развитие профессионально ориентированного мегаэкологического образования курсантов реализуется через решение реальных и моделируемых мегаэкологических проблем, проектную и исследовательскую деятельность), гуманистическая направленность (развитие личности курсанта, формирование общечеловеческих ценностей – жизни, здоровья, человека, природы), создание образовательной среды вуза (содержание, формы, методы, средства целенаправленно формируют мегаэкологическую компетентность).

Системно-деятельностный подход обеспечивает глубокую взаимосвязь теоретических знаний с практической деятельностью курсантов, развитие у них критического мышления, личностных и профессионально значимых качеств, необходимых в процессе выполнения практических задач военной деятельности [7; 8].

Аксиологический подход ориентирован на формирование общечеловеческих ценностей в образовательном процессе. При этом особый акцент делается на выбор и оценку образовательных целей и средств через призму ценностей [9; 10]. Использование аксиологического подхода в рассматриваемом исследовании объясняется целенаправленным формированием ценностной экологической грамотности, экологического сознания, критического отношения к общечеловеческим ценностям (жизнь, здоровье, человек, природа), формированием и поддержанием устойчивой мотивации в осуществлении практической экологической деятельности, созданием психологически комфортной образовательной среды.

Основополагающими положениями аксиологического подхода, значимыми для настоящего исследования, являются:

– общечеловеческие ценности – фундамент образовательной деятельности, нацеленной на развитие профессионально ориентированного мегаэкологического образования курсантов военных вузов;

– в ходе профессиональной подготовки курсантов военных вузов реализуется развитие ценностного экологического сознания, формирование ответственного отношения к окружающей природной среде, ее благополучию, здоровью человека;

– отбор содержания, образовательных задач и дидактического обеспечения нацелен на осознание курсантами общечеловеческих ценностей, формирование ценностной рефлексии [3].

Сущность экологического подхода (С. В. Алексеев, З. И. Тюмасева и др.) состоит в рассмотрении образования как целостной системы, тесно связанной с окружающей. Целью данного подхода в образовании является формирование экологической грамотности, экологического сознания, экологического поведения, устойчивого здорового и безопасного образа жизни, ответственного отношения к природной среде и благополучию человека [11; 12]. Использование экологического подхода в проводимом исследовании предполагает осознание курсантами глубинной взаимосвязи человека и природы. В этой связи процесс развития профессионально ориентированного мегаэкологического образования курсантов военных вузов базируется на следующих положениях экологического подхода:

– системность и взаимозависимость: образование влияет на экологическое состояние общества, а окружающая среда – на содержание и методы образования;

– междисциплинарность: интеграция различных видов знаний (естественно-научных, технических, правовых);

– активная деятельностная природа образования: проекты, исследования, решение локальных ситуационных задач экологической направленности, практические действия по сохранению окружающей среды;

– устойчивость и ценностная ориентация: формирование экологической грамотности, экологического сознания, экологической ответственности, экологического поведения [11].

При реализации первого педагогического условия у курсантов формируется личностная значимость и положительная мотивация к осуществлению эколого-безопасной деятельности [13]. Обучение по авторской программе «Основы мегаэкологии» строится на осознании ценности жизни и здоровья, ответственности за близких, понимании практических навыков оказания помощи в различных ситуациях. Данная программа углубляет знания и умения курсантов по следующим направлениям: глобальные экологические проблемы современности и экологический кризис; здоро-

вье, экология и культура человека; влияние экологических факторов на окружающую среду и опасные факторы бытовой среды; сохранение биоразнообразия на планете; педагогические основы мегаэкологического образования курсантов военных вузов. В процессе изучения курса курсантам демонстрируются примеры, когда правильные действия спасли жизнь населению и не допустили загрязнения окружающей среды, используется кейс-метод (приведем некоторые примеры).

Прогностический кейс. В результате аварии на Белоярской атомной электростанции произошла утечка радиоактивных веществ в атмосферу. Спрогнозировать возможную радиационную обстановку, вычислить потери личного состава, площадь заражения, оценить обстановку по защите личного состава. Метеоусловия реальные, направления ветра в сторону Челябинска, тип реактора РБНК-1000.

С помощью справочника по оценке радиационной обстановки определить размеры зон заражения, определить, в какой зоне окажется личный состав, посчитать дозу радиации в полученной зоне и выход из строя личного состава, посчитать время нахождения в зоне на открытой местности. Определить длительность заражения местности в зоне.

Поисковый кейс. Курсантам поставлена задача по расчистке территории заброшенного склада хранения инженерного имущества, который планируется передать под строительство. Здание полуразрушено, внутри – хаос из старых ящиков, приборов и металлолома. Во время работ обнаружен разрушенный контейнер с осколками и надписью на разрушенной упаковке: РИО-3 (радиоизотопный сигнализатор облучения), в результате уборки контейнера часть разрушенного материала попала на прилегающую территорию и одежду трех курсантов.

Определить тип радиоактивного источника и его мощность. Обнаружить все осколки радиоактивных элементов с помощью приборов радиационной разведки. Выполнить первоочередные мероприятия противорадиационной защиты.

Второе педагогическое условие – включение курсантов в экологическую деятельность, обеспечивающую безопасный образ жизни. Экологическая деятельность во многих случаях трактуется как экологическое поведение, практическое взаимодействие с природной средой, основанное на осознании экологической безопасности. У курсантов появляется сознательное отношение к экологической деятельности как общественно полезной, направленной на самосохранение в выполнении боевой задачи.

Они учатся овладевать навыками безопасного поведения в различных ситуациях, сознательно подчиняться нормам, принятым в социуме.

Экологическая деятельность включает разные виды человеческой активности, связанные с познанием, освоением, преобразованием и сохранением природно-социальной среды. Поэтому курсанты погружаются в такие виды и формы деятельности, которые сопряжены с рациональным решением экологической проблемы, экологизацией общественного производства, социальной деятельностью, сохранением здоровья и благополучия среды обитания.

Более глубокому погружению курсантов в проблемы мегаэкологии способствует решение экологически направленных ситуационных задач. Примером такой задачи может служить «Экологический булмеранг», где обсуждается глобальная проблема современности. Курсанты осознают, что экологические затруднения возникают в связи с плохим знанием законов, принципов и норм природопользования. Они ищут наиболее убедительные доказательства необходимости первоочередного решения экологической проблемы. В процессе осмысления экологических задач «Вода и здоровье», «Купаться запрещено» или «Опасно для здоровья» идет поиск причин появления того или иного негативного явления в природе, аргументов в выборе способов устранения нежелательных последствий для жизни и здоровья человека. Игра «Экология и мы» расширяет и углубляет мегаэкологические знания по следующим направлениям: основные законы и правила современной экологии; глобальные проблемы современности; охрана природы; правила поведения в природе; экология города; экология жилища и быт; культура питания и здоровья человека; военная экология, – которые способствуют развитию интереса курсантов к экологическим проблемам, становлению их профессиональных умений, развитию находчивости, творческой активности и самостоятельности.

Выполнение проектов является эффективным средством вовлечения курсантов в экологическую деятельность [14]. Рассмотрим один из выполненных проектов «Кислотный дождь». В начале в малых группах курсантов идет сбор информации о данном явлении: конкретные факты, научные понятия, на основе которых осмысливается проблема. Курсанты узнают, что существуют разные виды кислотных дождей: серные, азотные, соляные. Полученная информация, факты позволяют описать характерные признаки кислотных дождей.

Данные по уровням сформированности профессионально ориентированного мегаэкологического образования

Уровни	ЭГ-1, первое педагогическое условие, %		ЭГ-2, второе педагогическое условие, %		ЭГ-3, третье педагогическое условие, %		ЭГ-4, все педагогические условия, %		Контрольная группа, %	
	Этапы исследования									
	К	И	К	И	К	И	К	И	К	И
Высокий	15,00	50,00	13,33	56,67	12,00	64,00	13,64	68,18	16,67	29,17
Средний	20,00	35,00	10,00	26,67	12,00	24,00	13,64	31,82	12,50	25,00
Низкий	65,00	15,00	76,67	16,67	76,00	12,00	72,72	0,00	70,83	45,83

Примечание: составлена автором на основе полученных данных в ходе исследования.

ЭГ – экспериментальная группа; К – констатирующий этап исследования; И – итоговый этап исследования

Далее курсанты составляют схему образования кислотных дождей и обсуждают причины их образования (автомобильные газы, выбросы в результате сельскохозяйственной деятельности, сжигание органического топлива и т. д.). На следующем этапе раскрываются последствия кислотных дождей: вред для здоровья человека; отрицательное влияние на растения, животных; порча архитектуры, особенно деревянной. Используя полученные знания, анализируя информацию, курсанты находят пути решения проблем кислотных дождей на государственном уровне, на уровнях производства и быта, а также учатся излагать свою позицию.

Третье педагогическое условие – работа курсантов военных вузов в специализированной электронно-информационной образовательной среде. Такая среда обеспечивает доступ к учебным программам (в частности, к программе «Основы мегаэкологии»), различным проектам и архивам; позволяет проводить интерактивные занятия, использовать в процессе развития профессионально ориентированного мегаэкологического образования курсантов симуляторы боевых, инженерных, экологических задач, виртуальные полигоны и тренажеры; осуществлять контроль знаний, обратную связь с преподавателями. В рамках исследования в ЭИОС решались следующие задачи: управление образовательной деятельностью курсантов; дистанционные лекции, семинары, обсуждение видеофильмов, демонстрирующих актуальность современных глобальных проблем человечества (например, фильма «Дом»); проведение практических занятий в виртуальных лабораториях; моделирование и анализ задач профессиональной военной подготовки; коллаборативная работа над экологическими проектами; монито-

ринг успеваемости и мотивационного поведения курсантов [15; 16].

Результаты диагностической работы на предмет сформированности профессионально ориентированного мегаэкологического образования, проведенной на итоговом этапе исследования, свидетельствуют об эффективности рассмотренных выше педагогических условий. В исследовании принимали участие курсанты филиала Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» в г. Челябинске. Были сформированы четыре экспериментальные группы и одна контрольная. В трех экспериментальных группах внедрялось одно из педагогических условий, в четвертой – комплекс педагогических условий. Для оценки сформированности профессионально ориентированного мегаэкологического образования курсантов использовались когнитивный (овладение мегаэкологическими знаниями), мотивационно-ценностный (сформированность экологического сознания и ценностных ориентаций) и личностно-поведенческий (способность к активной экологической деятельности) критерии.

Анализ полученных диагностических результатов представлен в таблице.

Таким образом, становится ясно, что внедрение в образовательный процесс рассмотренных выше педагогических условий обеспечивает у курсантов повышение уровня сформированности профессионально ориентированного мегаэкологического образования.

Заключение

Проведенное исследование показало, что одной из значимых задач подготовки курсантов в условиях высшего военного образования является развитие професси-

онально ориентированного мегаэкологического образования. Анализ психолого-педагогической литературы и практики подготовки курсантов военных вузов позволил выявить педагогические условия, обеспечивающие высокий уровень сформированности профессионально ориентированного мегаэкологического образования: формирование устойчивой мотивации к осуществлению эколого-безопасной деятельности курсантов военных вузов; включение курсантов в экологическую деятельность, обеспечивающую безопасный образ жизни; работа курсантов военных вузов в специализированной электронно-информационной образовательной среде. Методологической основой их являются системно-деятельностный, аксиологический и экологический подходы. В ходе диагностической работы доказана их эффективность. Результаты исследования могут быть использованы в практике подготовки военных специалистов, нацеленной на формирование экологической грамотности, экологического сознания, экологического поведения.

Перспективными направлениями дальнейших исследований будут проектирование модели развития профессионально ориентированного мегаэкологического образования курсантов военных вузов и создание электронного учебно-методического обеспечения формирования экологической грамотности курсантов.

Список литературы

1. Кнотоп А. В., Климова О. Ю., Уварина Н. В., Фасоля А. А. Система подготовки военных кадров как фактор обеспечения национальной безопасности и суверенитета Российской Федерации в условиях современной профессиональной среды // Инновационное развитие профессионального образования. 2022. № 3 (35). С. 65–72. EDN: EBLSBV.
2. Чуковский А. М. Развитие профессиональной мобильности курсантов военных вузов с использованием современных образовательных технологий // Современная высшая школа: инновационный аспект. 2021. Т. 13. № 4. С. 65–71. DOI: 10.7442/2071-9620-2021-13-4-65-71. EDN: IGLITM.
3. Тюмасева З. И., Орехова И. Л., Артеменко Б. А., Быстрай Е. Б. Дидактические основы преемственности дисциплин естественно-научного профиля при формировании общечеловеческих ценностей в процессе становления личности: монография. Челябинск: Южно-Уральский научный центр PAO, 2025. 243 с. ISBN 978-5-907821-53-8.
4. Яковлев Е. В. Педагогическая концепция: методологические аспекты построения. М.: ВЛАДОС, 2006. 239 с. ISBN 5-691-01523-0.
5. Безденежных Л. В. Педагогические условия формирования академической мобильности студентов педагогического вуза // Russian Journal of Education and Psychology. 2021. № 4. С. 35–50. DOI: 10.12731/2658-4034-2021-12-4-35-50.
6. Тюмасева З. И., Натарева Д. В., Орехова И. Л. Педагогические условия тьюторского сопровождения подготовки будущих педагогов по созданию безопасного пространства образовательной организации // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2025. Т. 10. № 11. С. 1818–1824. DOI: 10.30853/ped20250217. EDN: ETOGDP.
7. Шадилов Р. Д., Келдиерова М. Г. Системный подход как важнейший фактор организации образовательного процесса // Проблемы педагогики. 2020. № 6 (51). С. 6–9. DOI: 10.24411/2410-2881-2020-10601. EDN: YQJXGK.
8. Осолодкова Е. В., Корчемкина Ю. В., Белоусова Н. А. Системный экологический подход к обучению студентов педагогических вузов // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. 2020. № 11 (189). С. 394–397. DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2020.11.p394-397. EDN: OFMLYZ.
9. Миля А. В. Методологические подходы к построению системы подготовки курсантов военных вузов к служебно-профессиональной деятельности // Научный аспект. 2023. Т. 1. № 2. С. 108–115. EDN: UVAGXO.
10. Маслов С. И., Маслова Т. А. Аксиологический подход в педагогике // Известия Тульского государственного университета. Гуманитарные науки. 2013. № 2–3. С. 202–212. EDN: RVMCKR.
11. Алексеев С. В. Современное образование как образование в интересах устойчивого развития общества: экологический подход // Вестник экологического образования в России. 2017. Т. 2. № 84. С. 19–29. EDN: ZGQARP.
12. Лымарев В. Н., Уварина Н. В. Организационно-педагогические условия формирования военно-профессиональной мотивации курсантов Росгвардии // Современная высшая школа: инновационный аспект. 2023. Т. 15. № 1 (59). С. 20–31. EDN: ITJSUM.
13. Данилова Т. В. Педагогические условия формирования готовности будущих рабочих нефтегазовой отрасли к преодолению производственных рисков // Вестник Шадринского государственного педагогического университета. 2024. № 3 (63). С. 180–186. DOI: 10.52772/25420291_2024_3_180.
14. Лабзина П. Г. Тьюторское сопровождение как педагогическое условие реализации проектной деятельности студентов вуза // Вестник Мининского университета. 2022. Т. 10. № 3 (40). С. 4. DOI: 10.26795/2307-1281-2022-10-3-4. EDN: VTUUYJ.
15. Гнатышина Е. В., Корнеева Н. Ю., Корнеев Д. Н., Уварина Н. В. Модели обучения в цифровой образовательной среде профессиональной организации. Челябинск: Библиотека А. Миллера, 2023, 147 с. ISBN 978-5-93162-730-4.
16. Богословский А. С. Использование цифровых ресурсов как педагогическая проблема в аспекте самообразования курсантов военного вуза // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки. 2022. № 3 (61). С. 95–99. DOI: 10.46845/2071-5331-2022-3-61-95-100. EDN: FSFLJH.

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The author declares that there is no conflict of interest.