



ИД «Академия Естествознания»

СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Научный журнал

№ 7 2025

/// — /// — ///

MODERN HIGH TECHNOLOGIES

Scientific journal

No. 7 2025



PH Academy of Natural History

Современные наукоемкие технологии

Научный журнал

Журнал издается с 2003 года.

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

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

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

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

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

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

Технический редактор

Доронкина Е.Н.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Бизенкова Мария Николаевна, к.м.н.

Корректор

Галенкина Е.С.,

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Дудкина Н.А.

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

ISSN 1812–7320

Электронная версия: top-technologies.ru/ru

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

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,940

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,355

Периодичность

12 номеров в год

Учредитель, издатель и редакция

ООО ИД «Академия Естествознания»

Почтовый адрес

105037, г. Москва, а/я 47

Адрес редакции и издателя

440026, г. Пенза, ул. Лермонтова, 3

Типография

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

E-mail

edition@rae.ru

Телефон

+7 (499) 705-72-30

Подписано в печать

30.07.2025

Дата выхода номера

29.08.2025

Формат

60x90 1/8

Усл. печ. л.

17,0

Тираж

1000 экз.

Заказ

СНТ 2025/7

Распространяется по свободной цене

Подписной индекс в электронном каталоге «Почта России»: ПА037

© ООО ИД «Академия Естествознания»

Modern high technologies Scientific journal

The journal has been published since 2003.

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

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

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

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

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

CHIEF EDITOR

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

Technical editor

Doronkina E.N.

EXECUTIVE SECRETARY

Bizenkova Maria Nikolaevna, Cand. Sci. (Medical)

Corrector

Galenkina E.S.,

EDITORIAL BOARD

Dudkina N.A.

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

ISSN 1812–7320

Electronic version: top-technologies.ru/ru

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

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

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

Periodicity

12 issues per year

Founder, publisher and editors

LLC PH Academy of Natural History

Mailing address

105037, Moscow, p.o. box 47

Editorial and publisher address

440026, Penza, st. Lermontov, 3

Printing

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

E-mail

edition@rae.ru

Telephone

+7 (499) 705-72-30

Signed for print

30.07.2025

Number issue date

29.08.2025

Format

60x90 1/8

Conditionally printed sheets

17,0

Circulation

1000 copies

Order

CHT 2025/7

Distribution at a free price

Subscription index in the Russian Post electronic catalog: PA037

© LLC PH Academy of Natural History

СОДЕРЖАНИЕ

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

СТАТЬИ

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ВИБРАЦИИ КОМПРЕССОРНОЙ УСТАНОВКИ <i>Вотякова Л.Р., Горячев А.С.</i>	8
АНАЛИЗ ОТКАЗОВ ТОРЦЕВЫХ УПЛОТНЕНИЙ <i>Гайдуков А.А.</i>	15
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДДЕРЖКИ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА <i>Зайцева И.В., Долгополова А.Ф., Малафеев О.А., Легкова И.А., Теммеева С.А.</i>	21
РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАСЧЕТА ВЯЗКОСТИ ХИМИЧЕСКОЙ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ДЕКОМПОЗИЦИИ ЗАДАЧИ <i>Лаптева Т.В., Лаптев С.А., Бронская В.В.</i>	27
МЕТОД БЫСТРОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАКА ЧИСЛА В СИСТЕМЕ ОСТАТОЧНЫХ КЛАССОВ <i>Ляхов П.А.</i>	34
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННЫМ ОБУЧЕНИЕМ В КОНТЕКСТЕ ОРГАНИЗАЦИИ ВИРТУАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ <i>Михеева Е.О., Ромашикова О.Н.</i>	43
РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ И ВОДОСНАБЖЕНИЯ АЭРОАКВАПОННОЙ УСТАНОВКИ <i>Нечипоренко А.Ю., Пиотровский Д.Л.</i>	52
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ С УЧЕТОМ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ <i>Тихонов М.Р., Акуленок М.В., Шикула О.С.</i>	64
МЕТОД ФОРМАЛИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ, ФУНКЦИОНИРУЮЩЕЙ В РЕЖИМЕ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОГО ДИСКРЕТНОГО ПРОИЗВОДСТВА <i>Холопов В.А., Киселев Д.С., Володина А.М.</i>	71

Педагогические науки (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)

СТАТЬИ

ОРГАНИЗАЦИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ДИАГНОСТИКИ КОММУНИКАТИВНЫХ УМЕНИЙ КАК ПРОПЕДЕВТИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С ТЯЖЕЛЫМИ НАРУШЕНИЯМИ РЕЧИ <i>Абрамова И.В.</i>	83
САМОЭФФЕКТИВНОСТЬ БУДУЩИХ НАУЧНЫХ КАДРОВ В ИССЛЕДОВАНИЯХ: АНАЛИЗ ВОСПРИЯТИЯ И ОЦЕНКИ СОБСТВЕННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ <i>Алимбеков А.А.</i>	88

ОРГАНИЗАЦИЯ ЯЗЫКОВОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ В КОНТЕКСТЕ ЛИЧНОСТНО РАЗВИВАЮЩЕГО ПОДХОДА <i>Астафьева А.Е.</i>	93
ИССЛЕДОВАНИЕ МОТИВАЦИОННОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ШКОЛ АРКТИКИ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ) НА ПЕДАГОГИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ <i>Бархсанова Е.А., Семенова М.И.</i>	99
ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПОНЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОГО ОБУЧЕНИЯ <i>Гильманишина С.И., Лихачева Д.Л., Овезова С.</i>	106
РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ СОТРУДНИЧЕСТВА ДОШКОЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ И СЕМЬИ В МУЗЫКАЛЬНОМ РАЗВИТИИ ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА <i>Каменская О.А., Прищепина С.С.</i>	112
РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЧЕТВОРЧЕСТВА НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ <i>Левина Е.А.</i>	119
ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СОЦИАЛЬНЫХ КООРДИНАТОРОВ <i>Масилова М.Г., Богдан Н.Н.</i>	126
ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРЕПОДАВАНИИ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН <i>Назарова Ж.А.</i>	132
ОРГАНИЗАЦИЯ ХУДОЖЕСТВЕННО-ТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ В ХУДОЖЕСТВЕННОМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ <i>Птицына Е.В.</i>	139
КОГНИТИВНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАДИЦИОННЫХ И ЦИФРОВЫХ МЕТОДОВ И ПРИЕМОВ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ <i>Туана Е.Н., Туана М., Губарева С.А., Абу Хайдар Ф.Х., Богданова Н.В., Колесник И.И.</i>	144
СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ПОНЯТИЯ «ГОТОВНОСТЬ ПЕДАГОГА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ К ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ» <i>Федоров В.А., Чедов К.В., Черных А.В.</i>	152
МОДЕЛЬ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ БАКАЛАВРОВ НАПРАВЛЕНИЯ «БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ» <i>Чеусова Л.А.</i>	158
СОЦИАЛЬНОЕ СИРОТСТВО В КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ <i>Яковлева Н.Ф., Ди Бинь</i>	163
НАУЧНЫЙ ОБЗОР	
ФОРМИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ В ВУЗЕ (ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ) <i>Осипова С.И., Гафурова Н.В., Осипов В.В., Терещенко Ю.А.</i>	168

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

RESEARCH OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR VIBRATION CONDITION PREDICTION COMPRESSOR UNIT <i>Votyakova L.R., Goryachev A.S.</i>	8
FAILURE ANALYSIS OF MECHANICAL SEALS <i>Gaydukov A.A.</i>	15
MATHEMATICAL MODELING OF THE STUDY OF DEMOGRAPHIC PROCESS SUPPORT <i>Zaitseva I.V., Dolgopolova A.F., Malafeyev O.A., Legkova I.A., Temmoeva S.A.</i>	21
DEVELOPMENT OF A SET OF NEURAL NETWORKS FOR CALCULATION OF CHEMICAL MIXTURE VISCOSITY ON THE BASIS OF PROBLEM DECOMPOSITION <i>Lapteva T.V., Laptev S.A., Bronskaya V.V.</i>	27
METHOD OF RAPID DETERMINATION OF THE SIGN OF A NUMBER IN THE RESIDUE NUMBER SYSTEM <i>Lyakhov P.A.</i>	34
MANAGING DISTANCE LEARNING IN THE CONTEXT OF ORGANIZING VIRTUAL COMPUTER LABORATORIES <i>Mikheeva E.O., Romashkova O.N.</i>	43
DEVELOPMENT OF SIMULATION MODEL OF VENTILATION AND WATER SUPPLY SYSTEM OF AERO AQUAPONIC INSTALLATION <i>Nechiporenko A.Yu., Piotrovskiy D.L.</i>	52
DEVELOPMENT OF A DATA PROCESSING ALGORITHM FOR ASSESSING THE PROBABILITY OF FAULT-FREE OPERATION OF EQUIPMENT TAKING INTO ACCOUNT RECOVERY OPERATIONS <i>Tikhonov M.R., Akulenok M.V., Shikula O.S.</i>	64
METHOD OF FORMALIZING THE PARAMETERS OF A FLOW TECHNOLOGICAL PROCESS LINE FUNCTIONING IN THE MODE OF MULTI-PRODUCT DISCRETE MANUFACTURE <i>Kholopov V.A., Kiselev D.S., Volodina A.M.</i>	71

Pedagogical sciences (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)

ARTICLES

ORGANIZATION AND RESULTS OF DIAGNOSTICS OF COMMUNICATIVE SKILLS AS A PROPEDEUTIC COMPONENT OF PROFESSIONAL CHOICE OF PRIMARY SCHOOL CHILDREN WITH SEVERE SPEECH DISORDERS <i>Abramova I.V.</i>	83
SELF-EFFICIENCY OF FUTURE SCIENTIFIC STAFF IN RESEARCH: ANALYSIS OF PERCEPTION AND EVALUATION OF OWN COMPETENCE <i>Alimbekov A.A.</i>	88

ORGANIZATION OF STUDENTS' LANGUAGE TRAINING IN THE CONTEXT OF A PERSONALITY DEVELOPMENT APPROACH <i>Astafeva A.E.</i>	93
STUDY OF MOTIVATIONAL ORIENTATION OF STUDENTS OF ARCTIC SCHOOLS OF THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA) TOWARDS PEDAGOGICAL ACTIVITIES <i>Barakhsanova E.A., Semenova M.I.</i>	99
ORGANIZATIONAL AND METHODOLOGICAL FEATURES OF STUDYING CHEMICAL CONCEPTS IN THE CONTEXT OF DIGITAL LEARNING <i>Gilmanshina S.I., Likhacheva D.L., Ovezova S.</i>	106
DEVELOPMENT AND TESTING OF PEDAGOGICAL TECHNOLOGY FOR COOPERATION BETWEEN PRESCHOOL EDUCATIONAL ORGANIZATIONS AND FAMILIES IN THE MUSICAL DEVELOPMENT OF OLDER PRESCHOOL CHILDREN <i>Kamenskaya O.A., Prishchepa S.S.</i>	112
IMPLEMENTATION OF SPEECH CREATION IN A FOREIGN LANGUAGE USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN A PEDAGOGICAL UNIVERSITY <i>Levina E.A.</i>	119
FORMATION OF PROFESSIONALLY SIGNIFICANT COMPETENCIES IN THE TRAINING OF SOCIAL COORDINATORS <i>Masilova M.G., Bogdan N.N.</i>	126
APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TEACHING GEOMETRY AND GRAPHIC DISCIPLINES <i>Nazarova Zh.A.</i>	132
ORGANIZATION OF ARTISTIC AND CREATIVE ACTIVITIES OF A FUTURE TEACHER IN ART AND TECHNOLOGY EDUCATION <i>Ptitsyna E.V.</i>	139
COGNITIVE EFFECTIVENESS OF TRADITIONAL AND DIGITAL TEACHING METHODS AND TECHNIQUES IN HIGHER EDUCATION <i>Tuana E.N., Tuana M., Gubareva S.A., Abu Khaydar F.K., Bogdanova N.V., Kolesnik I.I.</i>	144
THE CONTENT AND STRUCTURE OF THE CONCEPT OF «READINESS OF A PROFESSIONAL EDUCATION TEACHER FOR INNOVATION» <i>Fedorov V.A., Chedov K.V., Chernykh A.V.</i>	152
MODEL OF TEACHING BACHELORS OF 'BIOTECHNICAL SYSTEMS AND TECHNOLOGIES' DIRECTION TO PHYSICS <i>Cheusova L.A.</i>	158
SOCIAL ORPHANHOOD IN THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA <i>Yakovleva N.F., Di Binh</i>	163
REVIEW	
FORMATION OF MATHEMATICAL FUNCTIONAL LITERACY OF FUTURE ENGINEERS AT THE UNIVERSITY (THEORETICAL ASPECT) <i>Osipova S.I., Gafurova N.V., Osipov V.V., Tereshchenko Yu.A.</i>	168

СТАТЬИ

УДК 004.85:004.896

DOI 10.17513/snt.40434

**ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ
ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ
ВИБРАЦИИ КОМПРЕССОРНОЙ УСТАНОВКИ**¹Вотякова Л.Р., ²Горячев А.С.¹ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
Казань, e-mail: vot5lil5rad5@gmail.com;²Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет», Нижнекамск

Алгоритмы машинного обучения предоставляют широкий спектр возможностей для предиктивного анализа работы технологического оборудования. Они позволяют выявлять скрытые закономерности и прогнозировать будущие события на основе имеющихся данных. Целью данного исследования является анализ и сравнение методов машинного обучения для реализации задач прогнозирования состояния вибрации компрессорной установки. Каждый из методов имеет свои преимущества и ограничения, поэтому выбор конкретного алгоритма зависит от решаемой задачи применительно к характеристикам оборудования и данных. В данной работе исследованы методы машинного обучения для решения задачи регрессии: в случае прогнозирования одномерных рядов использованы методы авторегрессии и авторегрессии со скользящей средней; для прогнозирования многомерных рядов использованы методы линейной регрессии, деревьев решений, случайный лес и градиентный бустинг. Проведен сравнительный анализ методов машинного обучения. Из результатов анализа видно, что для задачи регрессии наилучшими методами являются ансамблевые методы, такие как случайный лес и XGBoost. Применение XGBoost значительно улучшает качество прогнозов, особенно при работе с большим объемом данных. Для моделей AutoReg и ARIMA необходим стационарный временной ряд для получения точных и интерпретируемых результатов. Важно экспериментировать и настраивать параметры для каждого конкретного временного ряда, учитывая такие факторы, как наличие сезонности, тренда и выбросов в данных. При выборе метода прогнозирования необходимо учитывать не только его математические характеристики, но и особенности конкретных данных, на которых он будет применен.

Ключевые слова: вибрация, компрессор, прогнозирование, авторегрессия, регрессия, деревья решений, случайный лес, градиентный бустинг

**RESEARCH OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS
FOR VIBRATION CONDITION PREDICTION
COMPRESSOR UNIT**¹Votyakova L.R., ²Goryachev A.S.¹Kazan National Research Technological University, Kazan,
e-mail: vot5lil5rad5@gmail.com;²Nizhnekamsk Institute of Chemical Technology (branch)
of the Kazan National Research Technological University, Nizhnekamsk

Machine learning algorithms provide a wide range of possibilities for predictive analysis of technological equipment operation. They allow you to identify hidden patterns and predict future events based on available data. The purpose of this study is to analyze and compare machine learning methods for the realization of tasks of predicting the vibration state of a compressor unit. Each method has its advantages and limitations, so the choice of a specific algorithm depends on the problem being solved in relation to the characteristics of the equipment and data. In this paper, machine learning methods are studied to solve the regression problem: in the case of predicting one-dimensional series, autoregressive and moving average autoregressive methods are used; methods of linear regression, decision trees, random forest and gradient boosting are used to predict multidimensional series. A comparative analysis of machine learning methods has been carried out. It can be seen from the analysis results that ensemble methods such as random forest and XGBoost are the best methods for the regression problem. Using XGBoost significantly improves the quality of predictions, especially when working with large amounts of data. The AutoReg and ARIMA models require a stationary time series to produce accurate and interpretable results. It is important to experiment and adjust the parameters for each specific time series, taking into account factors such as seasonality, trend, and outliers in the data. When choosing a forecasting method, it is necessary to take into account not only its mathematical characteristics, but also the specifics of the specific data on which it will be applied.

Keywords: vibration, compressor, forecasting, autoregression, regression, decision trees, random forest, gradient boosting

Введение

Одна из главных тенденций современного производства – это концепция, которая предполагает цифровизацию производства, внедрение в него предиктивной (прогнозной) аналитики, работа с большими данными, создание цифровых двойников [1–3]. Данная работа посвящена анализу применения методов машинного обучения для решения задач предиктивного анализа при работе технологического оборудования, задействованного в технологическом процессе переработки и производства нефтепродуктов [4–6]. Своевременное предсказание эффективной работы оборудования и выявление аномалий в его работе существенно увеличит экономическую эффективность и безопасность производства, так как уменьшит вероятность нарушения в обеспечении проведения непрерывных технологических процессов.

Цель исследования – провести анализ и сравнение методов машинного обучения для реализации задач прогнозирования состояния вибрации компрессорной установки.

Материалы и методы исследования

Для построения моделей был использован язык Python, среда разработки Jupyter Notebooks. В разработке программ по исследованию алгоритмов машинного обучения использование библиотек Python обусловлено их функциональными возможностями и особенностями, которые позволяют эффективно обрабатывать и анализировать данные [7, 8]. NumPy служит основой для численных вычислений, Pandas упрощает манипуляцию табличными данными, Matplotlib и Seaborn обеспечивают возможности визуализации данных, Statsmodels позволяет оценивать и анализировать различные статистические модели, Scikit-learn предоставляет разнообразные алгоритмы машинного обучения.

Объект исследования – компрессорная установка модели С-85.6, управляемая с помощью программируемого логического контроллера, данные с которого отправляются в программный пакет для диспетчерского управления и сбора данных, который представляет собой распределенную систему управления CENTUM VP от компании Yokogawa Electric Corporation, предназначенной для мониторинга и управления технологическим процессом. Система резервирует все компоненты системы, имеет распределенную архитектуру «клиент-сервер», хранит данные технологической линии, которые и понадобятся для исследования. Для проведения анализа был использован

табличный формат данных – .csv. Для прогнозирования технического состояния компрессора методом машинного обучения проведены исследования исторических данных значений с датчиков вибрации, давления, падения штока (износ сальника) поршневой компрессорной установки. Полученные для анализа значения с датчика вибрации снимаются с периодичностью в 1 мин. Количество наблюдений 43 165 строк. В исследовании выполняется прогнозирование вибрации корпуса компрессора (датчик поз.1V-VIA1967.PV).

Для совершения оперативных прогнозов с помощью авторегрессионных моделей временной ряд должен быть стационарным [9–11]. По стационарному ряду строится прогноз, так как его будущие статистические характеристики не отличаются от наблюдаемых текущих. Проверка ряда на стационарность показала, что полученное значение p -value 0,018859 меньше 0,05 – значит, ряд стационарен. Распределение целевой переменной (вибрация) показало, что оно близко к нормальному, с легким перекосом вправо, в основном значения варьируются в диапазоне от 7 до 10 мм/с. Корреляционная матрица показала высокую корреляцию между переменными давления ($P_{\text{нагнет}}$ и $P_{\text{всас}}$) и целевой переменной и низкую корреляцию между сдвигами штоков и вибрацией. Наиболее коррелирующие признаки с вибрацией: $P_{\text{нагнет_4}}$, $P_{\text{нагнет_3}}$, $P_{\text{всас_4}}$, $P_{\text{всас_3}}$, $P_{\text{нагнет_2}}$. Визуализация показала линейную зависимость между вибрацией и давлениями, что подтверждает значимость этих признаков для модели. В данном исследовании, в случае прогнозирования одномерных рядов, использованы методы авторегрессии и авторегрессии со скользящей средней [12]; для прогнозирования многомерных рядов использованы методы линейной регрессии, деревьев решений [13], случайный лес [14] и градиентный бустинг [15]. Во всех моделях обучающая выборка включает данные, использованные для обучения модели прогнозирования. Тестовая выборка содержит данные, которые не использовались при обучении модели, но применялись для проверки ее точности. Прогон представляет собой данные, обработанные моделью после завершения обучения. Доверительный интервал указывает на уровень уверенности в прогнозах, показывая верхнюю и нижнюю границы возможных значений.

Результаты исследования и их обсуждение

Авторегрессионные модели (AR-модели) используют прошлые значения ряда для прогнозирования его будущих зна-

чений. Эта модель предполагает, что текущее значение ряда зависит от его предыдущих значений. В данном исследовании были использованы модели AutoReg и ARIMA. На графике, представленном на рис. 1, отображены прогнозируемые значения вибрации компрессора. Из графика видно, что модель прогнозирует вибрацию компрессора только в краткосрочном периоде.

Комбинация авторегрессионной модели порядка p и модели скользящего среднего порядка q дает смешанную авторегрессионную модель скользящего среднего (ARMA (p, q)). ARMA, как и AR модель, используется только для стационарных рядов. Для работы с нестационарными рядами формируется модель ARIMA, тем, что в модели ARMA включается оператор взятия простых разностей порядка d .

На графике, представленном на рис. 1, отображены прогнозируемые значения вибрации компрессора с использованием модели ARIMA. Результат показал, что модель прогнозирует вибрацию компрессора также в краткосрочном периоде.

На рис. 2 представлены прогнозы модели, обученной на методе линейной регрессии. Также на рис. 2 приведено огра-

ниченное отображение данных для улучшения читаемости. Значения полученных метрик при выполнении программы приведены в таблице сравнения с другими алгоритмами.

Деревья решений (Decision Trees) – один из наиболее эффективных инструментов интеллектуального анализа данных и предсказательной аналитики. На рис. 3 представлен прогноз модели, обученной на методе деревьев решений. Значения полученных метрик приведены в таблице анализа (таблица).

При прогнозировании алгоритм «Случайный лес» (Random Forest) объединяет результаты всех деревьев либо путем голосования (для задач классификации), либо путем усреднения (для задач регрессии). Этот процесс совместного принятия решений, основанный на выводах нескольких деревьев, обеспечивает стабильные и точные результаты. Случайные леса уменьшают переобучение и обеспечивают надежные прогнозы в различных условиях. На рис. 3 представлен прогноз модели, обученной на методе «Случайный лес». Значения полученных метрик приведены в таблице анализа.

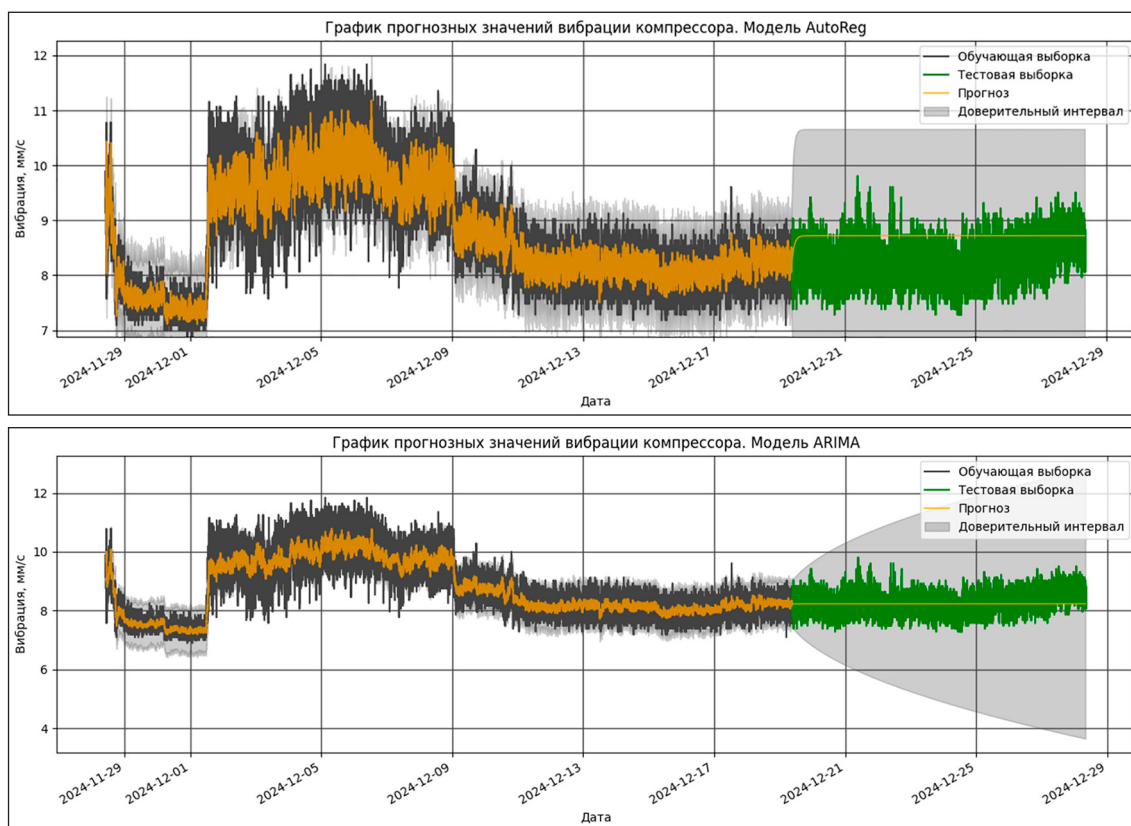


Рис. 1. График предсказания с помощью модели AR и ARIMA
Источник: составлено авторами по результатам данного исследования

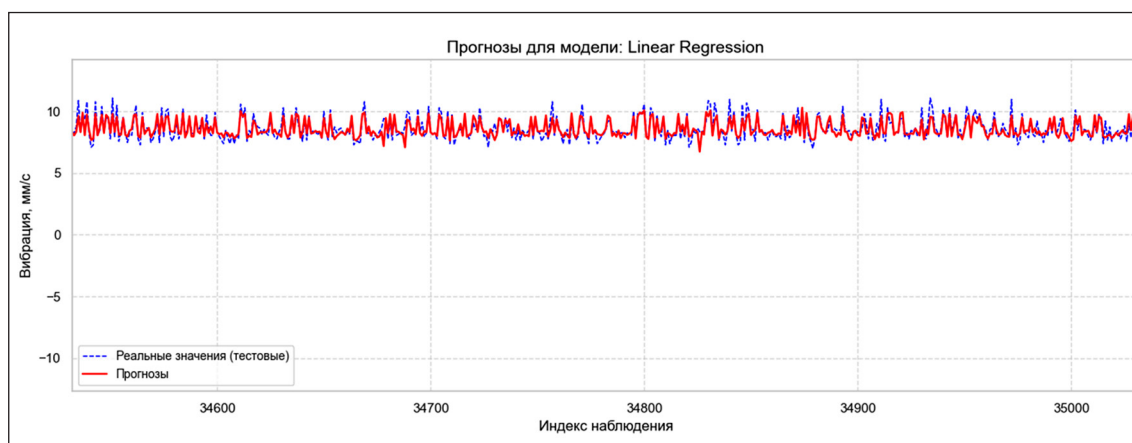


Рис. 2. Графическое представление прогноза модели линейной регрессии
Источник: составлено авторами по результатам данного исследования

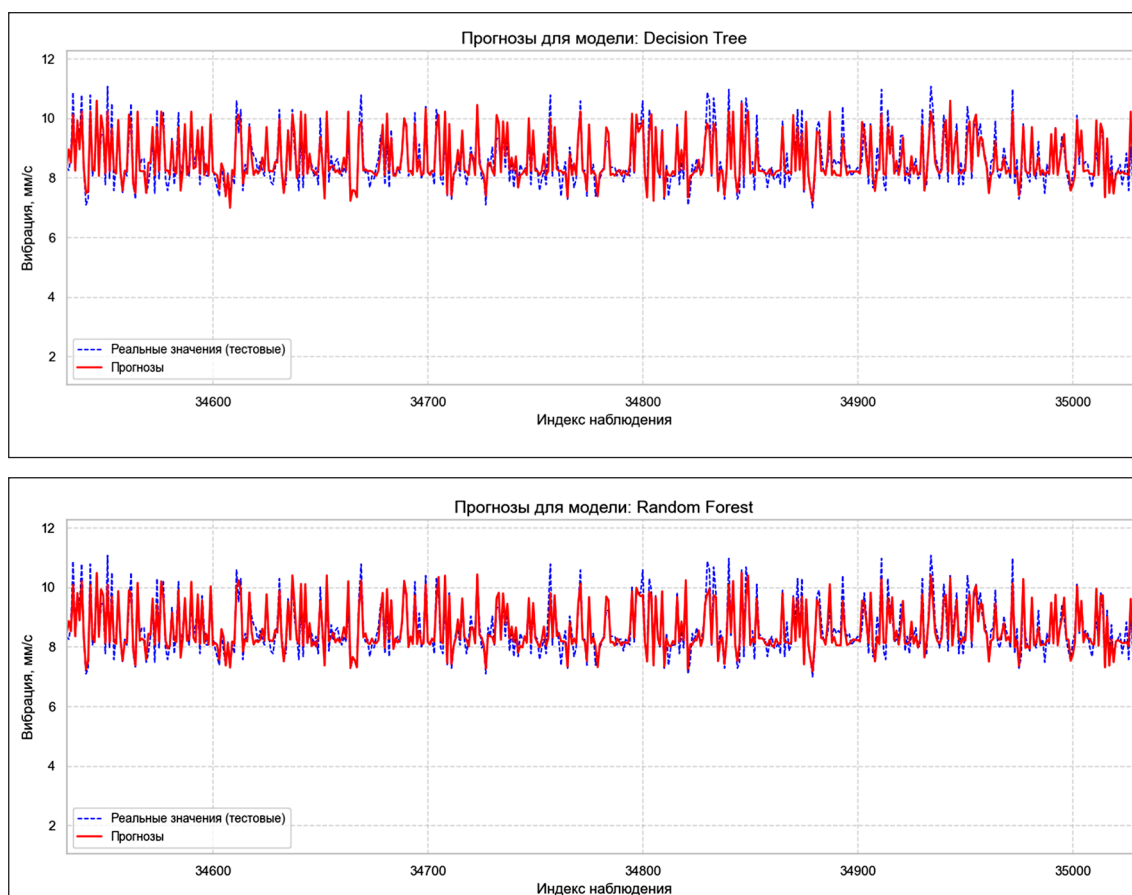


Рис. 3. Графическое представление прогноза модели дерева решений и Random Forest
Источник: составлено авторами по результатам данного исследования

В рамках исследования была использована модель градиентного бустинга из библиотеки XGBoost, которая предлагает высокоэффективную реализацию градиентного бустинга на основе решающих деревьев. Прогнозирующая модель

также состоит из ансамбля слабых предсказывающих моделей — деревьев решений. Подготовка данных для предсказаний с использованием XGBoost аналогична подготовке данных для модели линейной регрессии.

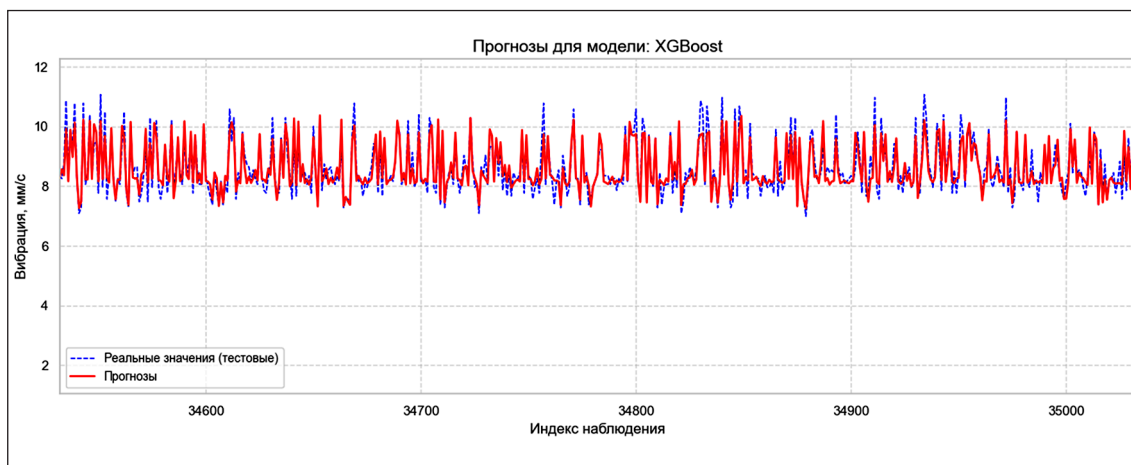


Рис. 4. Графическое представление прогноза модели XGBoost
 Источник: составлено авторами по результатам данного исследования

Метрики качества моделей

	Model	R ²	MSE	MAPE
1	AutoReg	0,980000	0,347148	6,355062
2	ARIMA	0,818801	0,138474	3,233626
3	Linear Regression	0,606385	0,309984	4,675680
4	Decision Trees	0,801051	0,156679	3,408400
5	Random Forest	0,827071	0,136187	3,223779
6	XGBoost	0,823468	0,139025	3,267489

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

Главная ценность библиотеки XGBoost заключается в ее высокопроизводительной реализации. Благодаря различным оптимизациям, таким как эффективное управление пропущенными значениями, поиск порога только среди персентилей, оптимизированная работа с кэшированием и поддержка распределенного обучения, производительность возрастает в десятки или даже сотни раз по сравнению с примитивными реализациями. На рис. 4 представлены прогнозы модели, обученной на методе градиентного бустинга. Значения полученных метрик приведены в таблице анализа.

Информация об исследованных моделях с полученными метриками (коэффициент детерминации, среднеквадратичная ошибка, средняя абсолютная ошибка в процентах) их качества представлена в сводной таблице.

В результате проведенного статистического анализа были получены значимые метрики качества аппроксимации. Количественная оценка авторегрессионной модели (AutoReg) свидетельствует

о том, что вариабельность целевой переменной на 98 % обусловлена изменениями предикторной переменной вибрации, что подтверждает высокую прогностическую способность модели. Дополнительно проведенный анализ среднеквадратичной ошибки (MSE), составившей 0,35, указывает на незначительную дисперсию отклонений наблюдаемых значений от расчетных. Данный факт свидетельствует о высоком качестве подгонки модели к исходному набору данных.

Коэффициент детерминации интегрированной модели авторегрессии скользящего среднего (ARIMA) указывает на то, что модель объясняет примерно 82 % вариации данных. Это довольно хороший результат, свидетельствующий о том, что модель достаточно точно описывает динамику временного ряда. Низкое значение MSE указывает на умеренную ошибку прогноза, но при этом она все еще остается приемлемо низкой. В среднем прогнозы отличаются от истинных значений на 3,23 %, это очень низкий уровень ошибки. Совокуп-

ный анализ всех диагностических метрик позволяет сделать обоснованный вывод о высокой эффективности модели ARIMA в контексте прогнозирования временных рядов. Полученные результаты подтверждают ее пригодность для решения задач прогностического моделирования с обеспечением высокого уровня точности предсказаний.

Линейная регрессия (Linear Regression) показала наихудшее качество предсказания с метрикой $R^2 = 0,606$. Это свидетельствует о том, что зависимость между признаками и целевой переменной нелинейная, и простая линейная модель не может адекватно описать данные.

Проведенное сравнительное исследование эффективности алгоритмов машинного обучения выявило существенные преимущества модели дерева решений (Decision Trees) над классической линейной регрессией в контексте качества аппроксимации данных. Коэффициент детерминации ($R^2 = 0,801$) демонстрирует значительное превосходство данной модели, что свидетельствует о ее способности эффективно выявлять и моделировать нелинейные взаимосвязи в исследуемом наборе данных. Однако относительно высокий MSE (0,156) может указывать на потенциальную проблему переобучения модели. Данный факт требует дополнительного внимания при дальнейшей настройке гиперпараметров и оптимизации архитектуры модели для достижения оптимального баланса между способностью к обобщению и точностью аппроксимации.

Модель случайного леса (Random Forest) показала лучшее качество предсказания с $R^2 = 0,827$ и снижением ошибки MSE = 0,136. Использование ансамбля деревьев помогло уменьшить переобучение и повысить обобщающую способность модели.

Градиентный бустинг (XGBoost) показал близкое качество к случайному лесу с $R^2 = 0,823$ и MSE = 0,139. Модель также хорошо справилась с нелинейностями и сложными зависимостями, а встроенные методы регуляризации уменьшили вероятность переобучения.

Заключение

В результате проведенного исследования собраны данные в виде временных рядов для разработки предиктивной модели, которые отображают основные параметры в работе компрессора. Был проведен сравнительный анализ методов машинного обучения для прогнозирования состояния вибрации компрессорной установки.

Для задачи регрессии одномерных рядов лучше всего подошли модели авторегрессии. Для моделей AutoReg и ARIMA необходим стационарный временной ряд для получения точных и интерпретируемых результатов. При этом модель AutoReg имеет более высокие показатели качества прогнозирования. Для задачи регрессии многомерных рядов лучше всего подходят ансамблевые методы, такие как случайный лес и XGBoost. Случайный лес можно рекомендовать как основную модель из-за чуть более высокого R^2 и простоты настройки гиперпараметров. XGBoost может быть полезен для дальнейшего улучшения качества предсказаний, особенно на большом количестве данных. Важно экспериментировать и настраивать параметры для каждого конкретного временного ряда, учитывая такие факторы, как наличие сезонности, тренда и выбросов в данных. При выборе метода прогнозирования необходимо учитывать не только его математические характеристики, но и особенности конкретных данных, на которых он будет применен.

Список литературы

1. Тарасов И.В. Индустрия 4.0: Понятие, концепция, тенденции развития // Стратегии бизнеса. 2018. № 5. С. 43–49. DOI: 10.17747/2311-7184-2018-5-43-49.
2. Афанасьев А.А. Индустрия 4.0: к вопросу о перспективах цифровой трансформации промышленности в России // Вопросы инновационной экономики. 2023. Т. 13. № 3. С. 1427–1446. DOI: 10.18334/vinec.13.3.117880.
3. Шваб Клаус. Четвертая промышленная революция / Пер. с английского. М.: Эксмо, 2023. 208 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://content.img-gorod.ru/pim/products/images/35/5c/0195ff2d-5d36-7d39-9447-15acba3c355c.pdf> (дата обращения: 29.04.2025).
4. Шигабутдинов А.К., Пресняков В.В., Ананд Субраманиан В., Новиков М.А., Храмов А.А., Минигулов Р.Р., Идрисов М.Р., Коновнин А.А., Уразайкин А.С., Фхунов Р.Н. Физико-химические характеристики остатка комбинированного гидрокрекинга гудрона, получаемого, при промышленной эксплуатации установки VCC на КГПТО АО «ТАИФ-НК» // Вестник технологического университета. 2022. Т. 25. № 7. С. 55–59. URL: <https://www.knitu.ru/servlet/contentblob?id=428340> (дата обращения: 29.04.2025).
5. Lathong K., Wisaeng K. An innovative hybrid machine learning techniques for predicting construction cost estimates // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2024. Vol. 20, Is. 3. P. 69–83. DOI: 10.22337/2587-9618-2024-20-3-69-83.
6. Шлыков С.В. Применение методов машинного обучения для автоматизации процессов в нефтегазовой отрасли // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. 2023. № 2. С. 46–53. DOI: 10.24412/0131-4270-2023-2-46-53.
7. Вотякова Л.Р., Зотин А.В. Исследование идентификации и реализации многопараметрического контроллера на языке Python // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 7. С. 16–21. DOI: 10.17513/snt.40079.
8. Вотякова Л.Р. Программная реализация интеллектуальной системы поддержки принятия решений для подбора

персонала в IT-сфере // Научно-технический вестник Поволжья. 2024. № 5. С. 89–91. URL: <https://ntvprt.ru/ru/archive-vypuskov> (дата обращения: 01.06.2025).

9. Кувайскова Ю.Е. Применение ансамблевых методов машинного обучения для прогнозирования технического состояния объекта // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 1 (99). С. 111–114. DOI: 10.37313/1990-5378-2021-23-1-111-114.

10. Фирюлина М.А., Каширина И.Л. Описание процесса прогнозирования проблемных состояний с применением ансамблевых методов машинного обучения // Инженерный вестник Дона. 2022. № 4 (88). С. 34–46. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2022/7589> (дата обращения: 01.06.2025).

11. Zheng Zhang, Zhihui Lai, Yong Xu, Ling Shao, Jian Wu, Guosen Xie. Discriminative elastic-net regularized linear regression // IEEE Transactions on Image Processing. 2017. Т. 26. № 3. С. 1466–1481. DOI: 10.1109/TIP.2017.2651396.

12. Альчаков В.В., Крамарь В.А. Оценка методов машинного обучения для прогнозирования сезонных временных рядов // Известия ЮФУ. Технические науки. 2023. № 2 (232). С. 250–263. DOI: 10.18522/2311-3103-2023-2-250-263.

13. Yang Ch., Wu G., Ding K., Shi T., Li Q., Wang J. Improving land use/land cover classification by integrating pixel unmixing and decision tree methods // Remote Sensing. 2017. Т. 9. № 12. С. 1222. DOI: 10.3390/rs9121222.

14. Krauss C., Do X.A., Huck N. Deep neural networks, gradient-boosted trees, random forests: Statistical arbitrage on the S&P 500 // European Journal of Operational Research. 2016. Т. 259. № 2. С. 689–702. DOI: 10.1016/j.ejor.2016.10.031.

15. Lamara B., Notton G., Fouilloy A., Voyant C., Rabah D. Solar radiation forecasting using artificial neural network and random forest methods: Application to normal beam, horizontal diffuse and global components // Renewable energy. 2019. Т. 132. С. 871–884. DOI: 10.1016/j.renene.2018.08.044.

УДК 621.671.22
DOI 10.17513/snt.40435

АНАЛИЗ ОТКАЗОВ ТОРЦЕВЫХ УПЛОТНЕНИЙ

Гайдуков А.А.

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград,
e-mail: aleksei.gaidukov@mail.ru

Цель исследования – проведение анализа надежности торцевых уплотнений посредством сравнения эксплуатационных показателей и определение наиболее уязвимых материалов колец пар трения торцевого уплотнения на примере насосов нефтегазовой промышленности. Торцевые уплотнения имеют широкое применение в машиностроительной отрасли и используются в металлообрабатывающем оборудовании, подъемно-транспортных механизмах, двигателестроении, нефтегазовом оборудовании. Статья посвящена исследованию причин выхода из строя торцевых уплотнений, применяемых в машиностроении для герметизации вращающихся элементов агрегатов. Оценивается важность применения торцевых уплотнений и рассматриваются факторы, способствующие преждевременному выходу из строя. Приводятся статистика отказов насосных агрегатов, которая позволяет говорить о необходимости поиска методов повышения их надежности и долговечности. Выполнен сравнительный анализ заявленных характеристик и фактических показателей образцов торцевых уплотнений различных моделей, бывших в эксплуатации, что позволило сделать вывод об их износостойкости. Проведен анализ комбинаций применяемых колец пар трения, который показал, что в условиях эксплуатации агрессивных сред под давлением пара графит + карбид кремния сохраняет свою актуальность, однако требует дополнительной обработки поверхностей. Комбинация пары трения уголь + керамика, карбид кремния является более совершенной конструкцией, позволяющей снизить износ от сил трения, возникающих при эксплуатации. Таким образом, применение карбидокремниевой керамики позволяет увеличить межремонтный интервал агрегата в части необходимости замены торцевого уплотнения из-за износа колец трения.

Ключевые слова: машиностроение, технологическое оборудование, надежность оборудования, герметизация вращающихся узлов машин, торцевые уплотнения, износостойкость

FAILURE ANALYSIS OF MECHANICAL SEALS

Gaydukov A.A.

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

The purpose of this study is to analyze the reliability of mechanical seals by comparing operational performance and identifying the most vulnerable materials for seal face pairs, using pumps in the oil and gas industry as an example. Mechanical seals are widely used in mechanical engineering and can be found in metalworking equipment, lifting and transport mechanisms, engine manufacturing, and oil and gas equipment. This article investigates the causes of mechanical seal failures in machinery designed to seal rotating components of industrial units. The importance of mechanical seals is assessed, and factors contributing to their premature failure are examined. Statistics on pump unit failures are presented, highlighting the need to develop methods for improving their reliability and durability. A comparative analysis of declared characteristics and actual performance data of various mechanical seal models after operation was conducted, allowing conclusions to be drawn about their wear resistance. An analysis of friction pair combinations revealed that under high-pressure and aggressive media conditions, the graphite carbon-ceramic pair remains relevant but requires additional surface treatment. The carbon-ceramic friction pair proves to be a more advanced design, reducing wear caused by frictional forces during operation. Thus, the use of silicon carbide ceramics extends the maintenance interval of equipment by reducing the need for mechanical seal replacement due to wear on the friction rings.

Keywords: mechanical engineering, industrial equipment, equipment reliability, mechanical seals, sealing of rotating machinery components, wear resistance

Введение

В современном машиностроении торцевые уплотнения занимают особое положение как критически важные элементы, обеспечивающие герметичность и надежность вращающихся агрегатов. Однако в ряде ответственных систем именно они становятся основным источником отказов, приводя к существенным эксплуатационным затратам и длительным простоям оборудования. При детальном рассмотрении центробежных и шестеренных насосов, широко применяемых в нефтегазовой, химической

и энергетической отраслях, необходимо подчеркнуть, что торцевые уплотнения в них подвергаются экстремальным нагрузкам, обусловленным комплексом факторов [1, 2]. В частности, в магистральных нефтяных насосах наблюдается ускоренный износ пар трения, что объясняется воздействием абразивных примесей и повышенных температур [3, 4]. Нефтегазовая отрасль является одной из основополагающих в России, поэтому научно-технические вопросы, связанные с ее развитием, требуют инновационных решений в области проектирования

машин и механизмов [5, 6]. Нефтегазовая отрасль строится на работе агрегатов, обеспечивающих добычу и транспортировку нефти. Одним из таких ключевых устройств является магистральный насосный агрегат (МНА), предназначенный для магистрального транспорта нефти. Опираясь на накопленные данные эксплуатации, можно дать объективную оценку качеству и надежности оборудования. Ключевым показателем надежности насосов является их бесперебойная работа, то есть отсутствие отказов, таких как внезапные остановки, неисправность двигателя, дефекты ротора, повреждения торцевых уплотнений и утечки нефти. Основная функция торцевого уплотнения заключается в герметизации внутренней полости агрегата и предотвращении утечки среды. Задача осложняется тем, что необходимо учитывать работу насоса под действием динамических нагрузок и вращающихся масс. К примеру, в насосах нефтегазовой промышленности торцевое уплотнение устанавливается на концах ротора и, следовательно, воспринимает на себя все негативные факторы эксплуатации. Эти кольца изготавливаются из высокопрочных материалов, способных выдерживать постоянное трение, и устанавливаются в паре для обеспечения герметичности в зоне контакта [7]. В настоящее время надежность магистральных насосов продолжает оставаться на недостаточном высоком уровне. Основной причиной отказов магистральных насосных агрегатов выступают дефекты торцевых уплотнений, которые могут быть обусловлены рядом факторов, включая повышенный износ колец пары трения, локальный перегрев уплотнения, технологические погрешности при изготовлении и сборке компонентов торцевого уплотнения, а также отклонения от регламентированных условий эксплуатации [8]. Анализ отказов магистральных насосов позволяет выделить следующие ключевые причины от общего числа отказов: торцевые уплотнения – 30%; подшипниковые узлы – 15,5%; человеческий фактор – 12%; неисправности маслосистемы – 9,3%; повышенная вибрация – 4,3%; дефекты системы утечек и разгрузки – 3,9%; прочие факторы – 24,6%. Несмотря на то, что технология производства таких колец пары трения считается значительным достижением в машиностроении, статистика отказов свидетельствует о серьезной проблеме: около 30% отказов связаны именно с торцевыми уплотнениями [9].

Цель исследования – проведение анализа надежности торцевых уплотнений посредством сравнения эксплуатационных показателей и определение наиболее уязви-

мых материалов колец пары трения торцевого уплотнения на примере насосов нефтегазовой промышленности.

Материалы и методы исследования

Исследование заключалось в проведении эксплуатационного мониторинга (наработка до отказа), постэксплуатационной оценки (разборка, визуальная оценка) и сравнительного анализа материалов и конструкций торцевых уплотнений. В ходе проведенных исследований основными критериями оценки работоспособности торцевых уплотнений служили следующие параметры: фактический срок службы относительно заявленных производителем значений, степень износа контактных поверхностей, качественный и количественный анализ поверхностных дефектов (включая риски, сколы и коррозионные повреждения), а также идентификация факторов, приводящих к преждевременному отказу (абразивный износ, эксплуатационные перегрузки, коррозионные процессы).

Исследования выполнялись на примере следующих моделей:

1. УТ 156x216 – одинарное механическое уплотнение пружинного типа, предназначенное для использования в центробежных насосах.

2. JohnCrane – представляют собой двойные картриджные уплотнения премиум-класса. Их конструкция включает два независимых уплотнительных узла, разделенных барьерной камерой, в которую подается затворная жидкость под давлением. Каждый узел состоит из пары трения (обычно карбид кремния/графит или керамика/углерод), пружинного блока и вторичных уплотнений из фторкаучука или перфторалкана.

3. УТК 120К – конструктивно состоит из графитового подвижного кольца и неподвижного кольца из карбида вольфрама.

4. УТК 124К – отличается использованием пары трения графит-карбид кремния вместо карбида вольфрама, что повышает износостойкость.

5. УТ 124x186-К – пара трения из графита и карбида кремния с лазерной обработкой поверхности для создания микроканалов смазки.

Материалы пары трения: графит + карбид кремния. Указанные торцевые уплотнения устанавливались в магистральные насосные агрегаты одного нефтепровода на разных насосных станциях.

Результаты исследования и их обсуждение

УТ 156x216-К: фактическая наработка до отказа составила 24000 ч при заявлен-

ных производителем 25000 ч, что составляет 96%. На кольцах трения имеются такие дефекты, как вкрапления и риски, суммарно составляющие не более 10% от всей площади контактной поверхности.

JohnCrane: фактическая наработка до отказа составила 25565 ч при заявленных производителем 30000 ч, что составляет 85%. На кольцах трения имеются такие дефекты, как истирание поверхности, что уменьшает толщину кольца.

УТК 120К: фактическая наработка до отказа составила 11950 ч при заявленных производителем 15000 ч, что составляет 80%. На корпусе уплотнения имеются следы коррозии, что говорит о слабой антикоррозионной обработке. Материал трения имеет естественное истирание поверхности с наличием рисков и вкраплений, возможно из-за влияния абразивных частиц. Таким образом имеется нарушение геометрии контактной поверхности.

УТК 124К: фактическая наработка до отказа составила 12100 ч при заявленных производителем 20000 ч, что составляет 60%. Кольца трения имеют естественное истирание поверхности. Фиксируются риски, вкрапления, множественные сколы на 70% поверхности кольца.

УТ 124x186-К: фактическая наработка до отказа составила 8600 ч при заявленных производителем 20000 ч, что составляет 43%. Кольца трения имеют чрезмерное истирание поверхности. Фиксируются вкрапления и сколы на 20% поверхности кольца. Оценивались пары трения, представленные на рис. 1.

На основании проведенного анализа эксплуатационных характеристик различных моделей торцевых уплотнений можно сделать комплексный вывод о соответствии заявленных параметров реальным показателям надежности. Результаты анализа пяти образцов торцевых уплотнений сведены в таблицу.



Рис. 1. Элементы торцевых уплотнений: УТ 156x216-К, JohnCrane, УТК 120К, УТК 124К, УТ 124x186-К
Источник: составлено авторами

Сводные данные опытных образцов торцевых уплотнений

Параметр	Модель торцевого уплотнения				
	УТ 156x216-К	JohnCrane	УТК 120К	УТК 124К	УТ 124x186-К
Тип уплотнения	Одинарное, пружинное	Двойное, картриджное	Одинарное, пружинное	Одинарное, пружинное	Одинарное, пружинное
Рабочее давление, МПа (бар)	До 2,5 (25)	До 4,0 (40)	До 1,6 (16)	До 2,5 (25)	До 2,5 (25)
Материал пар трения	графит + карбид кремния (SiC)	уголь + керамика, карбид кремния (SiC)	графит + карбид вольфрама (WC)	графит + карбид кремния (SiC)	графит + карбид кремния (SiC)
Срок службы, ч	25000	30000	15000	20000	20000
Фактическая наработка до отказа, ч	20555	25565	11950	12100	8600
Фактическая наработка относительно паспортных данных	82 %	85 %	80 %	60 %	43 %

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

Наилучшие результаты демонстрирует модель JohnCrane, которая при самых жестких условиях эксплуатации (давление до 4,0 МПа, температурный диапазон -50...+250 °С и скорость вращения 25 м/с) сохраняет 85% от заявленного ресурса, что свидетельствует о высокой эффективности ее двойной картриджной конструкции и оптимально подобранной комбинации материалов (уголь + керамика / карбид кремния). Модель УТ 156x216-К, несмотря на более простую одинарную пружинную конструкцию, показывает сопоставимый уровень надежности (82% от паспортного срока), что подтверждает удачность выбора пары трения графит + карбид кремния для работы в стандартных условиях. Низкие результаты демонстрируют модели

УТК 124К и УТ 124x186-К, чья фактическая наработка составляет лишь 60 и 43% соответственно от заявленных значений, что может быть обусловлено как недостаточной оптимизацией конструкции для заявленных параметров, так и возможным отклонением реальных условий эксплуатации от расчетных. Особого внимания заслуживает тот факт, что все модели с парой трения графит + карбид кремния, за исключением JohnCrane, не достигают заявленного ресурса, тогда как модель УТК 120К с парой графит + карбид вольфрама демонстрирует относительно стабильные 80% от паспортного срока, но при этом имеет достаточно ограниченный заявленный срок эксплуатации по сравнению с другими моделями.

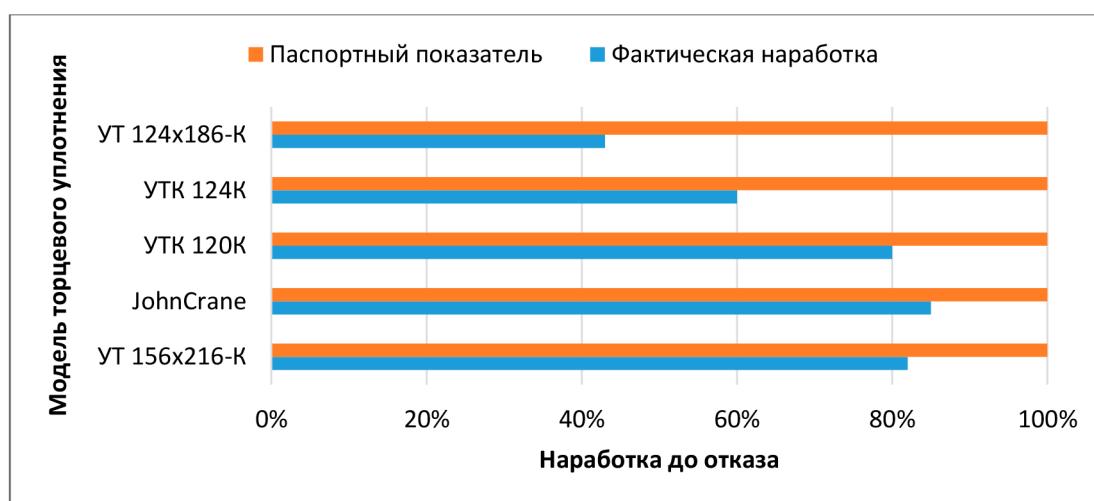


Рис. 2. Сравнение показателей фактической наработки с паспортными значениями образцов торцевых уплотнений в процентном выражении

Источник: составлено авторами по результатам данного исследования

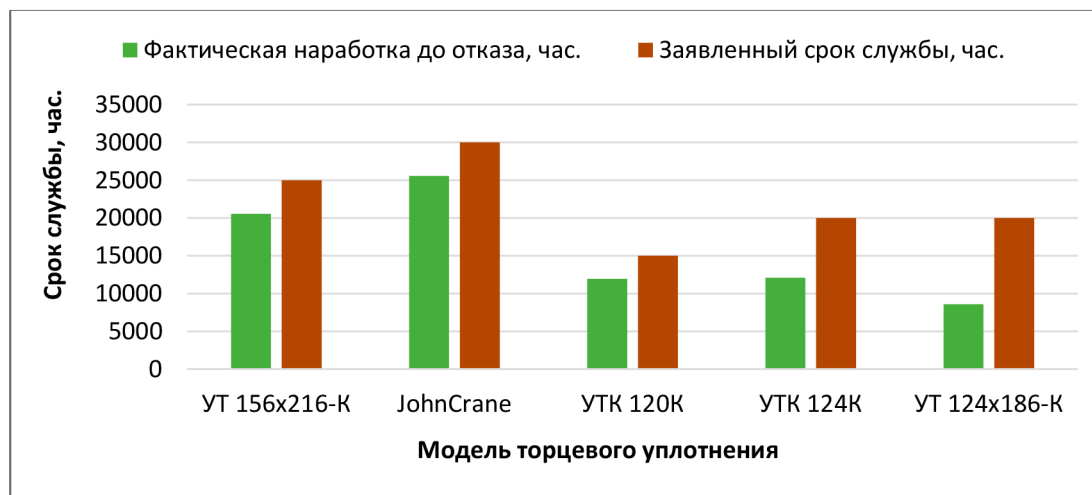


Рис. 3. Сравнение паспортного и фактического сроков службы торцевых уплотнений по наработке (часы)

Источник: составлено авторами по результатам данного исследования

Комплексный анализ эксплуатационных характеристик торцевых уплотнений различных моделей выявил существенный разрыв между паспортными и фактическими показателями наработки (рис. 2, 3). Повышение долговечности уплотнительных систем возможно лишь при системном подходе, учитывающем как конструкционные особенности, так и условия эксплуатации оборудования. Строгое соблюдение регламентированных значений давления, температуры и скорости вращения позволяет существенно продлить ресурс уплотнений. Наиболее перспективным направлением представляется использование усовершенствованных пар трения [10, 11]. Для тяжелых условий эксплуатации оптимальной является комбинация карбида кремния с углеродными материалами [12, 13]. В стандартных условиях сохраняет актуальность пара графит + карбид кремния, однако требует дополнительной обработки поверхностей [14, 15]. Использование карбида вольфрама в ряде случаев показывает меньшую эффективность. Переход на двойные картриджные уплотнения позволяет добиться более равномерного распределения нагрузок и улучшить герметичность системы. Существенное значение имеет качество монтажа и технического обслуживания. Точность центровки и соблюдение допусков при установке напрямую влияют на долговечность уплотнений. Внедрение лазерных методов центровки и регулярный мониторинг технического состояния позволяют минимизировать вибрации – один из основных факторов преждевременного выхода из строя. Особого внимания заслу-

живает вопрос анализа причин отказов. Проведение микроскопических исследований изношенных поверхностей и механических испытаний позволяет точно определить механизмы износа и разработать мероприятия по их устранению. Для моделей с наиболее низкими показателями наработки (УТК 124К, УТ 124x186-K) такой анализ представляется особенно актуальным. Торцевые уплотнения остаются наиболее уязвимыми узлами магистрального насосного агрегата, что требует дальнейшего совершенствования их конструкции.

Выводы

1. Выявлен существенный разрыв между паспортными данными производителей и фактической наработкой уплотнений (от 43 до 96%).

2. Подтверждена эффективность двойных картриджных уплотнений (JohnCrane – 85% ресурса в тяжелых условиях).

3. Кольца трения из карбидокремниевой керамики являются перспективным материалом. Дальнейшие исследования в этом направлении могли бы быть сосредоточены на разработке нового композитного материала на основе карбидокремниевой керамики.

Данное исследование имеет высокую практическую и научную значимость для инженерной практики, для машиностроительной промышленности, разработки новых материалов и экономической эффективности оборудования. Работа имеет прикладное значение для машиностроительной промышленности, способствуя повышению надежности и экономической эффективности оборудования.

Список литературы

1. Душко О.В., Пушкарев Д.О. Износостойкие керамические торцовые уплотнения для нефтехимической промышленности // Процессы абразивной обработки, абразивные инструменты и материалы: сборник статей Международной научно-технической конференции (Волгоград – Волжский, 01–31 января 2004 г.) / Под общ. ред. В.М. Шумячера. Волгоград–Волжский: Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2004. С. 61–63. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22640305> (дата обращения: 28.05.2025). EDN: TBLJTP.
2. Душко О.В. Повышение износостойкости деталей объемных гидроагрегатов путем применения керамических материалов // Наука и образование: архитектура, градостроительство и строительство: материалы Международной конференции, посвященной 60-летию образования вуза: в 2 ч. (Волгоград, 18–19 сентября 2012 г.). / Редколлегия: С.Ю. Калашников, А.Н. Богомолов, П.П. Олейников, Л.Ю. Главатских, Н.В. Мензелинцева, О.В. Максимчук, С.Л. Туманов, А.В. Жиделёв. Ч. I. Волгоград: Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2012. С. 100–107. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vgasu.ru/attachments/sb-mk-noags-1.pdf> (дата обращения: 28.05.2025). EDN: RUFADJ.
3. Ахметзянов Л.М., Гарипов И.Н. Увеличение межремонтного периода динамических насосов для перекачки нефтепродуктов // Экспозиция Нефть Газ. 2018. № 7 (67). С. 56–58. EDN: YNRFBR. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_36424541_25815865.pdf (дата обращения: 28.05.2025).
4. Кравченко И.Н., Петров С.В. Современные материалы для уплотнительных пар насосного оборудования // Нефтяное хозяйство. 2017. № 5. С. 112–115. DOI: 10.24887/0028-2448-2017-5-112-115.
5. Рыжов В.В. Триботехнические характеристики керамических материалов на основе карбида кремния // Трение и износ. 2016. Т. 37. № 2. С. 178–185. DOI: 10.3103/S1068366616020114.
6. Душко О.В., Уманский А.П., Пушкарев Д.О. Композиционные износостойкие материалы на основе карбида кремния // Огнеупоры и техническая керамика. 2005. С. 22–24. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26274110> (дата обращения: 28.05.2025).
7. Карманов А.В., Росляков Д.А. Оценка эксплуатационных показателей надежности магистральных насосов магистральных нефтепродуктопроводов // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2015. № 12. С. 41–45. EDN: OSVSFN.
8. Варнаков Д.В., Неваев А.С., Сотников С.П. Анализ отказов и повышение надежности нефтепродуктопровода // Modern Science. 2021. № 1–2. С. 440–444. EDN: XLBUPN.
9. Катков Д.С., Наумова О.В., Спиридонова Е.В. Повышение надежности трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов увеличением ресурса трибосопряжений насосного оборудования // Вестник Евразийской науки. 2020. № 2. URL: <https://esj.today/PDF/04SAVN220.pdf> (дата обращения: 28.05.2025).
10. Кузин В.В., Фёдоров С.Ю., Григорьев С.Н. Технологическое обеспечение качества кромок колец пары трения из карбида кремния для торцевых уплотнений насосов // Новые огнеупоры. 2017. № 11. С. 65–69. DOI: 10.17073/1683-4518-2017-11-65-69.
11. Душко О.В., Перфилов В.А., Ярошик В.В., Землянушнов Д.Ю. Определение свойств изделий из высокотвердой керамики для нефтегазовой промышленности // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2016. № 6. С. 28–32. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_26135715_59145638.pdf (дата обращения: 28.05.2025). EDN: VZYDAB.
12. Душко О.В., Перфилов В.А., Буров А.М., Ярошик В.В. Повышение износостойкости деталей нефтегазового оборудования, изготовленных из композиционных материалов на основе SiC-AL₂O₃ и SiC-AL₂O₃-ALN // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2017. № 1. С. 30–32. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_27648663_66643807.pdf (дата обращения: 28.05.2025). EDN: XHAXXD.
13. Кузин В.В., Григорьев С.Н., Фёдоров С.Ю. Взаимосвязь структуры Al₂O₃-керамики с механизмом формирования поверхностного слоя заготовок при алмазном шлифовании // Новые огнеупоры. 2019. № 1. С. 65–68. DOI: 10.17073/1683-4518-2019-1-65-68.
14. Кузин В.В., Портной Н.Р., Фёдоров С.Ю., Мороз В.И. Влияние воздушно-абразивной обработки на эксплуатационные характеристики изделий из оксидно-карбидной керамики // Новые огнеупоры. 2015. № 1 (9). С. 62–67. DOI: 10.17073/1683-4518-2015-9-62-67.
15. Бесиса Д., Эвайс Э., Ахмед Я., Элхосини Ф., Фенд Т., Кузнецов Д.В. Влияние атмосферы спекания на производство композитов из SiC/ALN-КЕРАМИКИ // Новые огнеупоры. 2017. № 9. С. 54–59. DOI: 10.17073/1683-4518-2017-9-54-59.

УДК 51-77

DOI 10.17513/snt.40436

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДДЕРЖКИ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

¹Зайцева И.В., ²Долгополова А.Ф., ³Малафеев О.А., ³Легкова И.А., ⁴Теммеева С.А.¹ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», Санкт-Петербург, e-mail: irina.zaitseva.stv@yandex.ru;²ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», Ставрополь;³ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург;⁴ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», Нальчик

В работе рассматривалась детерминированная теоретико-игровая модель демографического процесса с конечным горизонтом. Целью работы являлась разработка детерминированной математической многошаговой модели с конечным числом шагов исследования демографического процесса. Для достижения цели работы были решены следующие задачи: сформулирована математическая формализация процесса, конкретно составлена детерминированная математическая модель, в которой были задействованы два участника, один из которых – регулирующий орган, принимающий законодательные решения в зависимости от складывающихся внешних и внутренних условий, влияющих на течение демографического процесса, целью которого являлась максимизация функции, зависящей от численности населения, вторым участником явились внутренние и внешние условия среды, персонализирующие складывающиеся демографические условия, цель которых противоположна целям регулирующего органа; разработано и найдено оптимальное решение для многошаговой антагонистической игры; проанализированы полученные результаты и сделаны выводы. Проводимое исследование являлось примером изучения демографических процессов математическими методами. Полученная модель позволила провести исследование воздействий, проявляющихся в процессе работы, и определить оптимальное чередование различных программ поддержки населения и многолетних программ в зависимости от ожидаемого характера условий среды каждого года планируемого цикла.

Ключевые слова: антагонистическая игра, игра с конечным горизонтом, модель демографического процесса, детерминированная теоретико-игровая модель

MATHEMATICAL MODELING OF THE STUDY OF DEMOGRAPHIC PROCESS SUPPORT

¹Zaitseva I.V., ²Dolgoplova A.F., ³Malafeyev O.A., ³Legkova I.A., ⁴Temmeeva S.A.¹Russian State Hydrometeorological University, Stavropol, e-mail: irina.zaitseva.stv@yandex.ru;²Stavropol State Agrarian University, Stavropol;³St. Petersburg State University, St. Petersburg;⁴Kabardino-Balkarian State Agrarian University, Nalchik

The paper discusses a deterministic game-theoretic model of the demographic process with a finite horizon. The aim of the work is to develop a deterministic mathematical multistep model with a finite number of steps for studying the demographic process. To achieve the goal of the work, it is necessary to solve the following tasks: to formulate a mathematical formalization of the process, and specifically, to draw up a deterministic mathematical model in which two participants will be involved, one of which is a regulatory body that makes legislative decisions depending on the emerging external and internal conditions affecting the course of the demographic process, the purpose of which is to maximize the function depending on the size of the population, the second the participant will be internal and external environmental conditions that personify the emerging demographic conditions, the purpose of which is opposite to the goals of the regulatory body; to develop and find the optimal solution for a multi-step antagonistic game; to analyze the results obtained. The study is an example of the study of demographic processes using mathematical methods. The obtained model makes it possible to study the impacts manifested in the process of work and to determine the optimal alternation of various programs to support the population and multi-year programs depending on the expected nature of the environmental conditions of each year of the planned cycle.

Keywords: antagonistic game, finite horizon game, demographic process model, deterministic game-theoretic model

Введение

Практически все страны переживали такое явление, как демографический кризис, в разные периоды своей истории, и Российская Федерация, конечно же, не исключение. Последний кризис рождаемости

в России происходил в 1991-2008 годах. Подобные явления специалисты связывают с демографическим переходом, то есть переход от традиционного общества (для которого характерна высокая рождаемость и высокая смертность) к индустриально-

му, а затем к постиндустриальному (для которых характерна низкая рождаемость и низкая смертность). На демографическую ситуацию влияют и уровень образованности населения, и качество жизни, и социально-экономическая ситуация. Для регулирования рождаемости в России вводятся демографические программы поддержки населения. Влияние этих программ на рождаемость может быть разнообразным и зависит от разных факторов, которые можно исследовать с помощью математического моделирования.

Целью исследования являлась разработка детерминированной теоретико-игровой многошаговой модели с конечным числом шагов исследования демографического процесса.

Материалы и методы исследования

Детерминированная теоретико-игровая многошаговая модель с конечным числом шагов строилась на основе методов и алгоритмов теории игр. В работе рассмотрены две поочередные многошаговые антагонистические игры, в которых участники процесса (игроки) на каждом шаге совершают свои выборы решений поочередно. В модели задействованы два участника, один из которых – регулирующий орган, он принимает решения в зависимости от складывающихся внешних и внутренних условий, влияющих на течение демографического процесса, с целью максимизация функции, зависящей от численности населения, вторым участником являются условия среды, цель которых противоположна целям регулирующего органа. Для исследования использовались статистические данные за 2021 год в России.

Результаты исследования и их обсуждение

Постановка задачи

Предполагаем, что руководящему органу требуется определить оптимальное чередование различных программ поддержки населения и многолетних программ в зависимости от ожидаемого характера условий среды каждого года планируемого цикла. Неопределенность долгосрочных прогнозов внешних условий обуславливает целесообразность теоретико-игрового подхода, если принять за агентов I и II, преследующих прямо противоположные цели, соответственно руководящий орган и условия среды. Тогда для конечного множества альтернатив, имеющихся в распоряжении руководящего органа, и конечного множества прогнозов условий среды на каждый год цикла можно построить позиционные игры,

а затем найти оптимальную последовательность чередования [1; 2].

Допустим, что в первый год цикла планируется ввести программу поддержки населения № 1 на один год или многолетнюю программу А и что, согласно долгосрочному прогнозу, ожидается четыре варианта условий состояния среды, включающей в себя экономическое, политическое и социальное состояние среды ($\Pi_1^1, \Pi_2^1, \Pi_3^1, \Pi_4^1$). Если ввести программу № 1 и состояние среды первого года будут Π_1^1 , то программа № 1 успеет положительно подействовать и на следующий год вводим программы № 2 и № 3. При этом программы № 1 и № 2 дают прирост населения для условий Π_1^2 состояния среды второго года, равный t_1 , а для условий Π_2^2 – равный t_2 . Программы № 1 и № 3 дают прирост, равный t_3 и t_4 соответственно для условий Π_1^1 и Π_2^2 . Если же на первом году ввести программу поддержки № 1, а состояние среды окажется Π_2^1, Π_3^1 или Π_4^1 , то на второй год новые программы нельзя вводить, что обеспечивает прирост, равный соответственно t_5, t_6 и t_7 . Многолетняя программа А сменяется программой № 4 или № 5, если подтверждается прогноз условий среды Π_1^1 или Π_2^1 , и программой № 6 или № 7, если подтверждается прогноз условий Π_3^1 или Π_4^1 . При этом программа № 4 (№ 5) в условиях Π_1^1 первого года дает прирост t_8 или t_9 (t_{10} или t_{11}) в зависимости от условий Π_1^2 или Π_2^2 второго года, а в условиях Π_2^1 первого года дает прирост t_{12} (t_{13}) независимо от условий второго года. Программы № 6 и № 7 в условиях Π_3^1 первого года, независимо от условий второго года, дают соответственно прирост t_{14} и t_{15} , а в условиях Π_4^1 первого года – соответственно прирост t_{16} и t_{17} .

Решение поставленной задачи

Рассмотрим решение задачи, считая, что игрок II не имеет информации о выбранных альтернативах агентом I на каждом ходе. Очевидно, что первый ход делает агент I, находясь в информационном множестве $U_I^1 = \{q_1\}$ и имея две альтернативы (1-я программа № 1, 2-я – многолетняя программа А). Второй ход принадлежит агенту II, который находится в информационном множестве $U_{II}^1 = \{q_2, q_3\}$, и имеется четыре альтернативы (альтернатива k соответствует условиям среды первого года Π_k^1). Третий ход делает агент I, выбирая одну из двух альтернатив: в информационном множестве $U_I^2 = \{q_4\}$ альтернатива 1 – программа № 2 и альтернатива 2 – программа № 3;

в информационном множестве $U_I^3 = \{q_5, q_6\}$ альтернатива 1 – программа № 4 и альтернатива 2 – программа № 5; в информационном множестве $U_I^4 = \{q_7, q_8\}$ альтернатива 1 – программа № 6 и альтернатива 2 – программа № 7. Четвертый ход делает агент II, находясь в информационном множестве $U_{II}^2 = \{q_9, q_{10}, q_{11}, q_{12}\}$ и выбирая одну из двух альтернатив (альтернатива 1 – условия среды второго года Π_1^2 , альтернатива 2 – условия среды второго года Π_2^2). Стратегии агента

I можно записать как следующую систему $\|i_1\|i_2\|$, где i_1 – альтернатива, выбираемая на первом ходе ($i_1 = 1, 2$), а i_2 – альтернатива, выбираемая на третьем ходе ($i_2 = 1, 2$). Стратегии агента II можно записать как следующую систему $\|j_1\|j_2\|$, где j_1 – альтернатива, выбираемая на втором ходе ($j_1 = 1, 2, 3, 4$), а j_2 – альтернатива, выбираемая на четвертом ходе ($j_2 = 1, 2$) [3-4]. В результате функция выигрыша агента I будет представлена таблицей 1.

Таблица 1

Функция выигрыша игрока I

	Стратегия игрока II							
	$\ 1\ 1\ $	$\ 1\ 2\ $	$\ 2\ 1\ $	$\ 2\ 2\ $	$\ 3\ 1\ $	$\ 3\ 2\ $	$\ 4\ 1\ $	$\ 4\ 2\ $
$\ 1\ 1\ $	t_1	t_2	t_5	t_5	t_6	t_6	t_7	t_7
$\ 1\ 2\ $	t_3	t_4	t_5	t_5	t_6	t_6	t_7	t_7
$\ 2\ 1\ $	t_8	t_9	t_{12}	t_{12}	t_{14}	t_{14}	t_{16}	t_{16}
$\ 2\ 2\ $	t_{10}	t_{11}	t_{13}	t_{13}	t_{15}	t_{15}	t_{17}	t_{17}

Пусть t_k принимает такие значения, что функцией выигрыша агента I будет матрица

$$H = \begin{pmatrix} 27.3 & 28 & 49 & 49 & 50 & 50 & 24.2 & 24.2 \\ 27.3 & 29 & 49 & 49 & 50 & 50 & 24.2 & 24.2 \\ 51.7 & 57.7 & 51.7 & 51.7 & 29 & 29 & 49 & 49 \\ 44.7 & 50 & 49 & 49 & 44.7 & 44.7 & 57.7 & 57.7 \end{pmatrix}.$$

Лемма. Пусть $\Gamma = \langle x, y, H \rangle$ – конечная антагонистическая игра, $\Gamma' = \langle x|x_0, y, H \rangle$ – подыгра игры Γ , а x_0 – чистая стратегия игрока I в игре Γ , доминируемая некоторой стратегией X_0 , спектр которой не содержит x_0 . Тогда всякое решение (X^*, Y^*, v) игры Γ'

является решением игры Γ [5, с. 20]. Следовательно, всякое решение игры Γ_1 является решением игры Γ .

Представим игру Γ_1 (руководящий орган выбирает 1-ю альтернативу на 1-м ходе) матрицей

$$H^1 = \begin{pmatrix} 27.3 & 28 & 49 & 49 & 50 & 50 & 24.2 & 24.2 \\ 27.3 & 29 & 49 & 49 & 50 & 50 & 24.2 & 24.2 \end{pmatrix}.$$

Из анализа матрицы H_1 понятно, что при подтверждении прогноза условий среды Π_1^1 в первый год и Π_1^2 на второй год, либо Π_4^1 в первый год прирост рождаемости будет составлять $27.3 \cdot 10^4$ человек, либо $24.2 \cdot 10^4$, что составит максимальный прирост. Если же условия среды будут Π_1^1 и Π_2^2 , соответственно в первый и во вто-

рой год, то прирост рождаемости составит $29 \cdot 10^4$ человек. При условиях Π_2^1 и Π_3^1 прирост $49 \cdot 10^4$ новорожденных и $50 \cdot 10^4$ новорожденных соответственно. Далее рассмотрим ситуацию выбора 2-й альтернативы на первом ходе. По лемме решение игры Γ_2 может быть решением игры Γ . Представим игру Γ_2 матрицей

$$H^2 = \begin{pmatrix} 51.7 & 57.7 & 51.7 & 51.7 & 29 & 29 & 49 & 49 \\ 44.7 & 50 & 49 & 49 & 44.7 & 44.7 & 57.7 & 57.7 \end{pmatrix}.$$

Сопоставляя матрицу H_2 , получаем следующие результаты. При условиях Π_1^1 и Π_1^2 , соответственно в первый и во второй год, либо при Π_2^1 ожидается прирост рождаемости, равный $51.7 \cdot 10^4$ человек. Если подтверждается условие Π_1^1 в первый год и Π_2^2 во второй год, либо Π_4^1 , то прирост рождаемости составит $57.7 \cdot 10^4$ человек. При условиях Π_3^1 прирост равен $44.7 \cdot 10^4$ новорожденных, что составит максимальный прирост.

Таким образом, агент I выбирает альтернативу 1 на первом ходе и альтернативу 2 на третьем ходе, либо альтернативу 2 на первом ходе и альтернативу 1 на третьем ходе, если на втором ходе будет выбрана альтернатива 1 или 2, и альтернатива 2, если на втором ходе будет выбрана альтернатива 3 или 4. В содержательной терминологии задачи необходимо ввести программу поддержки населения № 1 в первый год и программу № 3 во второй год либо ввести многолетнюю программу А в первый год и программу № 4 во второй год, если подтвердится прогноз Π_1^1 или Π_2^1 , и программу № 7 – во второй год, если подтвердится прогноз Π_3^1 или Π_4^1 .

Вероятные выигрыши в условиях переменной удельной стоимости

Рассмотрим наиболее вероятные выигрыши из первой части задачи в условиях переменной удельной стоимости, выделяемой на поддержку одной семьи [6-8]. Пусть руководящий орган имеет в своем распоряжении L женщин, находящихся в репродуктивном возрасте, и может ввести m программ поддержки населения. Обозначив через y_i прирост рождаемости после введения программы типа i , через ξ_i – долю населения, на которую направлена i -я программа, а через p_i – удельную стоимость, необходимую для поддержки семьи после рождения ребенка, можно выразить общую стоимость формулой

$$M = \sum_{i=1}^m y_i \xi_i L p_i. \quad (1)$$

Удельная стоимость является функцией от количества новорожденных, родители которых воспользовались i -й программой поддержки населения демографии, то есть

$$p_i = f_i(g_i), \quad (2)$$

где g_i – общее количество новорожденных после ввода в действие программы i -го типа.

Можно считать, что

$$g_i = \bar{y}_i \eta_i T, \quad (3)$$

где $\bar{y}_i$ – средний прирост рождаемости после программы i -го типа, T – общая численность женского населения, находящегося в репродуктивном возрасте, а η_i – доля численности населения, на которое направлена программа типа I [9]. Подставляя формулы (2) и (3) в (1),

$$M = \sum_{i=1}^m y_i \xi_i L f_i(\bar{y}_i \eta_i T). \quad (4)$$

Обозначив через агента I – руководящий орган, а через агента II – условия среды, приходим к антагонистической игре, в которой стратегиями агента I будут векторы

$$x = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_m), \quad \xi_i \geq 0, \quad \sum_{i=1}^m \xi_i = 1;$$

стратегиями агента II – векторы

$$y = (\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_m), \quad \eta_i \geq 0, \quad \sum_{i=1}^m \eta_i = 1;$$

функция выигрыша задается формулой (4). Очевидно, что чем в большей мере население воспользуется одной из программ, тем меньше удельная стоимость затрат на каждую семью. Следовательно, каждая из функций f_i монотонно убывает [9]. Будем считать, что это убывание происходит с показательной скоростью, то есть каждая из функций f_i имеет вид $f_i = \alpha_i g_i^{-\epsilon_i}$; для которой коэффициенты α_i и показатели ϵ_i вычисляются статистическими методами [10, с. 146].

После подстановки выражения для f_i в формулу (4) получим

$$M = \sum_{i=1}^m y_i \xi_i L \alpha_i (\bar{y}_i \eta_i T)^{-\epsilon_i},$$

$$\text{или } M = \sum_{i=1}^m k_i \xi_i L \eta_i^{-\epsilon_i}, \quad (5)$$

где $k_i = y_i \alpha_i / (\bar{y}_i T)^{\epsilon_i}$. В этом случае функция выигрыша (5) является линейной по стратегии агента I и выпуклой относительно стратегии агента II [9]. Следовательно, на основании теорем 1 и 2, каждый из игроков имеет оптимальные чистые стратегии [5, с. 34].

Теорема 1. Если x и y – сепарабельные компакты, множество x выпукло, а функция H непрерывна на $x \times y$ и вогнута по x при каждом значении y , то в игре $\Gamma = \langle x, y, H \rangle$ первый игрок имеет оптимальную чистую стратегию.

Таблица 2

Оптимальные стратегии

Вид стратегии	№ 1 и № 3	А и № 4
Показатели	1	2
$y_i = \bar{y}_i$ (10 тыс.)	27,3	51,7
ε_i	1,85	2,63
α_i	$(1,52 \cdot 10^9)^{1,85} = 9,69 \cdot 10^{16}$	$(3,56 \cdot 10^9)^{2,63} = 2,05 \cdot 10^{25}$
k_i	3,030	4,000
Вид стратегии	А и № 7	№ 1
Показатели	3	4
$y_i = \bar{y}_i$ (10 тыс.)	44,7	24,2
ε_i	5,00	0,515
α_i	$(1,20 \cdot 10^9)^5 = 2,49 \cdot 10^{45}$	$(1,47 \cdot 10^9)^{0,515} = 5,27 \cdot 10^4$
k_i	0,003	13,750

Примечание: составлено авторами на основе источников: Демографический прогноз населения до 2035 [Электронный ресурс] / Росстат. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (дата обращения: 02.05.2025); Численность постоянного населения на 1 января [Электронный ресурс] / Росстат. URL: <https://showdata.gks.ru/report/278928/> (дата обращения: 06.05.2025).

Теорема 2. Если x и y – сепарабельные компакты, множество u выпукло, а функция H непрерывна на $x \times u$ и выпукла по u при каждом значении x , то в игре $\Gamma = \langle x, y, H \rangle$ второй игрок имеет чистую оптимальную стратегию.

Найдем оптимальные стратегии агента I (руководящий орган) и агента II (внешних и внутренних условий), используя данные из первой части работы по ведению таких стратегий, как $\|1\|1\|$, $\|1\|2\|$, $\|2\|1\|$ и $\|2\|2\|$

со стороны руководящего органа и стратегии $\|1\|1\|$, $\|2\|1\|$, $\|3\|1\|$ и $\|4\|1\|$ со стороны внешних условий [11]. Иными словами, будем исследовать оптимальность введения программ № 1 и № 3, только № 1, многолетнюю программу А и № 4 или многолетнюю программу А и № 7. Таким образом, $T = 7\,500\,000$, а остальные данные приведем в таблице 2.

После подстановки величин T , y_i , $\bar{y}_i$, ε_i , α_i в формулу (5) получим [12]

$$M = 3,030\xi_1 L\eta_1^{-1,85} + 4,000\xi_2 L\eta_2^{-2,63} + 0,030\xi_3 L\eta_3^{-5,00} + 13,750\xi_4 L\eta_4^{-0,515}.$$

Тогда

$$\begin{aligned} v &= \min_y \max_x \left[3,030\xi_1 L\eta_1^{-1,85} + 4,000\xi_2 L\eta_2^{-2,63} + 0,030\xi_3 L\eta_3^{-5,00} + 13,750\xi_4 L\eta_4^{-0,515} \right] = \\ &= \min_y \max_x \left[3,030L\eta_1^{-1,85}; 4,000L\eta_2^{-2,63}; 0,030L\eta_3^{-5,00}; 13,750L\eta_4^{-0,515} \right], \end{aligned}$$

а минимум правой части последнего равенства достигается при соотношении

$$3,030\eta_1^{-1,85} = 4,000\eta_2^{-2,63} = 0,030\eta_3^{-5,00} = 13,750\eta_4^{-0,515}.$$

Отсюда получим систему уравнений [13]

$$3,030\eta_1^{-1,85} = 4,000\eta_2^{-2,63}, \quad 0,003\eta_3^{-5,00} = 13,750\eta_4^{-0,515},$$

$$3,030\eta_1^{-1,85} = 13,750\eta_4^{-0,515}, \quad \eta_1 + \eta_2 + \eta_3 + \eta_4 = 1,$$

решением которой является вектор $y^* = (0,262; 0,432; 0,153; 0,153)$, а $v = 36,1 \cdot 10^4$ – прирост рождаемости с одной программы [14].

Для вычисления оптимальных стратегий агента I найдем частные производные функции

$$M = \sum_{i=1}^4 y_i \xi_i L \alpha_i (\bar{y}_i \eta_i T)^{-\varepsilon_i} \text{ по аргументам } \eta_i (i = 1, 2, 3) \text{ [15].}$$

Учитывая, что $\eta_4 = 1 - \eta_1 - \eta_2 - \eta_3$ и $y_i = \bar{y}_i$, а затем приравнявая их к нулю, получим

$$\begin{aligned} \left. \frac{\partial M}{\partial \eta_1} \right|_{(x,y)} &= -\varepsilon_1 \eta_1^{-1-\varepsilon_1} y_1 \xi_1 \alpha_1 T^{-\varepsilon_1} + \varepsilon_4 y_4^{-1-\varepsilon_4} \xi_4 \alpha_4 T \eta_4^{-\varepsilon_4} = 0, \\ \left. \frac{\partial M}{\partial \eta_2} \right|_{(x,y)} &= -\varepsilon_2 \eta_2^{-1-\varepsilon_2} y_2^{1-\varepsilon_2} \xi_2 \alpha_2 T^{-\varepsilon_2} + \varepsilon_4 y_4^{-1-\varepsilon_4} \xi_4 \alpha_4 T^{-\varepsilon_4} \eta_4^{-1-\varepsilon_4} = 0, \\ \left. \frac{\partial M}{\partial \eta_3} \right|_{(x,y)} &= -\varepsilon_3 \eta_3^{-1-\varepsilon_3} y_3^{1-\varepsilon_3} \xi_3 \alpha_3 T^{-\varepsilon_3} + \varepsilon_4 y_4^{-1-\varepsilon_4} \xi_4 \alpha_4 T^{-\varepsilon_4} \eta_4^{-1-\varepsilon_4} = 0, \\ \xi_1 + \xi_2 + \xi_3 + \xi_4 &= 1, \end{aligned}$$

решением будет вектор $x^* = (0,246; 0,184; 0,053; 0,517)$.

Таким образом, оптимальная стратегия руководящего органа состоит в выделении под i -ю программу долю ξ_i населения численности L , а значение игры (ожидаемый доход в наименее благоприятном случае) – прирост с одной программы $v = 36,1 \cdot 10^4$ новорожденных. При этом наименее благоприятный случай возникает тогда, когда реализуются условия среды согласно y^* , что возникает вследствие монотонного убывания каждой из функций f_i .

Заключение

В результате были рассмотрены две задачи:

1) при выборе на первом ходе 1-й альтернативы прирост составит $24,2 \cdot 10^4$ новорожденных, а 2-й – $44,7 \cdot 10^4$ новорожденных;

2) под i -ю программу выделить долю ξ_i населения численности L , а значение игры (ожидаемый доход в наименее благоприятном случае) равно $v = 36,1 \cdot 10^4$ новорожденных. Востребованность программы влечет за собой уменьшение удельной стоимости затрат на каждую семью в рамках данной программы.

Список литературы

1. Gintciak A., Burlutskaya Zh., Zubkova D., Uspenskiy M. The application of ontology-based game theory for decision support in sociotechnical systems // Sustainable development and engineering economics. 2024. № 3 (13). P. 65-73. DOI: 10.48554/SDEE.2024.3.5.
2. Smirnov I., Malafeyev O., Kuperin Yu., Zaitseva I., Leshcheva M., Uryadova T. Investigation of multi-agent interaction processes in socio-demographic systems. Proceedings II International Scientific Conference on Advances in Science, Engineering and Digital Education (ASEDU-II-2021). Conference Proceedings. Krasnoyarsk. 2022. P. 20027. DOI: 10.1063/5.0104217.
3. Zhou J., Petrosian O.L., Gao H. Dynamic decision-making under uncertainty: bayesian learning in environmental game theory // Vestnik of Saint Petersburg University. Applied Mathematics. Computer Science. Control Processes. 2024. T. 20. № 2. P. 289-297. DOI: 10.21638/spbu10.2024.213.

4. Петросян Л.А., Панкратова Я.Б. Кооперативные сетевые игры с изменяющейся сетевой структурой. Труды института математики и механики УрО РАН. 2025. Т. 31. № 2. DOI: 10.21538/0134-4889-2025-31-2-195-204.

5. Зайцева И.В., Малафеев О.А. Теория игр. СПб.: РГТМУ. 2021. 174 с. ISBN: 978-5-86813-525-5.

6. Мотовилов М.А., Карачанская Е.В. Использование методов теории игр в теории управления // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. 2020. Т. 2. С. 428-431. EDN: WXLVGD.

7. Айматова Ф.Х., Отакулов Э.Ш. Применение теории игр для решения некоторых задач в экономике // Проблемы современной науки и образования. 2021. № 12 (169). С. 5-9. EDN: DGRELS.

8. Сопочкина А.С., Сухарева С.К. Теория игр в микроэкономике // Научный аспект. 2023. Т. 11. № 12. С. 1324-1331. EDN: VSBTRO.

9. Гордеева И.В., Севодин М.А. Об игровом подходе к решению задачи отбора сельскохозяйственных культур // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=9417> (дата обращения: 15.05.2025).

10. Колданов А.П., Колданов П.А. Теория вероятностей и математическая статистика М.: ИД Высшей школы экономики. 2023. 245. ISBN: 978-5-7598-2544-9.

11. Moldabayev D., Kartbayev A. Development of an algorithm for the application of game theory in social networks // Universum: технические науки. 2024. № 6-6 (123). P. 18-21. EDN: MHNRI.

12. Юрлов Ф.Ф., Яшин С.Н., Плеханова А.Ф., Маркианов М.Ю. Проблемы и возможности применения теории антагонистических игр при анализе экономических систем различного назначения // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2022. Т. 13. № 2. С. 223-234. DOI: 10.18287/2542-0461-2022-13-2-223-234.

13. Kolokoltsov V.N. Quantum mean-field games with the observations of counting type. Games. 2021. T. 12. № 1. P. 1-14. DOI: 10.3390/g12010007.

14. Zaitseva I.V., Malafeyev O.A., Zakharov V.V., Smirnova T.E., Novozhilova L.M. Mathematical model of network flow control // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. 873 (1). № 012036. DOI: 10.1088/1757-899X/873/1/012036.

15. Дмитрикова А.П. Приложение теории кооперативных игр к анализу отношений государственно-частного партнёрства // Записки Горного института. 2011. Т. 193. С. 307-309. EDN: RPXGGR.

УДК 004.032.26
DOI 10.17513/snt.40437

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАСЧЕТА ВЯЗКОСТИ ХИМИЧЕСКОЙ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ДЕКОМПОЗИЦИИ ЗАДАЧИ

¹Лаптева Т.В., ¹Лаптев С.А., ²Бронская В.В.

¹ФБГОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Казань;

²ФБГОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
Казань, e-mail: dweronika@mail.ru

Представленная разработка способствует внедрению цифровых технологий в описание процессов нефтехимических предприятий, отвечает потребностям промышленности в быстрых и точных расчетах, сокращает зависимость от дорогостоящих экспериментов и зарубежного программного обеспечения, что делает его актуальным как для науки, так и для реального сектора экономики. Целью исследования является способ расчета вязкости широкой фракции углеводородов с использованием нейронных сетей для повышения точности и эффективности прогнозирования по сравнению с традиционными методами и реализация в виде специализированного программного комплекса. Для оптимизации процесса обучения и ускорения вычислений исходная задача была разделена на несколько более простых подзадач с уменьшенной размерностью параметров, предложенная декомпозиция значительно сократила объем вычислений, что способствует снижению параметричности построенного многослойного полносвязного персептрона и понижению проблематичности процедуры обучения моделей. Для автоматизации сбора информации для обучения многослойного полносвязного персептрона был разработан вспомогательный программный комплекс, формирующий требуемые наборы данных в Unisim. Все построенные нейронные сети обучались на выборках, которые разбивались на обучающее, валидационное и тестовое подмножества по 70, 15 и 15 % от исходного набора соответственно. Потери при обучении не превысили 10^{-6} при отсутствии переобучения. Работоспособность полученного многослойного полносвязного персептрона дополнительно проверили на производственных данных, не использовавшихся при обучении. Реализация метода осуществлена в виде оригинального специализированного программного комплекса, в котором используется согласованная работа нескольких обученных нейронных сетей для точного расчета вязкости углеводородных смесей. Разработанный программный комплекс доказал свою эффективность и надежность, представляя собой мощный инструмент для расчета вязкости широкой фракции углеводородов при моделировании процессов нефтехимии.

Ключевые слова: математическое моделирование, машинное обучение, нефтехимия, нейронные сети

DEVELOPMENT OF A SET OF NEURAL NETWORKS FOR CALCULATION OF CHEMICAL MIXTURE VISCOSITY ON THE BASIS OF PROBLEM DECOMPOSITION

¹Lapteva T.V., ¹Laptev S.A., ²Bronskaya V.V.

¹Kazan State Power Engineering University, Kazan;

²Kazan National Research Technological University, Kazan,
e-mail: dweronika@mail.ru

The presented development promotes the introduction of digital technologies in the description of processes of petrochemical enterprises, meets the needs of industry for fast and accurate calculations, reduces dependence on expensive experiments and foreign software, which makes it relevant for both science and the real sector of the economy. The aim of the study is a method for calculating the viscosity of a wide fraction of hydrocarbons using neural networks to improve the accuracy and efficiency of forecasting compared to traditional methods and implementation in the form of a specialized software package. To optimize the learning process and speed up calculations, the original problem was divided into several simpler subtasks with reduced parameter dimensionality, the proposed decomposition significantly reduced the amount of calculations, which helps to reduce the parametricity of the constructed multilayer fully connected perceptron and reduce the problematic nature of the model training procedure. To automate the collection of information for training samples, an auxiliary software package was developed that generates the required data sets in Unisim. All constructed neural networks were trained on samples that were divided into training, validation and test subsets of 70%, 15% and 15% of the original set, respectively. Losses during training did not exceed 10^{-6} in the absence of overtraining. The performance of the resulting multilayer fully connected perceptron was additionally tested on production data that were not used in training. The method was implemented in the form of an original specialized software package that uses the coordinated operation of several trained neural networks to accurately calculate the viscosity of hydrocarbon mixtures. The developed software package has proven its efficiency and reliability, representing a powerful tool for calculating the viscosity of a wide fraction of hydrocarbons in the modeling of petrochemical processes.

Keywords: mathematical modeling, machine learning, petrochemicals, neural networks

Введение

Химико-технологические процессы представляют собой сложные иерархические системы, где каждый уровень требует описания через набор нелинейных уравнений разной степени сложности. В результате их объединения формируется общая система, включающая трансцендентные зависимости и алгебраические уравнения. Даже с использованием современных вычислительных методов решение таких систем остается крайне затратным по времени и вычислительным ресурсам. Это существенно ограничивает их применение в системах автоматизированного управления технологическими процессами (АСУ ТП), где ключевым требованием является высокая скорость обработки данных. Значительный вклад во время получения решения вносят вычисления характеристик смесей – доли газовой фазы, вязкости, рассчитываемых на нижних уровнях.

Моделирование химико-технологических систем и процессов (ХПС) математическими методами составляет методологическую основу для технологических расчетов при проектировании, диагностике рабочих параметров эксплуатируемых химических производств и оптимизации их управленческих алгоритмов [1, с. 1–17]. Современные математические модели аппаратов ХПС представляют собой систему нелинейных уравнений, включающую блоки описания материального баланса, массообмена, теплового баланса и парогазового равновесия [2].

Уравнения взаимосвязаны между собой параметрами, характеризующими в том числе транспортные свойства химической смеси внутри аппарата. К их числу относятся доля газовой фазы химической смеси, вязкость, плотность и др., для расчета которых также используются нелинейные зависимости [1, с. 35–44]. Время получения решения при сохранении его точности становится определяющим при решении множества задач моделирования ХПС. Расчет транспортных свойств химических смесей, в том числе вязкости, находясь на нижнем уровне модели ХПС, определяет качество и скорость получения общего результата.

Машинное обучение сегодня предлагает эффективные инструменты для быстрого прогнозирования. Многообразие алгоритмов позволяет обрабатывать сложные данные любой структуры, не требуя при этом точного математического описания лежащих в основе процессов, в отличие от классических методов моделирования.

Проведенный обзор научной литературы по машинному обучению позволил систематизировать основные подходы к обучению моделей [3]: обучение без учителя (unsupervised learning) [4], обучение с учителем (supervised learning) [5], обучение с подкреплением, ансамблевые методы, полуконтролируемое обучение [6], многозадачное обучение [7], гибридные подходы [8]. Неконтролируемое обучение (unsupervised learning) [4] характеризуется отсутствием предварительных сведений о категориальной принадлежности объектов в обучающей выборке. В данном подходе алгоритмы автоматически выделяют кластеры объектов, основываясь на метриках сходства, которые определяются через расстояние между векторами признаков в многомерном пространстве. Особый интерес представляют модели, способные выявлять дополнительные свойства кластеров, такие как алгоритм DBSCAN [3]. Этот метод кластеризации по плотности группирует близко расположенные точки данных (имеющие множество соседей в заданном радиусе), одновременно идентифицируя аномалии в разреженных областях признакового пространства. В отличие от предыдущего подхода, контролируемое обучение (supervised learning) требует наличия размеченного датасета, где каждый экземпляр снабжен соответствующей классовой меткой. Данная парадигма особенно востребована при обучении искусственных нейронных сетей, хотя следует отметить, что нейросетевые архитектуры могут обучаться и по другим схемам [5].

Выделяются два подхода к построению и обучению ММО – это гибридное обучение и ансамблевое обучение [8]. Современные исследования подтверждают, что оба подхода к обучению основаны на комбинации различных модельных архитектур. В случае ансамблевых методов возможно использование однотипных алгоритмов, что наглядно демонстрирует алгоритм «случайный лес» [9]. Однако данное условие не является строго обязательным. В отличие от этого, гибридные подходы принципиально требуют сочетания разнородных моделей, включая в некоторых случаях интеграцию алгоритмов машинного обучения с физически обоснованными моделями [8].

Современный инструментарий машинного обучения включает множество разнородных подходов, основанных на различных принципах обучения. Тем не менее применительно к прогнозированию транспортных характеристик полидисперсных углеводородных систем эффективность большинства методов машинного обучения оказывается ограниченной как по числу

учитываемых веществ, так и с учетом только одной фазы, например [10].

В современных программных средствах компьютерного моделирования ХПС часто используются интеллектуальные средства. Авторы обзоров [11, 12] показали, что количество исследований в области химии, использующих средства ИИ, увеличилось с нескольких тысяч в 2010 г. до более 60000 в 2021 г. Согласно исследованию J.B. Zachary [13], наибольший интерес в публикациях, посвященных применению искусственного интеллекта в химии, вызывают нейронные сети, теория функционала плотности и метод «случайного леса».

В современных программах моделирования ХПС для расчета вязкости используются различные модели, выбор которых зависит от состава смеси, состояния смеси. Для расчета вязкости можно использовать одну из моделей:

$$\mu = \frac{(\mu\xi)^0 + \varpi_m(\mu\xi)^1}{\xi}, \quad (1)$$

$$\xi = \frac{T_{cm}^{1/6}}{m_w^{0.5} P_{cm}^{2/3}}, \quad (2)$$

$$(\mu\xi)^0 = 0.015174 - 0.02135T_{cm} + 0.0075T_{cm}^2,$$

$$(\mu\xi)^1 = 0.042552 - 0.07674T_{cm} + 0.0340T_{cm}^2,$$

где T_{cm} , P_{cm} – критические температура и давление, m_w – молекулярный вес, ϖ_m – фактор ацентричности, $\omega_m = \sum_j y_j \omega_j$, y_j – мольная

доля вещества в смеси.

Значения критических температуры и давления смеси рассчитываются по степенным зависимостям с дробным показателем степени, например, для модели Соаве – Редлиха – Квонга

$$T_{cm} = \left\{ \frac{\sum_j y_j (T_{cj}^{5/2} / P_{cj})^{0.5}}{\sum_j y_j (T_{cj} / P_{cj})} \right\}^{2/3},$$

$$P_{cm} = \frac{T_{cm}}{\sum_j y_j (T_{cj} / P_{cj})}. \quad (3)$$

Расчет сложных аппаратов в ХПС проводится итерационно, и на каждой итерации рассчитываются значения транспортных свойств, в том числе и вязкости. Заметим, что модели расчета вязкости смеси рассчитывались на основе мольной доли вещества в смеси, также расчет проводился для обеих фаз смеси. Для получения информации

о долях чистых веществ в жидкой и газовой фазах необходимо рассчитывать долю паровой фазы на основе модели расчета парожидкостного равновесия. Здесь различные математические модели – модели Соаве – Редлиха – Квонга, Пенга – Робинсона, модель неслучайных двух жидкостей (NRTL), универсальная квазихимическая модель (UNIQUAC) [1]. Модели расчета значения доли газовой фазы представляют собой совокупность нелинейных уравнений. В итоге для расчета значения вязкости необходимо решить систему нелинейных уравнений, включающих степенные зависимости с дробными показателями степеней и логарифмы [1]. Полученная задача является весьма затратной вычислительно. Очевидно, использование средств быстрого и достаточно точного расчета значения вязкости снизит временные затраты на расчет всего ХПС.

Проведенный анализ научных работ выявил эффективность применения многослойных полносвязных персептронов (МПП) для прогнозирования вязкости и фракционного состава. Следует отметить, что при определенных термобарических условиях и составе смеси может наблюдаться полная гомогенизация системы в газообразном или жидком состоянии, что делает излишним расчет реологических параметров для отсутствующей фазы.

Разработка и внедрение высокоточного метода расчета вязкости широких фракций углеводородов, основанного на применении искусственных нейронных сетей. Данный метод призван преодолеть ограничения существующих эмпирических корреляций и групповых методов расчета, обеспечивая существенное повышение точности прогнозирования и эффективности процесса за счет автоматизированной обработки данных. Конечным результатом работы станет реализация метода в виде специализированного, удобного и надежного программного комплекса, предназначенного для использования в научно-исследовательской и инженерной практике нефтегазовой и нефтехимической отраслей.

Целью исследования является способ расчета вязкости широкой фракции углеводородов с использованием нейронных сетей для повышения точности и эффективности прогнозирования по сравнению с традиционными методами и реализация в виде специализированного программного комплекса.

Материалы и методы исследования

Расчеты и анализ данных проводились с использованием специализированного про-

граммного обеспечения. Для разработки алгоритмов и визуализации данных применялся пакет MATLAB. Инженерное проектирование, симуляция технологических процессов выполнялись в среде UNISIM.

В ходе исследования была осуществлена декомпозиция исходной задачи на две последовательные стадии. Первоначально разработан классификационный алгоритм для определения фазового состояния системы, где каждому образцу присваивался один из трех возможных классов: 1 – газовая фаза, 2 – жидкая фаза, 3 – смешанная фаза.

Второй этап – определение вязкостных свойств смеси, где методика расчета дифференцировалась в зависимости от установленного класса фазового состояния системы. Таким образом была построена МПП для реализации первой стадии, MLF_S1, которая будет определять класс принадлежности примера.

Для реализации второй стадии этапа построены три МПП расчета вязкости смеси из каждого класса, MLF_V для первого класса, MLF_L для второго и MLF_M для третьего класса. Предложенная декомпозиция значительно сократила объем вычислений, что способствует снижению параметричности МПП и понижению проблематичности процедуры обучения моделей.

Для обучения МПП выбраны признаки, необходимые для обеспечения полноты представления объектов, а затем построен обучающий набор данных. Реологические характеристики газовых систем демонстрируют выраженную зависимость от давления, тогда как вязкость жидкой фазы пре-

имущественно определяется температурными параметрами.

Таким образом, корректное моделирование реологического поведения требует учета ключевых термодинамических переменных: давления как доминантного фактора для газовой фазы и температуры как основного параметра для жидкой фазы. Объектом исследования служит десятикомпонентная система, включающая следующие соединения: азот, диоксид углерода, сероводород, метан, этан, пропан, изобутан, н-бутан, изопентан и н-пентан. В сочетании с термодинамическими параметрами (давление и температура) это формирует 12-мерное пространство признаков.

Процесс обучения требует формирования четырех независимых обучающих выборок: первая предназначена для тренировки классификатора фазовых состояний, тогда как три остальных используются для построения специализированных регрессионных моделей прогнозирования вязкости, соответствующих каждому из возможных фазовых состояний системы.

Доступные экспериментальные данные о многокомпонентных смесях характеризуются ограниченным объемом выборки и неоднородностью признакового пространства. В связи с этим для генерации данных была использована среда Unisim, где реализована компьютерная модель вспомогательного химико-технологического процесса, позволяющая рассчитывать фазовый состав (долю паровой фазы) и реологические характеристики (вязкость) системы при вариации параметров состава, давления и температуры (рис. 1).

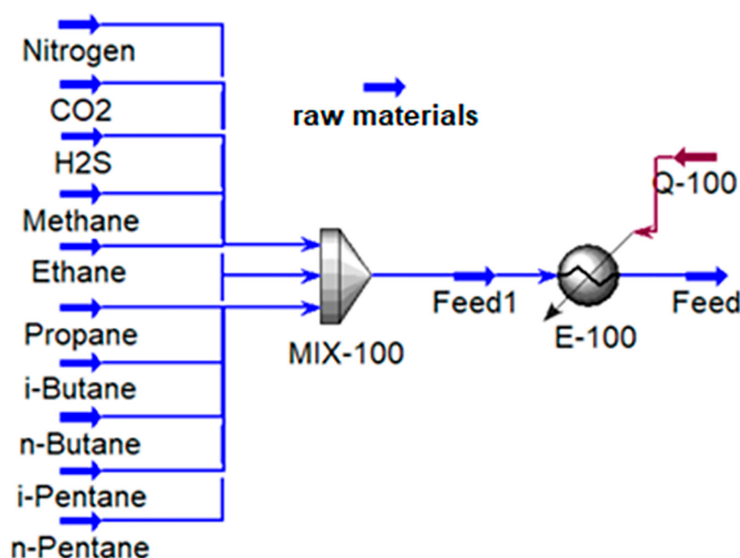


Рис. 1. Вспомогательный вычислительный блок Unisim
Источник: составлено авторами

Результаты исследования и их обсуждение

С целью автоматизации процесса формирования данных был создан специализированный программный комплекс DATABANK (рис. 2), генерирующий четыре необходимых набора данных. Архитектура системы включает модуль PLANT, выполняющий следующие функции: передачу состава смеси в поток raw materials, передачу термодинамических параметров (Т, Р) в теплообменник E-100, получение расчетных значений от Unisim: доля газовой фазы, вязкость смеси.

Интеграция модуля PLANT с Unisim осуществляется посредством технологии Component Object Model (COM) [14, 15]. Модуль DATA выполняет итеративную генерацию параметров (Т, Р, состав), передает их в PLANT, получает результаты моделирования и формирует соответствующие наборы данных. Все компоненты системы разработаны на языке MatLab с использованием встроенной поддержки COM-технологии для обмена данными.

Для задачи первой стадии построена МПП классификации MLF_S1, в качестве функции потерь выбрана кроссэнтропия, минимизация осуществлялась методом Левенберга – Марквардта. МПП MLF_S1 имеет один скрытый слой, выходной слой содержит 3 нейрона по числу классов, входной слой – 12 нейронов по числу признаков. Оптимизация гиперпараметров (числа нейронов в скрытом слое, выбор функции активации) проводилась по сетке. После тщательного тестирования различных архитектур наилучшие результаты показала нейросетевая модель со следующими параметрами: скрытый слой из 25 нейронов с функцией активации tanh; продолжитель-

ность обучения составила 110 эпох (обусловлено масштабом обучающей выборки, превышающей 800 тыс. образцов).

Анализ графических данных (рис. 3), в том числе матрицы классификации и распределения ошибок, позволяет сделать следующие выводы: количество ошибочных прогнозов крайне незначительно; алгоритм демонстрирует устойчивую сходимость в процессе обучения; модель обладает выраженной способностью к различению классов.

Ключевые преимущества выбранной конфигурации:

1. Оптимальное соотношение сложности модели и вычислительных затрат.

2. Устойчивость к переобучению благодаря регуляризирующему эффекту «tanh-активаций».

3. Репрезентативность оценки качества на крупном датасете.

Для задач аналогичной размерности рекомендуется рассматривать данную архитектуру в качестве основного решения.

На втором этапе для решения поставленных задач разработали три МПП. В частности, для класса 1 построили модель MLF_V с одним скрытым слоем (53 нейрона), дополненную каскадом, подающим входные сигналы не только на скрытый, но и на выходной слой (рис. 4).

Для смеси в жидком состоянии лучшее качество аппроксимации с $R = 0,977$ показала МПП MLF_L со скрытым слоем из 53 нейронов. Сеть удалось обучить после нормализации входных данных. Для класса смешанной фазы необходимо предсказывать два параметра – вязкость в газовой и в жидкой фазах. Здесь лучшие результаты с $R = 0,985$ показала МПП MLF_M с каскадом, с 40 нейронами в скрытом слое при нормализации входных данных.

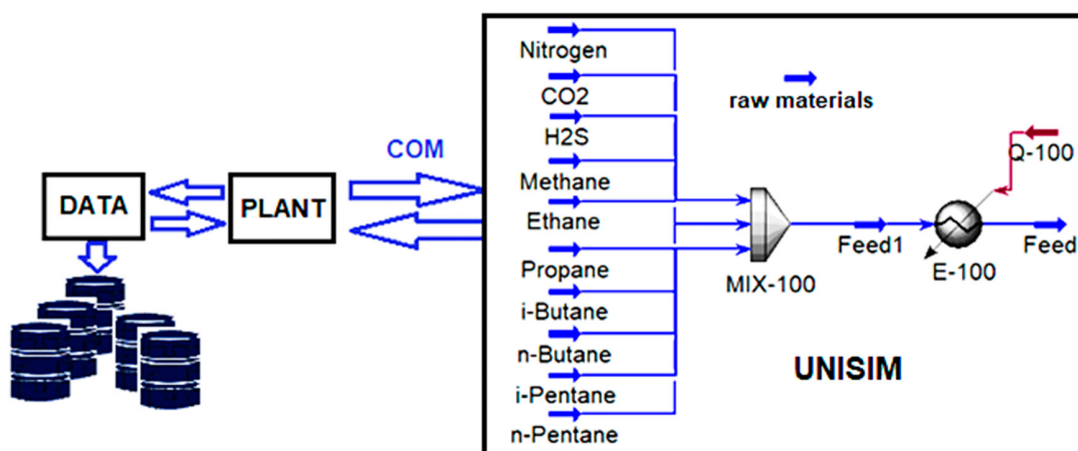
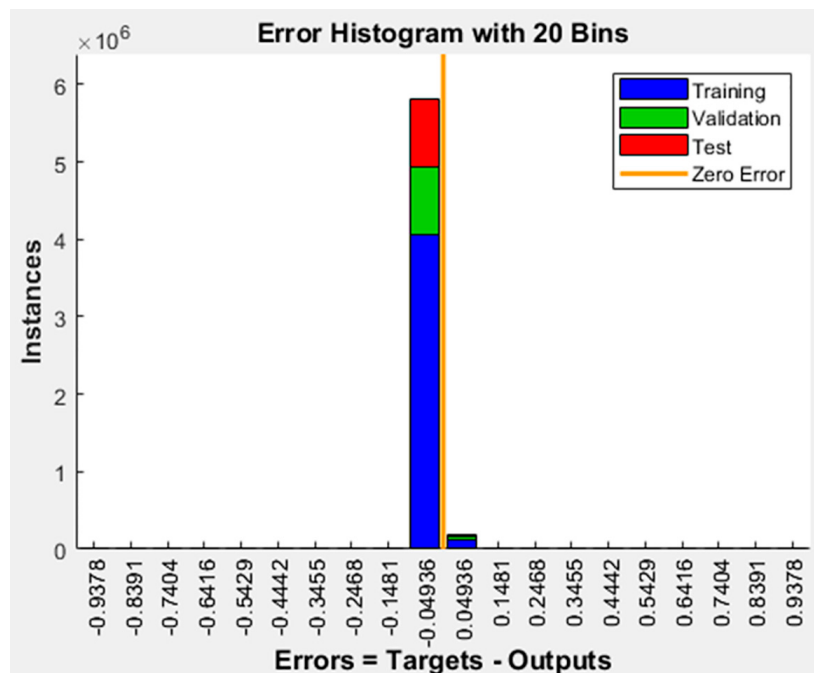


Рис. 2. Структура программного комплекса DATABANK
Источник: составлено авторами



All Confusion Matrix

	1	2	3	
1	342501 17.1%	0 0.0%	1 0.0%	100.0% 0.0%
2	0 0.0%	1331031 66.6%	84 0.0%	100.0% 0.0%
3	0 0.0%	109 0.0%	325890 16.3%	100.0% 0.0%
	100.0% 0.0%	100.0% 0.0%	100.0% 0.0%	100.0% 0.0%
	1	2	3	
	Target Class			

Рис. 3. Матрица ошибок и распределение ошибок классификатора
Источник: составлено авторами

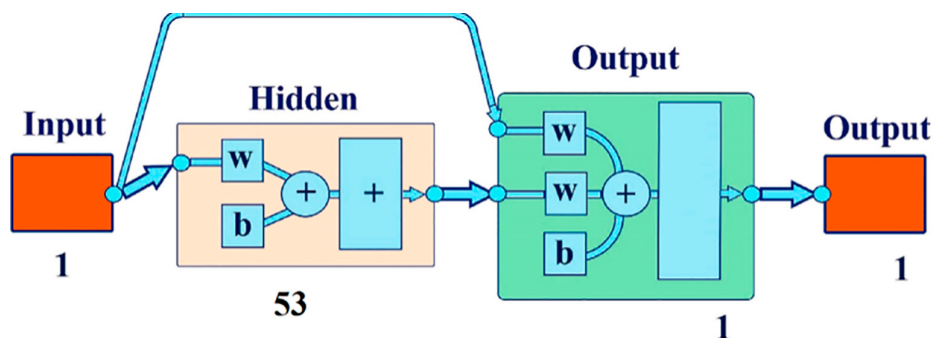


Рис. 4. Структура МПП MLF_V
Источник: составлено авторами

Все построенные нейронные сети обучались на датасетах, которые разбивались на обучающее, валидационное и тестовое подмножества по 70, 15 и 15 % от исходного набора соответственно. Потери при обучении не превысили 10^{-6} при отсутствии переобучения. Для уточнения качества работы построенных МПП были проанализированы результаты работы на промышленном примере, не попавшем ни в один датасет. Отклонения составили не более 0,01 %, что объясняется подготовкой датасетов, обеспечивших репрезентативность данных.

Заключение

Для прогнозирования вязкостных характеристик полидисперсных углеводородных систем был создан специализированный программный комплекс ВЯЗКОСТЬ, разработанный в среде MatLab. Система обеспечивает: интерактивный ввод параметров исследуемой смеси, расчет и вывод значений вязкости, интеграцию обученных нейросетевых моделей.

Предложенная декомпозиция задачи расчета вязкости многокомпонентной смеси позволила использовать несколько небольших нейронных сетей разной архитектуры вместо одной нейросети большой параметричности. Разработанный программный комплекс доказал свою эффективность и надежность, представляя собой мощный инструмент для расчета вязкости широкой фракции углеводородов при моделировании процессов нефтехимии.

Список литературы

1. Boyadjiev Ch. Modeling and simulation in chemical engineering. Project Reports on Process Simulation, Springer Cham. 2022. 199 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-87660-9> (дата обращения: 22.04.2025). ISBN: 978-3-030-87660-9.
2. Мануйко Г.В., Аминова Г.А., Дьяконов Г.С., Ахметов И.Г., Бронская В.В. Кинетическая неоднородность неодимовой каталитической системы, модифицированной метилалюмоксаном // Теоретические основы химической технологии. 2015. Т. 49. № 3. С. 261–266. DOI: 10.7868/S0040357115030082.
3. Jafar Alzubi, Anand Nayyar, Akshi Kumar. Machine Learning from Theory to Algorithms: An Overview // J. Physics: Conference Series. 2018. Vol. 1142. P. 012012. DOI: 10.1088/1742-6596/1142/1/012012.
4. Samreen N., Aqib A., Sania A., Muhammad M.A., An unsupervised machine learning algorithms: Comprehensive Review // International Journal of Computing and Digital System. 2023. Vol. 13, Is. 1. P. 911–921. DOI: 10.12785/ijcds/130172.
5. A. Tiwari Chapter 2 – Supervised learning: From theory to applications // Editor(s): Rajiv Pandey, Sunil Kumar Khatri, Neeraj Kumar Singh, Parul Verma // Artificial Intelligence and Machine Learning for EDGE Computing, Academic Press. 2022. P. 23–32. DOI: 10.1016/B978-0-12-824054-0.00026-5.
6. Van Engelen J.E., Hoos H.H. A survey on semi-supervised learning // Mach Learn. 2020. Vol. 109. P. 373–440. DOI: 10.1007/s10994-019-05855-6 (дата обращения: 22.04.2025).
7. Yu Zhang, Qiang Yang, An overview of multi-task learning // National Science Review. 2018. Vol. 5. P. 30–43. DOI: 10.1093/nsr/nwx105 (дата обращения: 22.04.2025).
8. Mohammed A., Kora R. A comprehensive review on ensemble deep learning: Opportunities and challenges // J. King Saud University – Computer and Information Sciences. 2023. Vol. 35, Is. 2. P. 757–774. DOI: 10.1016/j.jksuci.2023.01.014.
9. Vergni L., Todisco F. A random forest machine learning approach for the identification and quantification of erosive events // Water. 2023. Vol. 15, Is. 12. P. 2225. DOI: 10.3390/w15122225.
10. Chaparro G., Müller E.A. Simulation and data-driven Modeling of the transport properties of the mic fluid // J. Phys. Chem. B. 2024. Vol. 128, Is. 2. P. 551–566. DOI: 10.1021/acs.jpcc.3c06813.
11. Artrith N., Butler K.T., Coudert F.X. et al. Best practices in machine learning for chemistry // Nature Chemistry. 2021. Vol. 13. P. 505–508. DOI: 10.1038/s41557-021-00716-z.
12. Mafat I.H., Surya D.V., Sharma S.K., Rao C.S. Exploring machine learning applications in chemical production through valorization of biomass, plastics, and petroleum resources: A comprehensive review // Journal analytical and applied pyrolysis. 2024. Vol. 180. P. 106512. DOI: 10.1016/j.jaap.2024.106512.
13. Zachary J.B., Xiang Y., Philippe Y.A., Yanan Z., Steven P.W., Zhou Q. Artificial Intelligence in Chemistry: Current Trends and Future Directions // Journal Chemical Information and Modeling. 2021. Vol. 61, Is. 7. P. 3197–3212. URL: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jcim.1c00619> (дата обращения: 22.04.2025).
14. Nanvakenari S., Ghasemi M., Movagharnjad K. Viscosity prediction of hydrocarbon binary mixture using an artificial neural network-group contribution method // Journal Chemical Product and Process Modeling. 2022. Vol. 17, Is. 3. P. 199–211. DOI: 10.1515/cppm-2020-0084.
15. Ssebadduka R., Le N.N.H., Nguele R., Alade O., Sugai Y. Artificial neural network model prediction of bitumen/light oil mixture viscosity under reservoir temperature and pressure conditions as a superior alternative to empirical models // Energies. 2021 Vol. 14, Is. 24 P. 8520. URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/24/8520> (дата обращения: 22.04.2025).

УДК 004.27

DOI 10.17513/snt.40438

МЕТОД БЫСТРОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАКА ЧИСЛА В СИСТЕМЕ ОСТАТОЧНЫХ КЛАССОВ

Ляхов П.А.

ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь,

e-mail: ljahov@mail.ru

Задача на определение знака числа является одной из проблемных в системе остаточных классов. Эта операция играет фундаментальную роль, поскольку лежит в основе других сложных для реализации операций, таких как сравнение чисел и деление. Традиционные алгоритмы основываются на вычислениях с определенными, специально подобранными наборами модулей, что делает такие алгоритмы эффективными только для ограниченного круга задач. Цель данной работы состоит в разработке нового алгоритма определения знака числа в системе остаточных классов. Новизна представленного алгоритма заключается в использовании дробных значений в модифицированной версии Китайской теоремы об остатках, что в свою очередь обеспечивает универсальность алгоритма и его применимость в системах остаточных классов любого типа. Разработанный подход позволяет эффективно определять знак числа в системе остаточных классов, не накладывая ограничений на выбор конкретного набора модулей. Программное моделирование показало увеличение быстродействия работы разработанного алгоритма в сравнении с известным методом на основе быстрого преобразования в обобщенной позиционной системе счисления. Полученные результаты могут эффективно использоваться в различных системах цифровой обработки сигналов и задачах машинного обучения.

Ключевые слова: система остаточных классов, немодульные операции, определение знака числа, набор модулей, дробные величины, динамический диапазон

METHOD OF RAPID DETERMINATION OF THE SIGN OF A NUMBER IN THE RESIDUE NUMBER SYSTEM

Lyakhov P.A.

North Caucasian Federal University, Stavropol, e-mail: ljahov@mail.ru

The problem of determining the sign of a number is one of the problematic ones in the system of residual classes. This operation plays a fundamental role, since it underlies other operations that are difficult to implement, such as number comparison and division. Traditional algorithms are based on calculations with certain, specially selected sets of modules, which makes such algorithms effective only for a limited range of problems. The purpose of this work is to develop a new algorithm for determining the sign of a number in the system of residual classes. The novelty of the presented algorithm lies in the use of fractional values in a modified version of the Chinese remainder theorem, which in turn ensures the universality of the algorithm and its applicability to systems of residual classes of any type. The developed approach allows one to effectively determine the sign of a number in the system of residual classes without imposing restrictions on the choice of a specific set of modules. Software modeling showed an increase in the performance of the developed algorithm in comparison with the known method based on fast transformation in the generalized positional number system. The obtained results can be effectively used in various digital signal processing systems and machine learning problems.

Keywords: residue number system, non-modular operations, determining the sign of a number, set of modules, fractional values, dynamic range

Введение

Система остаточных классов (СОК) является альтернативой двоичной системе счисления и представляет собой перспективный способ ускорения арифметических вычислений. Благодаря возможности параллельной обработки чисел с небольшой разрядностью СОК существенно уменьшает время выполнения операций сложения, вычитания и умножения [1]. Эти преимущества делают СОК особенно привлекательной для задач, в которых преобладают модульные арифметические вычисления [2]. Широкое применение данный подход находит в цифровой обработке сигналов [3; 4]. Так, на основе вычислений в СОК решается ряд задач по цифровой фильтрации видеосигна-

лов [5] и интеллектуальному анализу визуальных данных [6; 7], разработке отказоустойчивых модульных нейрокомпьютеров [8]. СОК применяют в том числе для различных задач в области криптографии [9; 10]. Облачные технологии [11] и беспроводные сенсорные сети [12] – это области, которые требуют наличия высокопроизводительных и надежных решений на основе СОК. В настоящее время активно разрабатываются подобные решения для спутниковой связи [13; 14], вычислений на основе ДНК [15] и во многих других направлениях.

Тем не менее СОК имеет и определенные недостатки. Ключевая трудность заключается в реализации немодульных операций, таких как определение знака

числа [16], сравнение чисел [17], обнаружение переполнения, деление, извлечение корня и некоторые другие. Поскольку эти операции не относятся к модульным, поиск эффективных методов их выполнения остаётся актуальной задачей. В последние годы было опубликовано множество работ, направленных на совершенствование алгоритмов выполнения таких операций в СОК для конкретных наборов модулей, например вида $2^n \pm 1$, $2n \pm 1$ и т. д. [18; 19]. Современное развитие теории СОК отличается множеством узкоспециализированных исследований, сосредоточенных на отдельных наборах модулей, которые зачастую не пересекаются между собой. Это приводит к тому, что модульный набор, эффективный для одной задачи, может оказаться совершенно неприменимым для другой, что подробно представлено в работе авторов Karlun D. и др. [20]. Такое положение дел значительно усложняет практическое использование СОК из-за разнообразия и несогласованности существующих решений, а также отсутствия универсальных и эффективных подходов. Исследователями Younes и Steffan была предпринята попытка обобщить существующие подходы к выполнению операций сложения и умножения в различных реализациях СОК [21].

Одной из основных проблемных операций в СОК является определение знака числа. Эта операция играет фундаментальную роль, поскольку служит основой других сложных в СОК операций, таких как сравнение чисел и деление. В настоящее время разработаны эффективные алгоритмы определения знака, однако они применимы лишь к СОК с определёнными, специально подобранными наборами модулей. Авторами Xu, Bian, Yao предложен алгоритм определения знака для СОК вида $\{2^{n+1}-1, 2^n-1, 2^n\}$, однако скорость проведения операции представляется недостаточной [22]. Tomczak разработал новый алгоритм определения знака в СОК вида $\{2^n-1, 2^n, 2^{n+1}\}$, требующий больших аппаратных затрат [23]. Mohan и Phalguna также оценивают данный набор модулей для двух методов получения чисел со смешанным основанием счисления, что доказывает необходимость высоких аппаратных затрат [24]. Setiaarif и Siy предложили алгоритм определения знака, требующий построения модулей СОК по заданным условиям [25]. Kumar и Chang разработали новый подход к решению задачи сравнения чисел в СОК для специализированного набора из пяти оснований $\{2^n-1, 2^n, 2^n+1, 2^{n+1}-1, 2^{n-1}-1\}$, что позволяет повысить энергоэффективность, однако скорость вычислений недо-

статочна [26]. Особенность подхода заключается в том, что знаки операндов при сравнении, а также их разность определяются после масштабирования на коэффициент $(2^{2n}-1)(2^{n-1}-1)$, что позволяет уменьшить размер сумматоров по модулю с $5n$ бит до n и $n+1$ бит. Однако все известные работы по данной проблеме имеют общий недостаток, заключающийся в ограниченности применения на практике. Для устранения этой проблемы необходимо разработать новые методы и алгоритмы определения знака числа в СОК, пригодные для произвольных конфигураций модулей, что обосновывает выбор цели исследования.

Целью исследования является разработка нового алгоритма определения знака числа в СОК на основе Китайской теоремы об остатках с вычислениями над дробными величинами.

Материалы и методы исследования

В данном исследовании применен новый подход к определению знака числа в СОК на основе преобразования метода вычислений по Китайской теореме об остатках над кольцом целых чисел к вычислениям над дробными числами. Такой подход привел к увеличению разрядности обрабатываемых чисел, однако позволил избежать вычислительно сложной операции деления чисел. С использованием классических математических методов была доказана теорема, подтверждающая корректность выполнения операции определения знака числа в СОК на основе предложенного алгоритма. Для оценки эффективности алгоритма была проведена его программная реализация на языке Python с моделированием в различных СОК, имеющих динамические диапазоны от 256 до 2048 бит включительно. Кроме того, было выполнено сравнение предложенной разработки с известным алгоритмом на основе обобщенной позиционной системы счисления.

Результаты исследования и их обсуждение

СОК задаётся множеством положительных взаимно простых между собой чисел $\{m_1, m_2, \dots, m_n\}$, называемых модулями. Произведение этих модулей $M = m_1 m_2 \dots m_n$ определяет диапазон СОК. В рамках такой системы любое целое число X , которое находится в интервале $0 \leq X < M$, можно однозначно представить в виде набора остатков $(x_1, x_2, \dots, x_n)$, где x_i вычислен как остаток от деления X на соответствующий модуль m_i .

$$x_i = X \bmod m_i = |X|_{m_i}, \quad 0 \leq x_i < m_i. \quad (1)$$

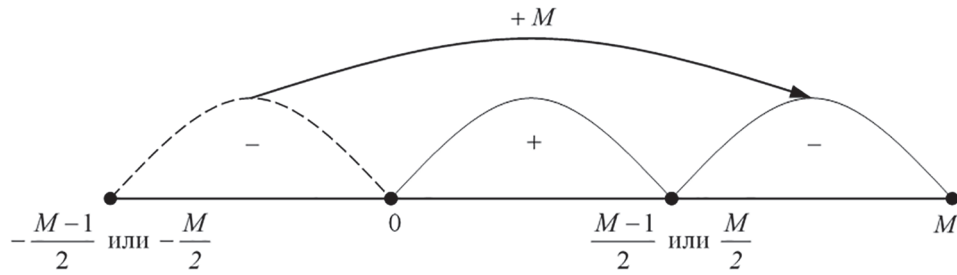


Рис. 1. Визуализация расположения положительных и отрицательных чисел в СОК

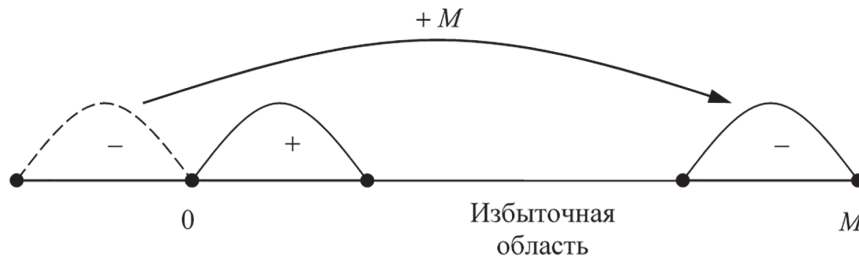


Рис. 2. Визуализация расположения положительных и отрицательных чисел в избыточной СОК

Положительные и отрицательные числа в СОК представляются за счет условного деления диапазона M на две примерно равные части, при этом одна часть соответствует положительным числам, другая – отрицательным. Знак числа X определяется тем, в какую из данных частей оно попадает:

$$\begin{aligned} -\frac{M-1}{2} \leq X \leq \frac{M-1}{2}, & \text{ если } M \text{ нечетное,} \\ -\frac{M}{2} \leq X \leq \frac{M}{2}, & \text{ если } M \text{ четное.} \end{aligned} \quad (2)$$

Это условие определяет однозначность представления числа X в СОК. На рисунке 1 представлено распределение положительных и отрицательных чисел в системе остаточных классов на числовой оси. Отрицательные значения, входящие в соответствующие диапазоны (2), смещены вправо на M единиц, что обеспечивается циклической природой представления чисел в СОК на основе алгебры колец классов вычетов.

Арифметические операции сложения, вычитания и умножения в СОК реализуются по следующим правилам:

$$X \pm Y = (|x_1 \pm y_1|_{m_1}, |x_2 \pm y_2|_{m_2}, \dots, |x_n \pm y_n|_{m_n}) \quad (3)$$

$$X \cdot Y = (|x_1 \cdot y_1|_{m_1}, |x_2 \cdot y_2|_{m_2}, \dots, |x_n \cdot y_n|_{m_n}) \quad (4)$$

В формулах (3) и (4) проявляется главное достоинство СОК – указанные операции выполняются параллельно по каждому из модулей.

При разработке отказоустойчивых систем применяется избыточная система остаточных классов (RRNS). В такой системе модули делятся на информационные и дополнительные (избыточные). Благодаря включению избыточных модулей полный диапазон системы становится больше,

чем диапазон её информационной части. Разряды СОК по избыточным модулям на практике используются для обнаружения и исправления ошибок вычислительной системы. На рисунке 2 продемонстрировано расположение положительных и отрицательных чисел в избыточной СОК.

Целью данной статьи является разработка эффективных алгоритмов для определения знака числа, заданного в виде набора остатков $(x_1, x_2, \dots, x_n)$. В дальнейшем будет

представлен новый метод, позволяющий проверять, принадлежит ли число интервалу положительных или отрицательных значений в СОК, как это показано на рисунках 1 и 2. Математической основой вычисления позиционной характеристики числа в СОК является его преобразование в позиционную форму представления. Преобразование осуществляется на базе Китайской теоремы об остатках (КТО, CRT), что обеспечивает однозначное восстановление значения по его представлению в вычетах. Пусть в СОК с модулями $m_1, m_2, \dots, m_n$ задано число X , удовлетворяющее неравенству $0 \leq X < M = m_1 m_2 \dots m_n$ и представленное в виде набора остатков $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$. Восстановление исходного числа X по этим остаткам выполняется согласно выражению (6):

$$X = \left| \sum_{i=1}^n x_i \left| M_i^{-1} \right|_{m_i} M_i \right|_M, \quad (5)$$

где $M_i = M / m_i$, а $\left| M_i^{-1} \right|_{m_i}$ это мультипликативная обратная величина для числа M_i^{-1} по модулю m_i .

Разделив обе части равенства (5) на M , получим:

$$\frac{X}{M} = \left| \sum_{i=1}^n x_i \frac{\left| M_i^{-1} \right|_{m_i} M_i}{M} \right|_1, \quad (6)$$

в котором $| \cdot |_1$ означает дробную часть числа.

Положив $k_i = \frac{\left| M_i^{-1} \right|_{m_i} M_i}{M}$, тогда преобразуем выражение (6) в компактную форму:

$$\frac{X}{M} = \left| \sum_{i=1}^n x_i k_i \right|_1. \quad (7)$$

Все значения $\frac{X}{M}, k_1, k_2, \dots, k_n$ в формуле (7), которые представляют собой бесконечные периодические дроби, лежат в интервале $[0, 1)$. Коэффициенты k_i зависят только от выбранных модулей СОК и, следовательно, являются её априорными характеристиками.

Сопоставление формул (5) и (7) позволяет выделить ряд отличий, имеющих практическое значение. Формула (5) требует выполнения операции нахождения остатка по большому модулю M , что на практике связано с высокой вычислительной сложностью. В формуле (7) указанная операция заменяется определением дробной части

числа, что значительно упрощает реализацию – фактически сводится к удалению целой части, то есть переноса в разряд единиц. Однако это преимущество сопровождается существенным недостатком: вычисления по формуле (7) требуют работы с бесконечными дробями. Тогда необходимо ответить на вопрос: с какой точностью необходимо производить вычисления по формуле (7), чтобы обеспечить корректное восстановление позиционного значения числа X на практике? Чтобы ответить на поставленный вопрос, введем методику определения знака числа в СОК, которая будет основана на применении Китайской теоремы об остатках и операциях с дробными значениями.

Обозначим через $F\left(\frac{X}{M}\right)$ бесконечную периодическую двоичную дробь, соответствующую отношению $\frac{X}{M}$. При усечении

этой дроби, начиная с $(N+1)$ -го бита после запятой, получится конечная двоичная дробь,

которую обозначим как $\left[F\left(\frac{X}{M}\right) \right]_{2^{-N}}$.

Например, если $F\left(\frac{X}{M}\right) = 0,011101110\dots$,

то $\left[F\left(\frac{X}{M}\right) \right]_{2^{-6}} = 0,011101$.

Для введенных величин выполняется неравенство

$$\left[F\left(\frac{X}{M}\right) \right]_{2^{-N}} < F\left(\frac{X}{M}\right) < \left[F\left(\frac{X}{M}\right) \right]_{2^{-N}} + 2^{-N},$$

описывающее положение на числовой оси точного значения $F\left(\frac{X}{M}\right)$ относительно

округленной величины $\left[F\left(\frac{X}{M}\right) \right]_{2^{-N}}$.

В работе [27] была продемонстрирована высокая эффективность применения вычислений над дробными величинами для реализации проблемной операции деления в СОК. Далее покажем, как аналогичный подход может быть использован для реализации вычислительно сложной операции определения знака числа в СОК.

Пусть в вычислениях по формуле (7) используются округлённые значения вида $\left[F(k_i) \right]_{2^{-N}}$. Следующая теорема предоставляет теоретическое обоснование корректности применения таких приближённых

величин для точного восстановления чисел при обратном преобразовании из системы с дополнительным кодом (СОК) в позиционную систему счисления

Теорема 1. Минимальное значение N , обеспечивающее корректное преобразование числа X из СОК в позиционную систему счисления, согласно формуле

$$\frac{X}{M} = \left\lfloor \sum_{i=1}^n x_i \left[F(k_i) \right]_{2^{-N}} \right\rfloor, \quad (8)$$

будет точным, равно

$$N = \log_2(M\mu), \quad (9)$$

где $\mu = -n + \sum_{i=1}^n m_i$.

Доказательство. Очевидно, что

$$\left[F(k_i) \right]_{2^{-N}} < F(k_i) < \left[F(k_i) \right]_{2^{-N}} + 2^{-N},$$

для всех $i = 1, 2, \dots, n$. Просуммировав последнее неравенство по всем модулям СОК, получим:

$$\sum_{i=1}^n \left[F(k_i) \right]_{2^{-N}} x_i \leq \sum_{i=1}^n F(k_i) x_i \leq \sum_{i=1}^n \left[F(k_i) \right]_{2^{-N}} x_i + 2^{-N} \sum_{i=1}^n x_i. \quad (10)$$

Величина $\left\lfloor \sum_{i=1}^n k_i x_i \right\rfloor$ отражает точное положение числа X на числовой оси. Для обеспечения точного определения значения X необходимо выбрать параметр N таким образом, чтобы в произвольный интервал $\left[\sum_{i=1}^n \left[F(k_i) \right]_{2^{-N}} x_i, \sum_{i=1}^n \left[F(k_i) \right]_{2^{-N}} x_i + 2^{-N} \sum_{i=1}^n x_i \right]$ попадало не более одного допустимого значения из диапазона системы СОК. Это требование эквивалентно условию $2^{-N} \sum_{i=1}^n x_i < \frac{1}{M}$.

Введем обозначение $\mu = -n + \sum_{i=1}^n m_i$. Наименьшее значение N , при котором возможно точное преобразование числа X из СОК в позиционную систему счисления с использованием формулы (8), определяется выражением $N = \log_2(M\mu)$, что и требовалось доказать.

Применение константы N , вычисленной по формуле (9), в формуле (8) для обратного преобразования числа X по вычислительной сложности приблизительно соответствует выполнению преобразования по формуле (5).

Точное местоположение X на числовой оси не является обязательным условием при определении его знака в СОК. Для корректного определения знака достаточно лишь узнать, в какой из интервалов, изображенных на рисунках 1, 2, попадает исследуемое число. Если использовать в формуле (8) вместо N уменьшенную величину $\tilde{N}$, $\tilde{N} < N$, то интервал (10) увеличится. При этом в интервал (10) могут попадать несколько дробей, соответствующих различным числам в СОК, поэтому использование $\tilde{N}$ для обратного преобразования не даст корректного результата. Однако при решении задачи об определении знака числа в СОК этот увеличенный интервал все еще может быть использован.

В произвольный промежуток $\left[\sum_{i=1}^n \left[F(k_i) \right]_{2^{-\tilde{N}}} x_i, \sum_{i=1}^n \left[F(k_i) \right]_{2^{-\tilde{N}}} x_i + 2^{-\tilde{N}} \sum_{i=1}^n x_i \right]$ могут попасть не более $2^{-\tilde{N}} M \sum_{i=1}^n x_i$ дробей $F\left(\frac{X}{M}\right)$, соответствующих различным числам в СОК.

Если учесть, что $0 \leq x_i < m_i$ (формула (1)), то $\max \left\{ 2^{-\tilde{N}} M \sum_{i=1}^n x_i \right\} = 2^{-\tilde{N}} M \left(-n + \sum_{i=1}^n m_i \right) = 2^{-\tilde{N}} M \mu$.

Для определения знака числа в СОК по его дробной части $F\left(\frac{X}{M}\right)$ необходимо учитывать следующие условия:

- если значение $F\left(\frac{X}{M}\right)$ удовлетворяет $0 < F\left(\frac{X}{M}\right) < \frac{1}{2}$, то число X является положительным;
- если $F\left(\frac{X}{M}\right)$ удовлетворяет $\frac{1}{2} < F\left(\frac{X}{M}\right) < 1$, то число X отрицательное.

Ранее доказанная теорема 1 может служить теоретической основой для разработки нового алгоритма определения знака числа в СОК. Ниже представлен разработанный алгоритм определения знака числа в СОК, основанный на использовании величины $\left[F\left(\frac{X}{M}\right) \right]_{2^{-N}}$, где N определяется по формуле (9).

Алгоритм

1. В СОК с модулями $\{m_1, m_2, \dots, m_n\}$ предварительно вычисляются константы

$$M = m_1 m_2 \dots m_n, \quad \mu = -n + \sum_{i=1}^n m_i, \quad N = \log_2(M\mu) \quad \text{и} \quad k_i = \frac{|M_i^{-1}|_{m_i} M_i}{M}.$$

2. Для констант k_i , определенных в пункте 1, определяются дробные величины $[F(k_i)]_{2^{-N}}$.

3. Вычисляется $\left[F\left(\frac{X}{M}\right) \right]_{2^{-N}} = \left| \sum_{i=1}^n x_i [F(k_i)]_{2^{-N}} \right|_1.$

4. При условии $0 < \left[F\left(\frac{X}{M}\right) \right]_{2^{-N}} < \frac{1}{2}$, число X положительное.

Если $\frac{1}{2} < \left[F\left(\frac{X}{M}\right) \right]_{2^{-N}} < 1$, то X отрицательное.

Заданной точности N , из пунктов 5-6 приведенного алгоритма, достаточно для корректного определения знака числа в СОК. Это обеспечивается теоремой 1. Следующий пример демонстрирует работоспособность метода и его вычислительную сложность, сравнимую с применением классической КТО.

Пример 1. Пусть СОК задана основаниями $m_1 = 2, m_2 = 3, m_3 = 5$ и $m_4 = 7$.

Тогда $M = 2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 = 210$, $\mu = -4 + 2 + 3 + 5 + 7 = 13$, $N = \log_2(210 \cdot 13) = 12$,

$$k_1 = \frac{1}{2}, \quad k_2 = \frac{1}{3}, \quad k_3 = \frac{3}{5}, \quad k_4 = \frac{4}{7}.$$

Дробы, соответствующие константам k_i , $i = 1, \dots, 4$, будут иметь вид:

$$[F(k_1)]_{2^{-12}} = 0,100000000000, \quad [F(k_2)]_{2^{-12}} = 0,010101010101,$$

$$[F(k_3)]_{2^{-12}} = 0,100110011001, \quad [F(k_4)]_{2^{-12}} = 0,100100100100.$$

Определим знак числа $X = 200 = (0, 2, 0, 4)$

$$\begin{aligned} \left[F\left(\frac{X}{M}\right) \right]_{2^{-12}} &= |0 \cdot 0,100000000000 + 10 \cdot 0,010101010101 + \\ &+ 0 \cdot 0,100110011001 + 100 \cdot 0,100100100100|_1 = 0,111100111010. \end{aligned}$$

Так как $0,1 < 0,111100111010 < 1$, то число $X = 200 = (0, 2, 0, 4)$ отрицательное.

Далее будет показано, как применение разработанного алгоритма позволяет ускорить определение знака числа в СОК при программной реализации вычислительной системы.

С целью сравнения работы алгоритмов определения знака числа на основе метода быстрого преобразования в обобщенной позиционной системе счисления (ОПСС), описанного в [28], и на основе КТО с дробными величинами было проведено программное моделирование. Мо-

делирование проводилось на языке Python 3.11. Для вычислений использовалась ЭВМ с процессором Intel Core i5-12450H, с 16 ГБ оперативной памяти и 64-битной операционной системой Windows 10. Для моделирования предложенного алгоритма были выбраны СОК, представленные в таблице 1. Данный выбор объясняется тем, что представленные наборы модулей СОК₁ – СОК₆ позволяют представить востребованные на практике числовые диапазоны от 256 до 2048 бит.

Таблица 1

Наборы модулей СОК, перекрывающие различные динамические диапазоны

Динамический диапазон	n	Набор модулей
СОК_1 , $M > 2^{256}$	9	365284271, 365284273, 365284277, 365284279, 365284289, 365284291, 365284295, 365284296, 365284297
СОК_2 , $M > 2^{384}$	13	779763569, 779763570, 779763571, 779763577, 779763581, 779763583, 779763587, 779763589, 779763593, 779763599, 779763601, 779763613, 779763617
СОК_3 , $M > 2^{512}$	17	1164971089, 1164971099, 1164971107, 1164971113, 1164971117, 1164971119, 1164971123, 1164971131, 1164971141, 1164971147, 1164971149, 1164971153, 1164971155, 1164971157, 1164971159, 1164971161, 1164971162
СОК_4 , $M > 2^{768}$	25	1768648181, 1768648183, 1768648187, 1768648199, 1768648207, 1768648213, 1768648223, 1768648229, 1768648237, 1768648241, 1768648243, 1768648247, 1768648249, 1768648253, 1768648261, 1768648267, 1768648271, 1768648277, 1768648279, 1768648283, 1768648285, 1768648287, 1768648289, 1768648291, 1768648292
СОК_5 , $M > 2^{1024}$	17	1357157737484444893, 1357157737484444897, 1357157737484444899, 1357157737484444911, 1357157737484444921, 1357157737484444923, 1357157737484444927, 1357157737484444933, 1357157737484444935, 1357157737484444939, 1357157737484444941, 1357157737484444947, 1357157737484444951, 1357157737484444953, 1357157737484444957, 1357157737484444958, 1357157737484444959
СОК_6 , $M > 2^{2048}$	33	4809544787461394623, 4809544787461394627, 4809544787461394633, 4809544787461394639, 4809544787461394641, 4809544787461394647, 4809544787461394653, 4809544787461394657, 4809544787461394663, 4809544787461394671, 4809544787461394677, 4809544787461394681, 4809544787461394683, 4809544787461394689, 4809544787461394693, 4809544787461394699, 4809544787461394707, 4809544787461394713, 4809544787461394719, 4809544787461394723, 4809544787461394731, 4809544787461394737, 4809544787461394741, 4809544787461394749, 4809544787461394753, 4809544787461394759, 4809544787461394761, 4809544787461394765, 4809544787461394767, 4809544787461394769, 4809544787461394771, 4809544787461394773, 4809544787461394774

Примечание: составлено автором на основе проведенных вычислений.

Таблица 2

Время работы алгоритмов определения знака числа в СОК

СОК	Предложенный алгоритм	Метод ОПСС [17]
СОК_1	12.1219	18.0698
СОК_2	18.4128	39.2565
СОК_3	30.8549	43.8699
СОК_4	20.1168	71.3287
СОК_5	18.6590	41.3983
СОК_6	52.5191	154.1096

Примечание: составлено автором с использованием разработанного алгоритма и метода из источника [28].

Критерием для сравнения алгоритмов выбрано время выполнения, выраженное в секундах. Было проведено 1 000 000 итераций для каждого из алгоритмов во всех мо-

делируемых случаях. В таблице 2 приведены результаты моделирования алгоритмов с указанием среднего времени выполнения.

Предложенный алгоритм выигрывает в скорости во всех рассмотренных случаях. Для СОК_1 время работы сокращается в ≈ 1.5 раза по сравнению с алгоритмами на основе МРС. В случае СОК_2 время работы сокращается в ≈ 1.8 раза. Для СОК_3 сокращение временных затрат составляет ≈ 1.4 раза. Для СОК_4 время сокращается в ≈ 3.5 раза. Для СОК_5 время сокращается в ≈ 2.2 раза. Наконец, для СОК_6 время работы сокращается в ≈ 2.9 раза. Другими словами, время работы предложенного алгоритма составляет 34–67% от времени работы алгоритма из [28]. Указанные цифры зависят от выбранной СОК и ее характеристик: модулей, их количества и т.д.

Данные из таблицы 2 позволяют сделать вывод о том, что предложенный алгоритм быстрее известного аналогичного

алгоритма определения знака числа в СОК с модулями произвольного вида. Продемонстрированный результат может быть использован для разработки новых способов реализации проблемных операций СОК – сравнения чисел и деления. Кроме того, более быстрое определение знака числа в СОК на основе предложенного метода позволит значительно расширить область практического применения СОК, особенно в области реализации систем машинного обучения и для цифровой обработки сигналов и изображений.

Заключение

Предложенный в статье алгоритм определения знака числа в СОК основан на модифицированной версии Китайской теоремы об остатках с использованием вычислений над дробными величинами. Результаты моделирования продемонстрировали, что данный алгоритм превосходит по скорости алгоритм на основе ОПСС. Предложенный в данной работе алгоритм является универсальным и не привязан к какому-либо набору модулей СОК. Данное обстоятельство может быть использовано в приложениях, использующих динамическое изменение параметров вычислительной системы.

Предложенный алгоритм определения знака позволяет ускорить данную проблемную операцию в СОК. Стоит отметить, что определение знака является базовой операцией для других проблемных задач, к которым относятся: сравнение чисел в СОК, деление в СОК, обнаружение переполнения диапазона, локализация ошибки и другие. Применение предложенного алгоритма позволит улучшить время выполнения перечисленных операций. Любое улучшение проблемных операций в СОК может расширить границы ее применения и найти новые приложения на практике, в которых СОК может быть использована с максимальной эффективностью, например в цифровой обработке сигналов, изображений и видео, а также в машинном обучении.

Список литературы

1. Куприянов М.С., Холод И.И., Прокопчина С.В. Мягкие вычисления и измерения. М.: Издательский дом «Научная библиотека», 2019. 562 с. ISBN: 978-5-6042213-9-6.
2. Ляхов П.А. Разработка методов и алгоритмов вейвлет-анализа для цифровой обработки сигналов: дис. ... канд. физ.-мат. наук. Ставрополь, 2012. 209 с. URL: <https://www.dissercat.com/content/razrabotka-metodov-i-algoritmov-veivlet-analiza-dlya-tsifrovoy-obrabotki-signalov> (дата обращения: 26.06.2025).
3. Cardarilli G., Nunzio L.D., Fazzolari R., Nannarelli A., Petricca M., Re M. Design Space Exploration Based Methodology for Residue Number System Digital Filters Implementation // IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing. 2022. Vol. 10. № 1. P. 186–198. DOI: 10.1109/tetc.2020.2997067.
4. Givaki K., Khonsari A., Gholamrezaei M., Gorgin S., Najafi M.H. A Generalized Residue Number System Design Approach for Ultralow-Power Arithmetic Circuits Based on Deterministic Bit-Streams // IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems. 2023. Vol. 42. № 11. P. 3787–3800. DOI: 10.1109/TCAD.2023.3250603.
5. Калита Д.И. Разработка фильтров высокой эффективности для объектов цифровых систем видеонаблюдения на основе системы остаточных классов: дис. ... канд. тех. наук. Ставрополь, 2017. 226 с. URL: <https://www.dissercat.com/content/razrabotka-filtrov-vysokoi-effektivnosti-dlya-obektov-tsifrovyykh-sistem-videonablyudeniya> (дата обращения: 26.06.2025).
6. Валуева М.В. Разработка методов и алгоритмов построения цифровых устройств интеллектуального анализа визуальных данных: 2.3.5 «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Ставрополь, 2023. 154 с.
7. Валуева М.В. Разработка методов и алгоритмов построения цифровых устройств интеллектуального анализа визуальных данных: дис. ... канд. тех. наук. Ставрополь, 2023. 154 с. URL: <https://www.dissercat.com/content/razrabotka-metodov-i-algoritmov-postroeniya-tsifrovyykh-ustroystv-intellektualnogo-analiza> (дата обращения: 26.06.2025).
8. Лавриненко А.В. Разработка методов моделирования вычислительных структур отказоустойчивых модулярных нейрокомпьютеров для обработки данных большой размерности: дис. ... канд. тех. наук. Ставрополь, 2016. 179 с. URL: <https://www.dissercat.com/content/razrabotka-metodov-modelirovaniya-vychislitelnykh-struktur-otkazoustoichivyykh-modulyarnyykh> (дата обращения: 26.06.2025).
9. Shen S., Yang H., Liu Y., Liu Z., Zhao Y. CARM: CUDA-Accelerated RNS Multiplication in Word-Wise Homomorphic Encryption Schemes for Internet of Things // IEEE Transactions on Computers. 2022. P. 1–12. DOI: 10.1109/TC.2022.3227874.
10. Бабенко М.Г. Математические модели, методы и алгоритмы обработки зашифрованных данных в распределенных средах: дис. ... докт. физ.-мат. наук. Москва, 2022. 415 с. URL: <https://www.dissercat.com/content/matematicheskie-modeli-metody-i-algoritmy-obrabotki-zashifrovannykh-dannykh-v-raspredelemnnykh> (дата обращения: 26.06.2025).
11. Al Badawi A., Polyakov Y., Aung K.M., Veeravalli B., Rohloff K. Implementation and Performance Evaluation of RNS Variants of the BFV Homomorphic Encryption Scheme // IEEE Trans Emerg Top Comput. 2021. Vol. 9. № 2. P. 941–956. DOI: 10.1109/TETC.2019.2902799.
12. Adday G.H., Subramaniam S.K., Zukarnain Z.A., Samian N. Fault Tolerance Structures in Wireless Sensor Networks (WSNs): Survey, Classification, and Future Directions // Sensors. 2022. Vol. 22. № 16. P. 6041. URL: www.mdpi.com/1424-8220/22/16/6041 (дата обращения: 15.04.2025).
13. Chervyakov N.I., Lyakhov P.A., Kalita D.I., Shulzhenko K.S. Effect of RNS moduli set selection on digital filter performance for satellite communications // 2015 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). IEEE. 2015. P. 1–7. DOI: 10.1109/SIBCON.2015.7147268.
14. Chistousov N.K., Kalmykov I.A., Dukhovnyy D.V. Mathematical and structural models of the ofdm transmission system built on the basis of orthogonal Dobeche transformations in resolution class codes // Современные наукоемкие технологии (Modern High Technologies). 2023. № 8. P. 84–90. URL: top-technologies.ru/en/article/view?id=39735 (дата обращения: 15.04.2025).
15. Li Y., Xiao L. An Improved Molecular Computing Model of Modular-Multiplication over Finite Field GF(2n) // 2016 17th International Conference on Parallel and Distributed Computing, Applications and Technologies (PDCAT). IEEE. 2016. P. 262–267. URL: ieeexplore.ieee.org/document/7943368 (дата обращения: 15.04.2025).
16. Shiriaev E., Kucherov N., Babenko M., Nazarov A. Fast Operation of Determining the Sign of a Number in RNS

Using the Akushsky Core Function // Computation. 2023. Vol. 11. P. 124. DOI: 10.3390/computation11070124.

17. Isupov K. Using Floating-Point Intervals for Non-Modular Computations in Residue Number System // in IEEE Access. 2020. Vol. 8. P. 58603-58619. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2982365.

18. Бергерман М.В. Использование системы остаточных классов с модулями вида $\{2n-1, 2n, 2n+1\}$ для снижения аппаратных затрат цифрового фильтра // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2023. № 1. С. 32–43. DOI: 10.21685/2072-3059-2023-1-3.

19. Yamani S.V., Raghu Vamsi Kudulla H.K., Bhavani D.D. Area Efficient Sparse-4 Diminished-1 Modulo $2n+1$ Adder // IEEE Wireless Antenna and Microwave Symposium (WAMS), Visakhapatnam, India, 2024. P. 1-7. DOI: 10.1109/WAMS59642.2024.10527894.

20. Kaplun D., Voznesensky A., Veligosha A.V., Kalmykov I.A. Technique to Adjust Adaptive Digital Filter Coefficients in Residue Number System Based Filters // IEEE Access. 2021. Vol. 9. P. 82402–82416. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3085704.

21. Younes D., Steffan P. A comparative study on different moduli sets in residue number system // 2012 International Conference on Computer Systems and Industrial Informatics. IEEE. 2012. P. 1–6. DOI: 10.1109/ICCSII.2012.6454344.

22. Minghe Xu, Zhenpeng Bian, Ruohu Yao. Fast Sign Detection Algorithm for the RNS Moduli Set $\{2^{n+1}-1, 2^n-1, 2^n\}$ // IEEE Trans Very Large Scale Integr VLSI Syst. 2015. Vol. 23. № 2. P. 379–383. DOI: 10.1109/TVLSI.2014.2308014.

23. Tomczak T. Fast Sign Detection for RNS $\{2^n-1, 2^n, 2^{n+1}\}$ // IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers. 2008. Vol. 55. № 6. P. 1502–1511. DOI: 10.1109/TCSI.2008.917994.

24. Mohan P.V.A., Phalguna P.S. Evaluation of Mixed-Radix Digit Computation Techniques for the Three Moduli RNS $\{2^n-1, 2^n, 2^{n+1}-1\}$ // IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs. 2021. Vol. 68. № 4. P. 1418–1422. DOI: 10.1109/TCSII.2020.3035350.

25. Setiaarif E., Siy P. A new moduli set selection technique to improve sign detection and number comparison in Residue Number System (RNS) // NAFIPS 2005 – 2005 Annual Meeting of the North American Fuzzy Information Processing Society. IEEE. P. 766–768. DOI: 10.1109/NAFIPS.2005.1548635.

26. Kumar S., Chang C.-H. A Scaling-Assisted Signed Integer Comparator for the Balanced Five-Moduli Set RNS $\{2^n-1, 2^n, 2^n+1, 2^{n+1}-1, 2^{n-1}-1\}$ // IEEE Trans Very Large Scale Integr VLSI Syst. 2017. Vol. 25. № 12. P. 3521–3533. DOI: 10.1109/TVLSI.2017.2748984.

27. Hung C.Y., Parhami B. An approximate sign detection method for residue numbers and its application to RNS division // Computers & Mathematics with Applications. 1994. Vol. 27. № 4. P. 23–35. DOI: 10.1016/0898-1221(94)90052-3.

28. Gbolagade K.A., Cotofana S.D. An $O(n)$ Residue Number System to Mixed Radix Conversion technique // 2009 IEEE International Symposium on Circuits and Systems. IEEE. 2009. P. 521–524. URL: ieeexplore.ieee.org/document/5117800 (дата обращения: 15.04.2025).

УДК 004.9
DOI 10.17513/snt.40439

УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННЫМ ОБУЧЕНИЕМ В КОНТЕКСТЕ ОРГАНИЗАЦИИ ВИРТУАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

¹Михеева Е.О., ²Ромашкова О.Н.

¹ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет»,
Москва, e-mail: mikheevaео345@mgpu.ru;

²ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы
при Президенте Российской Федерации», Москва

В статье рассматривается создание информационно-образовательной системы, направленной на повышение эффективности образовательного процесса дистанционного обучения с интеграцией виртуальных машин в среду Learning management system для автоматизации практических занятий при дистанционном обучении. Актуальность проблемы связана с необходимостью практико-ориентированности дистанционного образования и обеспечения современной цифровой образовательной среды с помощью информационных технологий. Целью исследования является разработка архитектуры образовательной системы, обеспечивающей управление организационными системами и автоматизацию дистанционных образовательных процессов лабораторно-практических занятий. Произведен анализ ограничений существующих систем управления обучением в части организации практических занятий. Представлены пользовательские сценарии взаимодействия пользователей в системе с интегрированными виртуальными машинами. Для этого использованы методы системного анализа и моделирования бизнес-процессов. Предложенная модель обеспечивает централизованное управление виртуальными лабораториями через LMS, автоматизацию жизненного цикла виртуальных машин и анализ результатов обучения. Результаты работы способствуют пониманию того, как автоматизация виртуальных лабораторий может повысить качество управления процессами дистанционного обучения, обеспечивая практическую ориентированность дисциплин, соответствие стратегии цифровой трансформации образования и создание новых информационных технологий для решения задач управления организационными системами.

Ключевые слова: дистанционное обучение, виртуальная лаборатория, автоматизация образовательных процессов, Learning Management System, цифровая образовательная среда, практико-ориентированное обучение

MANAGING DISTANCE LEARNING IN THE CONTEXT OF ORGANIZING VIRTUAL COMPUTER LABORATORIES

¹Mikheeva E.O., ²Romashkova O.N.

¹Moscow City Pedagogical University, Moscow, e-mail: mikheevaео345@mgpu.ru;

²Russian Academy of National Economy and State Service under the President
of the Russian Federation, Moscow

The article discusses the creation of an information and educational system aimed at improving the effectiveness of the distance learning process by integrating virtual machines into the Learning Management System environment to automate practical training in distance learning. The relevance of the problem is related to the need for practice-oriented distance education and the provision of a modern digital educational environment with the help of information technologies. The aim of the study is to develop the architecture of an educational system that provides management of organizational systems and automation of distance educational processes of laboratory and practical classes. An analysis of the limitations of existing learning management systems in terms of organizing practical classes was carried out. User scenarios for user interaction in the system with integrated virtual machines are presented. For this purpose, methods of system analysis and business process modeling were used. The proposed model provides centralized management of virtual laboratories through LMS, automation of the virtual machine lifecycle, and analysis of learning outcomes. The results of the work contribute to understanding how the automation of virtual laboratories can improve the quality of distance learning process management, ensuring the practical orientation of disciplines, compliance with the digital transformation strategy of education, and the creation of new information technologies for solving organizational system management tasks.

Keywords: distance learning, virtual laboratory, Learning Management System, automation of educational processes, digital educational environment, practice-oriented learning

Введение

Национальные проекты и программы («Цифровая экономика», «Современная цифровая образовательная среда») подчеркивают необходимость внедрения новых техно-

логий обучения и расширения доступа к образованию независимо от места нахождения обучающихся. Разработка и применение отечественных решений виртуальных лабораторий также способствует технологическому суверенитету образовательной отрасли.

Однако современные Learning Management System (с английского «система управления обучением» – это платформа для онлайн-обучения – LMS) не обеспечивают полноценной поддержки практико-ориентированных лабораторных занятий в системе дистанционного обучения обеспечения систем управления и механизмов принятия решений [1] в организационных системах. Это выражается в сложностях интеграции виртуальных лабораторий в образовательный процесс и отсутствии унифицированных подходов к автоматизации дистанционных практико-ориентированных лабораторных занятий.

Актуальность исследования обусловлена потребностью образовательных организаций в эффективных решениях [2] для управления процессами проведения практических занятий в организационных системах дистанционного обучения [3]. Практико-ориентированное обучение провозглашено одним из приоритетов современной высшей школы [4], а технологии виртуальных компьютерных лабораторий позволяют реализовать его в условиях цифровой образовательной среды. Разработка интегрированных решений на стыке LMS и систем виртуализации [5] соответствует задачам национальных проектов по цифровой трансформации образования и создает предпосылки для повышения качества подготовки выпускников [6], их цифровых компетенций и конкурентоспособности на рынке труда.

Цель исследования – разработать архитектуру образовательной системы, обеспечивающей управление организационными системами и автоматизацию дистанционных образовательных процессов лабораторно-практических занятий. Для достижения указанной цели были поставлены и решены следующие задачи:

- исследовать текущие процессы организации лабораторных работ при дистанционном обучении, выявить узкие места и ограничения;
- проанализировать ограничения распространенных LMS в контексте интеграции и поддержки виртуальных компьютерных лабораторий;
- разработать типовые сценарии взаимодействия пользователей с интегрированной системой виртуальных компьютерных лабораторий.

На основании предложенной модели будет выполнена формализация процессов с помощью нотации BPMN 2.0 [7].

Материалы и методы исследования

Исследование выполнено в рамках анализа преподавательской практики в Россий-

ской академии народного хозяйства и государственной службы (РАНХиГС) и исследования открытых данных [3]. В качестве методологической основы использованы методы анализа бизнес-процессов [7].

В рамках исследования проведено моделирование текущего состояния процессов дистанционного выполнения лабораторных работ с использованием нотации BPMN 2.0. Эта модель характеризуется разрозненностью инструментов [8], где студенты используют LMS для теории и отчетности, а практические задания выполняют в отдельных виртуальных средах, не связанных напрямую с LMS.

Был выполнен сравнительный обзор распространенных систем управления обучением (LMS), включая коммерческие и открытые решения с особым вниманием к платформе Moodle, являющейся одной из наиболее популярных открытых LMS [9], широко используемых образовательными учреждениями по всему миру [10].

Для достижения цели исследования применен комплекс методов.

Во-первых, проведено моделирование пользовательских сценариев для основных ролей системы: студент, преподаватель и администратор. Каждый сценарий в существующей модели подробно описывает последовательность действий и взаимодействие пользователя с LMS и внешними лабораторными средствами, что позволило выявить узкие места и избыточную нагрузку на участников.

Во-вторых, разработана целевая модель интеграции LMS с виртуальными лабораториями (модель to be) [11], в которой спроектировано единое пространство [12], обеспечивающее взаимодействие между LMS с инфраструктурой виртуальных машин. Данная модель была визуализирована с помощью диаграмм бизнес-процессов (BPMN) для отображения сценариев выполнения лабораторной работы.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ показал, что существующая неинтегрированная модель создает ряд проблем.

Во-первых, наблюдается высокая нагрузка на студента, ему приходится работать сразу в нескольких разрозненных системах, самостоятельно переносить результаты между ними и помнить отдельные учетные данные.

Отсутствие единого окна, представленное на рис. 1, для доступа к учебным материалам и лабораториям усложняет процесс обучения и отвлекает от освоения практических навыков, являющихся целью лабораторной работы.

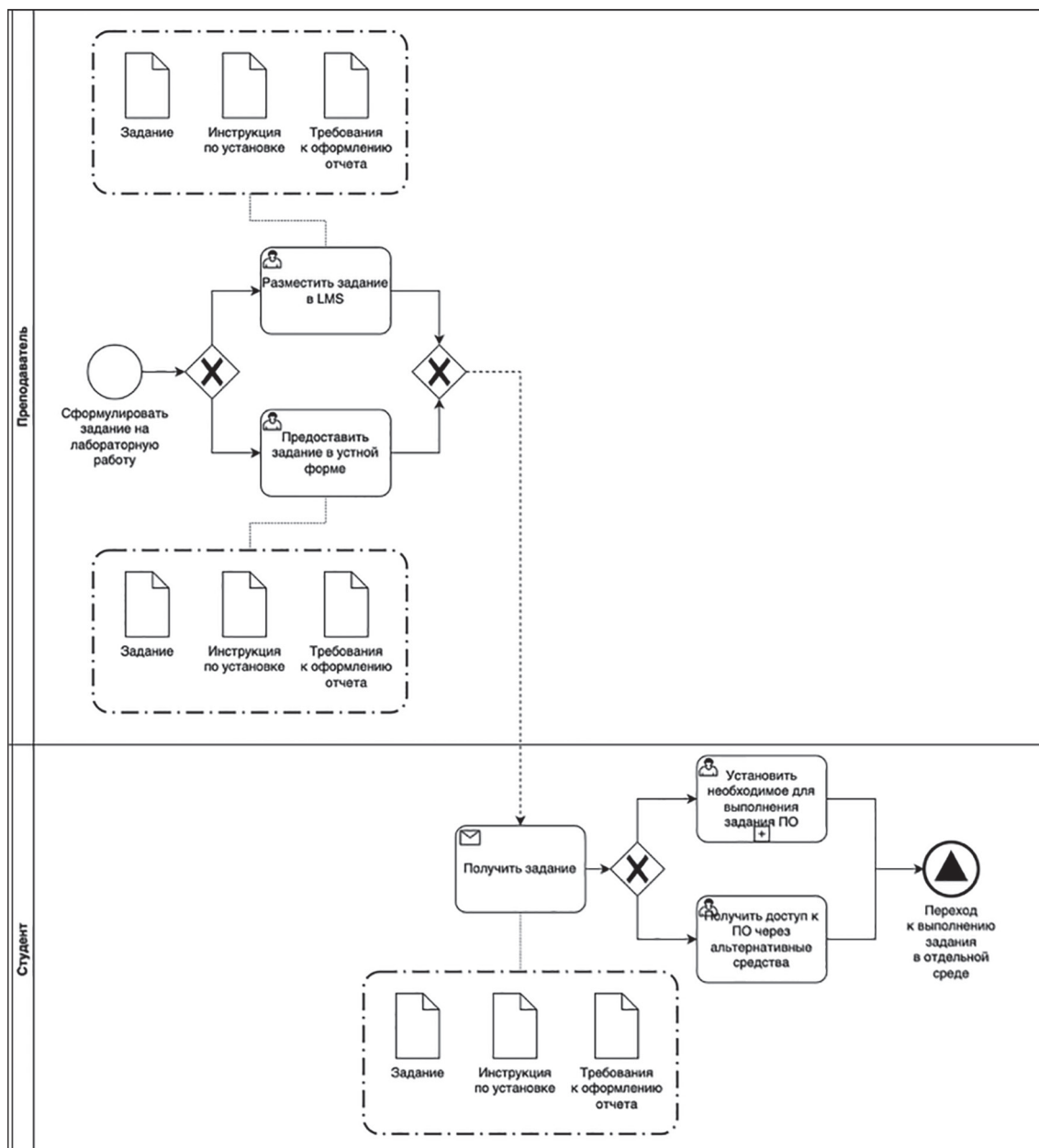


Рис. 1. Процесс предоставления задания на лабораторную работу

Источник: составлено авторами по результатам анализа преподавательской практики в РАНХиГС

LMS должна выступать единым порталом для всех учебных ресурсов, включая лабораторные работы; однако в текущей модели это не реализовано, и студент лишен подобных удобств.

Во-вторых, отмечается отсутствие унификации инфраструктуры виртуальных машин на уровне вуза, а именно, каждая установка необходимых средств для виртуальной лаборатории существует как обособленное решение под нужды конкретной кафедры или курса без единых стандартов. Процесс представлен на рис. 2.

Исследования показывают, что большинство удаленных и виртуальных лабораторий разрабатываются изолированно, под специфические требования отдельных учреждений. Это приводит к дублированию усилий и затрате значительного времени и ресурсов на поддержку каждой отдельной системы.

В-третьих, имеется разрозненность систем: платформа LMS и средства виртуальных лабораторий фактически не связаны друг с другом. Учебные данные не передаются автоматически в LMS, отсутствует сквозная аутентификация.

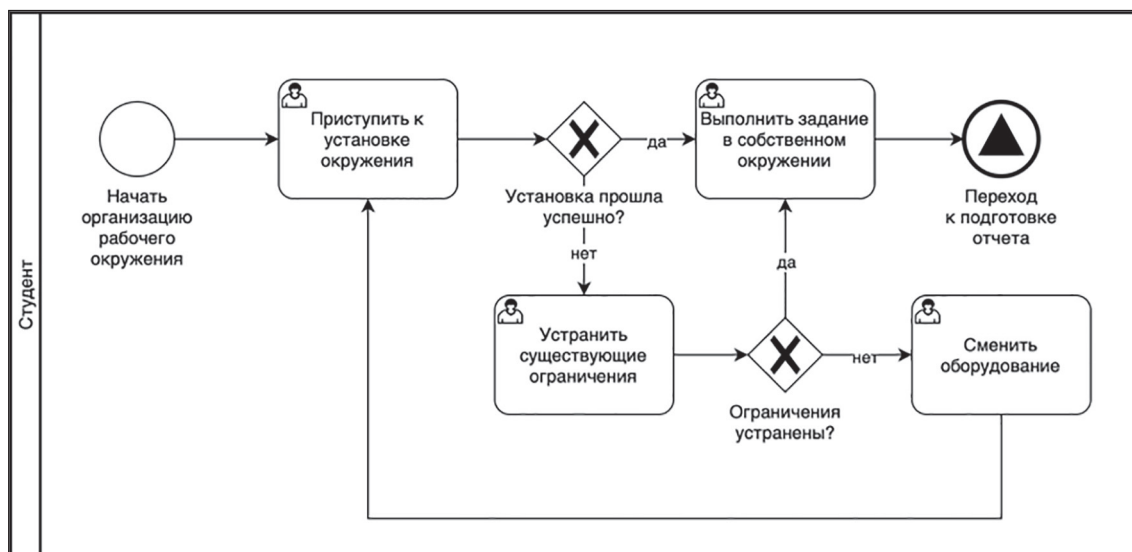


Рис. 2. Процесс настройки рабочего окружения
 Источник: составлено авторами по результатам анализа преподавательской практики в РАНХиГС

Многие удаленные лаборатории функционируют автономно, независимо от других учебных систем, что подтверждает данный вывод. В итоге текущая разрозненная модель снижает эффективность обучения, а значительная часть усилий студентов и преподавателей тратится на организационные и технические вопросы вместо концентрации на содержании лабораторных работ.

Выявленные проблемы во многом обусловлены тем, что возможности типичной LMS в области проведения практических занятий ограничены. Во время сравнительного анализа было установлено, что в стандартной функциональности Moodle отсутствуют средства для прямого запуска полноценных виртуальных машин. Чтобы предоставить студентам доступ к виртуальному стенду или эмуляции, требуется привлечение внешних сервисов или плагинов, так как штатными средствами Moodle не позволяет развернуть персональные экземпляры виртуальных машин (далее - VM) для каждого пользователя. Поддержка интерактивных практических занятий также минимальна, LMS отлично справляется с тестированием, размещением материалов, форумами и видеоконференциями, но не предоставляет встроенных инструментов для выполнения лабораторных сценариев без сторонних расширений. Кроме того, обнаружено отсутствие разграничения доступа в текущей модели лабораторных работ. Из-за того, что лабораторная инфраструктура функционирует отдельно, роль и права пользователя в LMS не переносятся

автоматически во внешнюю систему. В результате администраторы вынуждены выдавать студентам прямой доступ к лабораторным серверам, что создает риски для информационной безопасности. Таким образом, предоставление обучающимся прямого удаленного доступа к лабораторному оборудованию даже с ограниченными правами несет угрозы безопасности и считается нежелательным.

Система цифровых двойников [6] компьютерной лаборатории автоматически управляет жизненным циклом VM, а именно подготовкой образов, запуском VM по запросу, остановкой по завершении работы, а при необходимости удалением или сбросом окружения. Такой автоматизированный жизненный цикл позволяет избежать ручной работы преподавателей и администраторов по выдаче доступа и мониторингу состояний каждой VM. Внедрение цифрового двойника компьютерной лаборатории также решает проблему распределения ролей и прав студента, преподавателя и администратора в цифровом двойнике компьютерной лаборатории.

Разработанная архитектура виртуальной компьютерной лаборатории предусматривает передачу в лабораторную систему информации о роли пользователя в LMS, тем самым обеспечивая разграничение доступа. Таким образом, студент получает изолированную виртуальную машину с ограниченными правами. Все участники работают под своими учетными записями LMS, что облегчает управление пользователями.

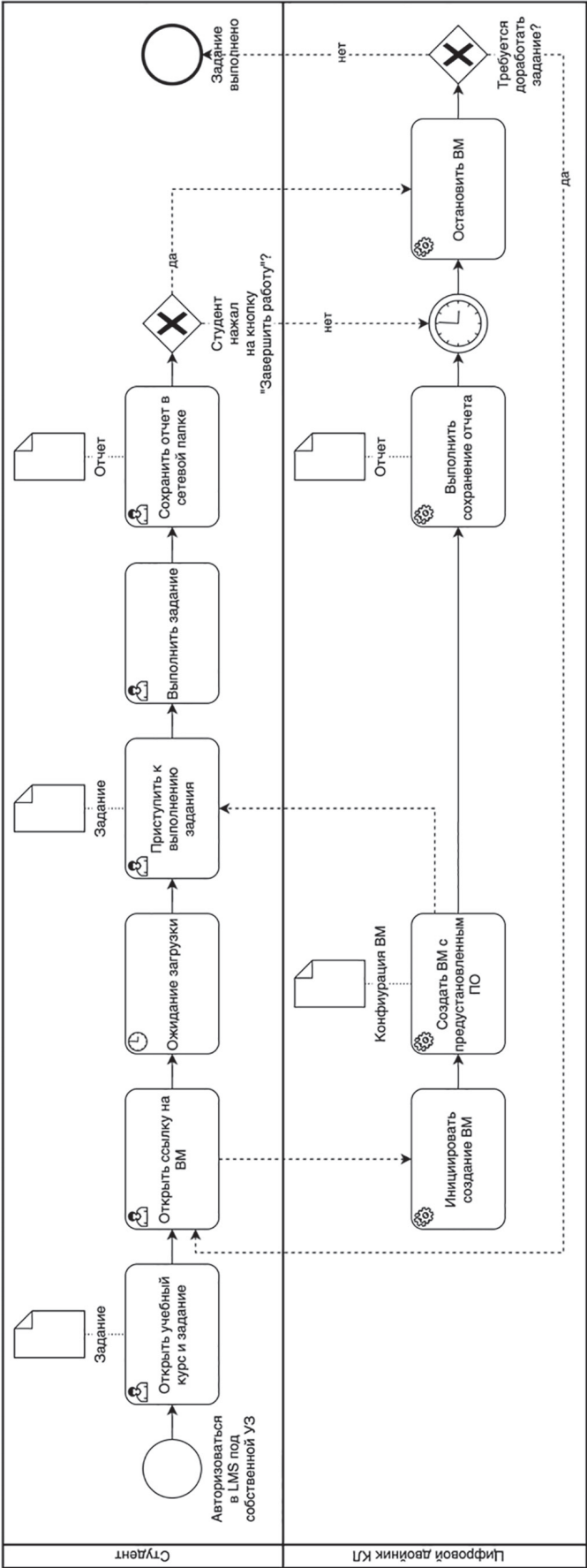


Рис. 3. Процесс для роли «Студент»
Источник: составлено авторами по результатам анализа преподавательской практики в RANXiG

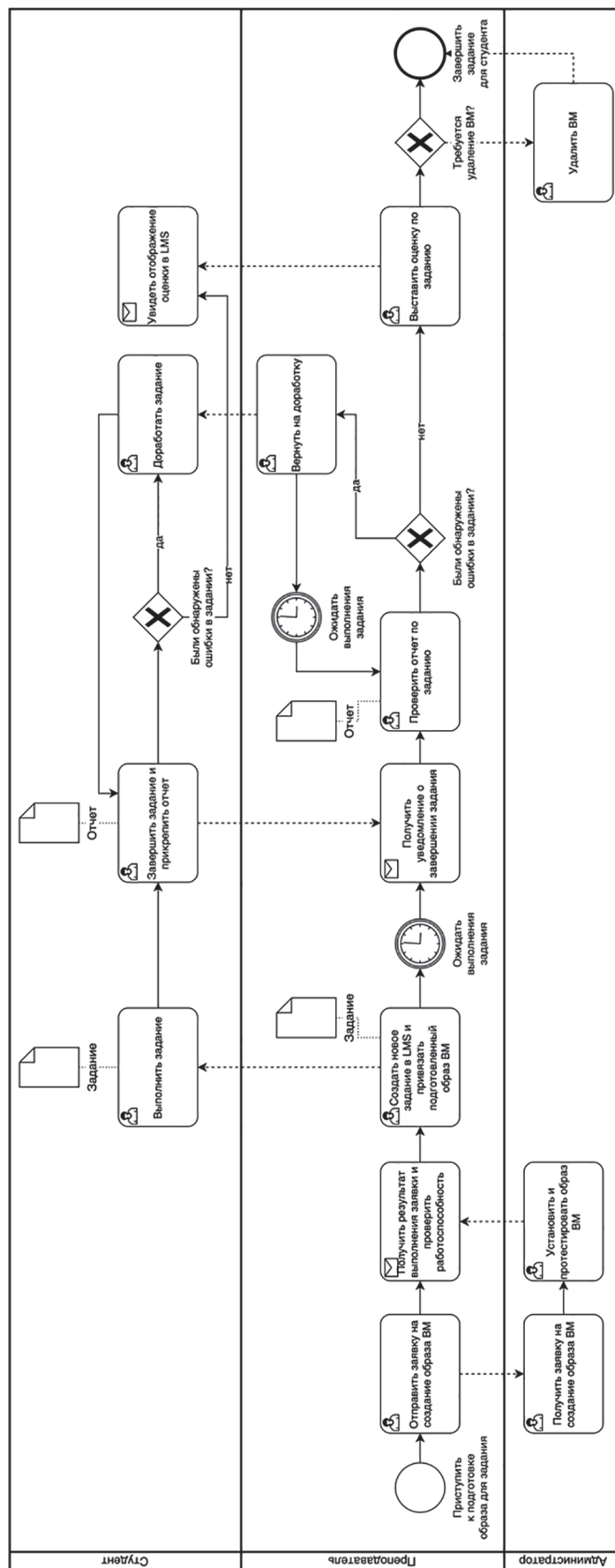


Рис. 4. Процесс для роли «Преподаватель»
 Источник: составлено авторами по результатам анализа преподавательской практики в РАНХиГС

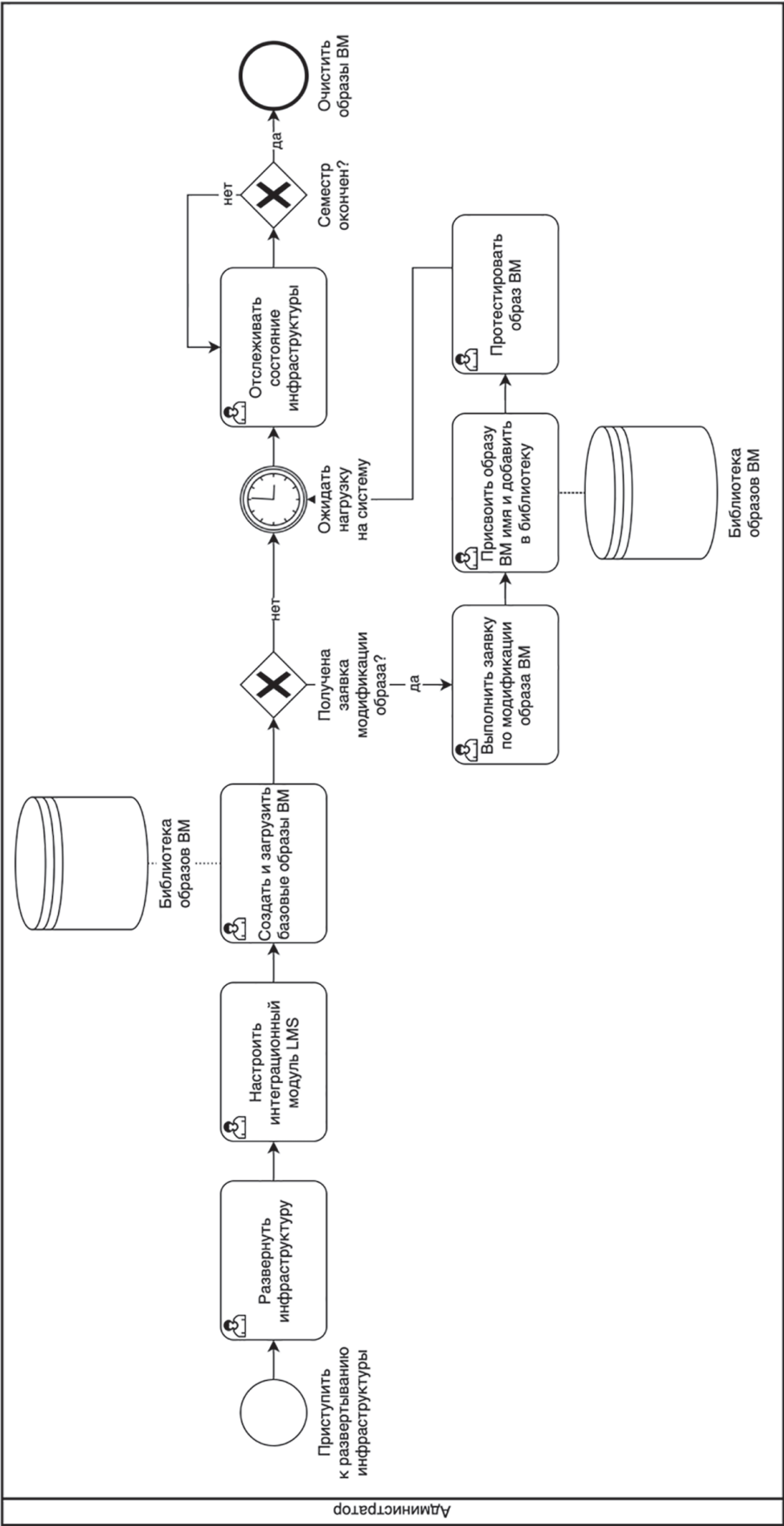


Рис. 5. Процесс для роли «Администратор»
Источник: составлено авторами по результатам анализа преподавательской практики в РАНХиГС

Отдельно были проработаны сценарии использования системы для каждой роли. На рис. 3 в новой модели студент авторизуется на платформе, запускает лабораторную работу из интерфейса курса и выполняет задания в открывшейся виртуальной среде, после чего прикрепляет отчет и завершает задание. Если студент не нажимает на кнопку завершить задание, то происходит остановка ВМ.

Преподаватель через LMS предварительно направляет заявку на создание требуемого образа ВМ для лабораторной работы, создает задание и настраивает параметры для лабораторной работы, получает отчетность по завершении выполнения задания со стороны студента и прикрепления отчета по заданию, далее, согласно представленному отчету, преподаватель выставляет оценку в кабинете LMS. Если в рамках проверки отчета о задании его требуется доработать, то преподаватель возвращает задание на доработку и ожидает исправленный отчет от студента. Процесс представлен на рис. 4.

Администратор управляет интеграцией и добавляет доступные типы лабораторий в систему, следит за нагрузкой на серверы виртуальных машин [13], контролирует распределение ресурсов. В рамках процесса, представленного на рис. 5, администратор разворачивает интегрированную инфраструктуру LMS и ВМ, создает требуемые образы и выполняет мониторинг нагрузки на сервер ВМ и LMS. По окончании семестра администратор очищает образы ВМ.

Таким образом, новая to be модель интеграции инфраструктуры ВМ и LMS обеспечивает полное технологическое и интерфейсное слияние LMS и виртуальных лабораторий, что позволяет устранить недостатки исходной схемы, а эксплуатация системы упрощается за счет автоматизации.

Предложенное решение превосходит текущую разобщенную модель по ряду показателей. Прежде всего, снижается лишняя нагрузка на студентов.

Во-вторых, все лабораторные работы выполняются в одном формате через LMS, что упрощает методическое сопровождение курсов.

В-третьих, интеграция обеспечивает централизованное управление доступом и ресурсами. Администраторы и преподаватели работают в единой системе, где автоматически синхронизируются данные пользователей [14, 15] и результаты лабораторных заданий, что повышает прозрачность и контроль.

Также интеграция виртуальных лабораторий в образовательный процесс положи-

тельно сказывается на качестве практико-ориентированного обучения. Студенты получают больше возможностей для непосредственного освоения навыков в безопасной виртуальной среде, что ведет к лучшему усвоению материала и результатам. Таким образом, предложенная модель не только решает обнаруженные недостатки, но и создает условия для более эффективного и современного образовательного процесса.

Заключение

Обобщены выявленные проблемы текущей организации лабораторных занятий в дистанционном формате и подтверждена необходимость системной интеграции LMS и виртуальных лабораторий для их решения. Подчеркнута значимость предложенной целевой модели в повышении качества дистанционного образования.

Внедрение систем виртуальных компьютерных лабораторий находится в русле государственной политики по созданию современной цифровой образовательной среды.

Создание моделей процессов позволило выявить места возможных усовершенствований и четко регламентировать взаимодействие между ролями.

Функциональный анализ, проведенный в данной работе, подтверждает, что интеграция виртуальных компьютерных лабораторий в LMS является перспективным путем повышения качества управления организацией дистанционного обучения. Создавая виртуальные учебные пространства, максимально приближенные по возможностям к реальным лабораториям, вузы смогут готовить студентов-практиков в цифровом формате, не уступая очной форме. Это особенно актуально для подготовки специалистов в области информационных технологий и инженерии, где практика является обязательной частью обучения. Реализация разработанных моделей интеграции LMS с виртуальными компьютерными лабораториями будет способствовать достижению целей образовательных стандартов и национальных программ в части цифровой трансформации образования, а также обеспечит устойчивость системы высшего образования перед внешними вызовами, требующими оперативного перехода на дистанционные технологии.

Список литературы

1. Орехова Е.В., Ромашкова О.Н. Управление системой мониторинга и оценки компетенций // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2020. № 04. С. 110–115. DOI: 10.37882/2223-2966.2020.04.32. EDN: UKHJGH.

2. Астафьев А.Ю. Обновление образовательной парадигмы в условиях перехода вузов на электронное обучение и использование дистанционных образовательных технологий // Вестник ВГУ. Серия: Право. 2021. № 1. С. 316–326. DOI: 10.17308/vsu.proc.law.2021.1/3275.
3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования: приказы и методические материалы [Электронный ресурс]. URL: https://fgosvo.ru/uploadfiles/prikl_bak/sobolev.pdf (дата обращения: 29.05.2025).
4. Ponomareva L.A., Chiskidov S.V., Romashkova O.N. Instrumental implementation of the educational process model to improve the rating of the universities // CEUR Workshop Proceedings. 2019. P. 92–101. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2407/paper-10-120.pdf>. (дата обращения: 23.07.2025). EDN: DTAJFU.
5. Kapterev A.I., Romashkova O.N. Challenges for Russian ecosystem of higher education for on board communications // 2019 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, SOSG 2019. (Moscow, 20–21 March 2019). Moscow, 2019. EDN: QNPIXC. DOI: 10.1109/SOSG.2019.8706719.
6. Малушко Е.Ю., Лизунков В.Г. Система электронного образования как инструмент повышения конкурентоспособности специалиста в условиях цифровой экономики // Вестник Мининского университета. 2020. Т. 8. № 2. С. 45–53. URL: <https://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/1083> (дата обращения: 23.06.2025).
7. Object Management Group. Business Process Model and Notation (BPMN). Version 2.0.2. Formal/2022-01-03. URL: <https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0.2/> (дата обращения: 08.06.2025).
8. Карандашев Г.В. Система Moodle в образовательной деятельности вуза // Ярославский педагогический вестник. 2022. № 3 (126). С. 64–70. DOI: 10.20323/1813-145X-2022-3-126-64-70.
9. Лавриненко И.Ю. Перспективы использования LMS в рамках современного высшего образования // Концепт. 2023. № 1 С. 17–35. URL: <http://e-koncept.ru/2023/231002.htm> (дата обращения: 05.06.2025).
10. Алехина Н.В., Калугина Е.В. Цифровое образовательное пространство в современном вузе // Современные проблемы науки и образования. 2023. № 5. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=32971> (дата обращения: 17.05.2025). DOI: 10.17513/spno.32971.
11. Сениченков Ю.Б. Виртуальные лаборатории: использование, разработка, стандартизация // Компьютерные инструменты в образовании. 2022. № 3. С. 108–130. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnye-laboratorii-ispolzovanie-razrabotka-standartizatsiya> (дата обращения: 05.06.2025). DOI: 10.32603/2071-2340-2022-3-108-132.
12. Гурьева Т.Н., Шарабаева Л.Ю., Атаян А.М. О возможности использования цифровых двойников в высшем образовании // Современные проблемы науки и образования. 2023. № 5. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=32986> (дата обращения: 02.06.2025). DOI: 10.17513/spno.32986.
13. Михеева Е.О., Ромашкова О.Н. Цифровой двойник компьютерной лаборатории // Междисциплинарные проблемы человеко-машинного взаимодействия: Сб. науч. ст. / Отв. ред. В.Г. Иванов. М.: ОнтоПринт, 2023. С. 107–110. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50282136> (дата обращения: 11.05.2025).
14. Захаров Я.В., Федин Ф.О., Ромашкова О.Н. Разработка требований к автоматизированной системе оценивания результатов инновационной деятельности образовательной организации // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2021. № 6. С. 96–101. EDN: IWJMMC. DOI: 10.37882/2223-2966.2021.06.18.
15. Золотов Д.А., Коваленко А.Н., Петина М.А., Путьцева Н.П. Об использовании виртуальных лабораторных работ в онлайн-образовании // Научный результат. Информационные технологии. 2020. Т. 5. № 4. С. 26–30. DOI: 10.18413/2518-1092-2020-5-4-0-4.

УДК 004.383.4:631.338.4
DOI 10.17513/snt.40440

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ И ВОДОСНАБЖЕНИЯ АЭРОАКВАПОННОЙ УСТАНОВКИ

Нечипоренко А.Ю., Пиотровский Д.Л.

ФГБОУ ВО «Российский технологический университет», Москва,
e-mail: piotrovsky2005@yandex.ru

В работе представлено исследование по разработке имитационной модели системы вентиляции и водоснабжения для аэроаквапонной установки. Исследование включает математическое моделирование процессов теплообмена в условиях выращивания картофеля в аэроаквапонной установке. Разработана комплексная модель, включающая системы управления компрессорно-конденсаторным блоком, трубчатыми электронагревателями и парогенератором. Эти элементы играют ключевую роль в поддержании оптимальных температурных и влажностных режимов внутри установки. Определены оптимальные технологические параметры работы системы для различных режимов функционирования: осушения, увлажнения и поддержания заданных параметров микроклимата. В ходе исследования получены коэффициенты настройки пропорционально-интегральных регуляторов для управления клапанами бассейна, компрессорно-конденсаторным блоком, трубчатыми электронагревателями и парогенератором. Эти коэффициенты обеспечивают точное и эффективное регулирование, что позволяет минимизировать отклонения от заданных параметров и поддерживать стабильность микроклимата. Установлены критические параметры системы, включая минимальный порог положения клапанов водоснабжения. Практическая значимость работы заключается в создании эффективного инструмента для анализа и оптимизации работы систем микроклимата аэроаквапонных установок. Это способствует повышению их энергоэффективности и продуктивности, что открывает новые возможности для сельского хозяйства и позволяет более рационально использовать ресурсы при выращивании сельскохозяйственных культур в контролируемых условиях.

Ключевые слова: аэроаквапоника, имитационная модель, система вентиляции, система водоснабжения, математическое моделирование, микроклимат, теплообмен, автоматическое управление

DEVELOPMENT OF SIMULATION MODEL OF VENTILATION AND WATER SUPPLY SYSTEM OF AERO AQUAPONIC INSTALLATION

Nechiporenko A.Yu., Piotrovskiy D.L.

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

The paper presents a study on the development of a simulation model of ventilation and water supply system for aero aquaponic plant. The study includes mathematical modeling of heat and mass transfer processes under conditions of potato growing in aero aquaponic plant. A complex model including control systems of compressor-condenser unit, tubular electric heaters and steam generator is developed. These elements play a key role in maintaining optimal temperature and humidity conditions inside the plant. Optimal technological parameters of the system operation for different modes of functioning: dehumidification, humidification and maintenance of specified microclimate parameters are determined. In the course of the research the adjustment coefficients of proportional-integral regulators for controlling the basin valves, compressor-condenser unit, tubular electric heaters and steam generator were obtained. These coefficients provide accurate and efficient regulation, which allows minimizing deviations from the set parameters and maintaining microclimate stability. Critical system parameters are established, including the minimum position threshold of the water supply valves. The practical significance of the work lies in the creation of an effective tool for analysis and optimization of microclimate systems of aero aquaponic plants. This contributes to improving their energy efficiency and productivity, which opens new opportunities for agriculture and allows for a more rational use of resources in growing crops under controlled conditions.

Keywords: aeroaquaponics, simulation model, ventilation system, water supply system, microclimate, mathematical modeling, heat and mass transfer, automatic control

Введение

В современных условиях развития сельскохозяйственной отрасли особую актуальность приобретает разработка инновационных технологий выращивания сельскохозяйственных культур [1, 2]. Одним из перспективных направлений является аэроаквапоника [3, 4] – интегрированная система, объединяющая принципы аэропо-

ники и аквакультуры, позволяющая существенно повысить эффективность производства сельскохозяйственной продукции.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью создания энергоэффективных систем микроклимата для аэроаквапонных установок, обеспечивающих оптимальные условия выращивания растений и содержания гидробионтов [5, 6].

Существующие решения [7, 8] не всегда позволяют достичь требуемого уровня автоматизации и контроля параметров среды, что негативно сказывается на продуктивности системы в целом.

Методы исследования включают математическое моделирование [9], численные методы расчета параметров микроклимата, построение психометрических диаграмм [10], а также методы компьютерного моделирования систем автоматического управления.

Научная новизна работы заключается в разработке комплексного подхода к моделированию систем микроклимата [11] аэроаквапонных установок с учетом сезонных изменений внешних условий и фаз развития растений. Предложенная методика позволяет создать адаптивную систему управления, обеспечивающую оптимальные условия выращивания сельскохозяйственных культур [12, 13].

Цель исследования – получение имитационной модели системы вентиляции и водоснабжения для анализа их работы в условиях аэроаквапонной установки.

Материалы и методы исследования

Все исследования проводились на базе РТУ МИРЭА, расположенного по адресу: г. Москва, пр-т Вернадского, д.78.

В ходе исследования был применен комплексный подход к математическому моделированию процессов тепломассообмена в аэроаквапонной установке [14]. Исследование включало численные методы расчета параметров микроклимата, построение психометрических диаграмм Молье и компьютерное моделирование систем автоматического управления. Особое внимание было уделено разработке и настройке пропорционально-интегральных регуляторов для управления клапанами бассейна, компрессорно-конденсаторным блоком, трубочатыми электронагревателями и парогенератором [15]. Методология исследования учитывала реальные параметры системы: объем помещения до 1000 м³, количество растений (100 кустов картофеля), характеристики теплового излучения и параметры испарения влаги при различных сезонных условиях. В результате был создан комплексный инструмент для анализа и оптимизации работы систем микроклимата аэроаквапонных установок.

Результаты исследования и их обсуждение

Исходными данными будем считать помещение объемом до 1000 м³, поделенное пополам, с одной сотней кустов картофеля.

При этом учитываем, что весь объем помещения должен продуваться не менее чем за час. Также примем во внимание, что верхняя зона получает инфракрасное тепловое излучение в размере 150 Вт, а также каждый куст картофеля в активной фазе вегетации выделяет до 1,8 л воды в час, и поскольку происходит адиабатическое увлажнение, то температура соответственно снижается. Для зимнего периода Центрального федерального округа России принимаем значение энтальпии 29,3, а среднесуточной температуры -26 °С, для летнего периода энтальпия равняется 54, а среднесуточная температура 26 °С [7].

На основе полученных ранее данных [3] и выдвинутых технических условиях для каждой из фаз [5] каждой зоны предлагается произвести полный расчет микроклимата. В табл. 1 представлен расчет для верхней камеры на первой фазе зимой.

Рассмотрим подробнее действия в расчете. Под номером 1 описаны параметры воздуха, поступающие непосредственно в помещение, другими словами – требования. Под номером 2 указывается воздух на выходе из помещения после воздействия ламп. Эти данные переписываются в столбик 6, а в столбике 5 указываются среднесуточные параметры зимой, указанные ранее как требования. Да, эти параметры могут быть и другими, но система изначально разрабатывается на средние (максимальные по модулю) значения. В столбике 7 отображаются параметры воздуха в камере смешивания. Так как нет острой необходимости перегонять весь воздух целиком, большая его часть сохраняется в системе, тем самым экономя ресурсы и стабилизируя систему от скачков. В столбике 8 отображаются параметры воздуха после нагрева, как мы видим, в результате нагрева стремительно падает влажность, что соответствует значениям, полученным на психометрической диаграмме Молье, представленным на рис. 1 слева. В столбике 9 отображается воздух после его увлажнения парогенератором, что полностью соответствует требованиям в столбике 1.

В табл. 2 представлен расчет для летнего времени при тех же фазе и помещении.

Первые семь столбиков по своей сути являются похожими, только имеют другие значения. В столбике 8 происходит процесс охлаждения с побочным осушением воздуха, что компенсируется парогенератором в столбике 9. Психометрическая диаграмма Молье для данного процесса представлена на рис. 1 справа.

Далее рассмотрим расчет для второй фазы зимнего периода (табл. 3).

Таблица 1

Расчет для верхней камеры на первой фазе зимой

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Температура	°C	23,0	23,9			-26	23,9	4,8	23	23
Влажность	%	52	49			100	49	100	31	52
Влагосодержание	г/кг	9,2	9,2			0,4	9,2	5,4	5,4	9,2
Энтальпия	кДж/кг	46,7	47,6			-25,4	47,5	18,3	36,9	46,7
Расход	м³/ч	500	500			200	300	500	500	500

Источник: составлено авторами.

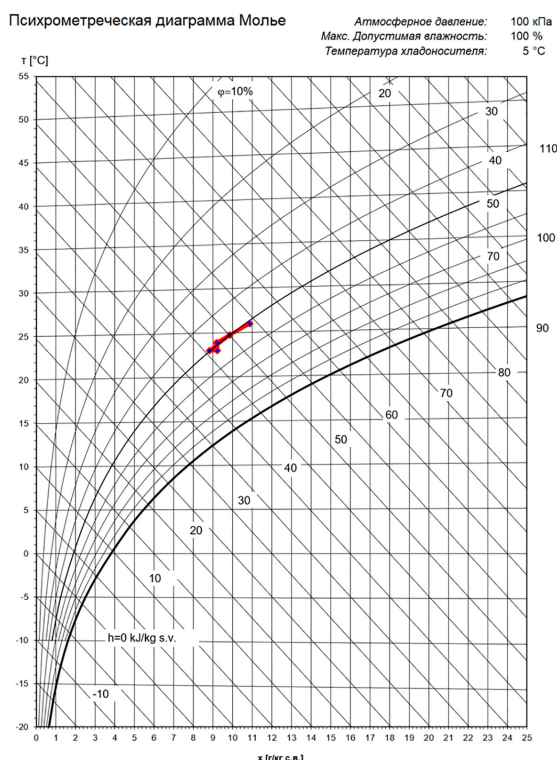
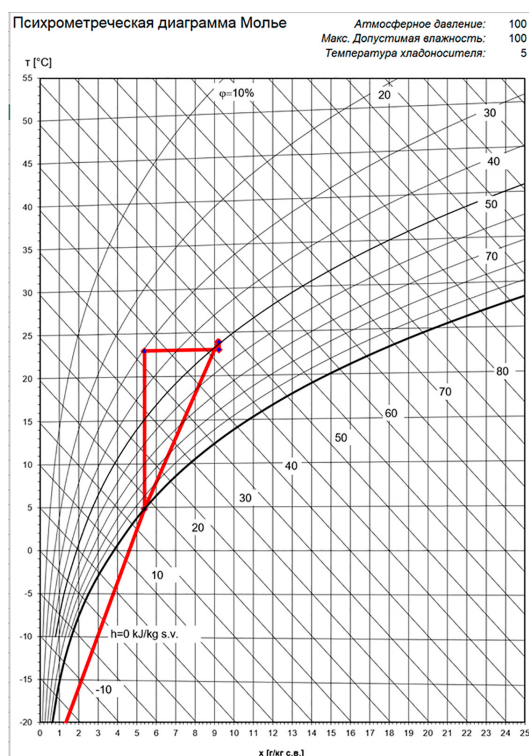
Рис. 1. Психометрическая диаграмма Мольте для верхней камеры на первой фазе
Источник: составлено авторами

Таблица 2

Расчет для верхней камеры на первой фазе летом

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Температура	°C	23,0	23,9			26	23,9	24,7	23	23
Влажность	%	52	49			51	49	50	50	52
Влагосодержание	г/кг	9,2	9,2			10,9	9,2	9,9	8,8	9,2
Энтальпия	кДж/кг	46,7	47,6			54	47,5	50,1	45,7	46,7
Расход	м³/ч	500	500			200	300	500	500	500

Источник: составлено авторами.

Как видно в таблице, помимо подогрева от ламп происходит адиабатическое увлажнение в столбике 3, что обусловлено ранее описанным испарением влаги с поверхности листьев картофеля.

Далее рассмотрим расчет для второй фазы летнего периода (табл. 4).

Несмотря на то, что после смешивания воздуха температура ниже уставки в столбике 8 происходит охлаждение воздуха,

но уже с целью осушения, компенсируя температуру в столбике 9 нагревателем. Психометрические диаграммы Молье соответствующие фазе 2 представлены на рис. 2.

В табл. 5 и 6 представлены расчеты для третьей фазы зимой и летом соответственно, а диаграммы отличаются лишь численно, поэтому рассмотрению не подлежат.

Таблица 3

Расчет для верхней камеры на второй фазе зимой

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Температура	°C	21,0	21,9	17,4		-26	17,4	3,6	21	21,0
Влажность	%	54	51	82		100	82	100	32	54
Влагосодержание	г/кг	8,5	8,5	10,3		0,4	10,3	4,9	4,9	8,5
Энтальпия	кДж/кг	42,7	43,6	43,6		-25,4	43,6	16,1	33,8	42,7
Расход	м³/ч	500	500	500		200	300	500	500	500

Источник: составлено авторами.

Таблица 4

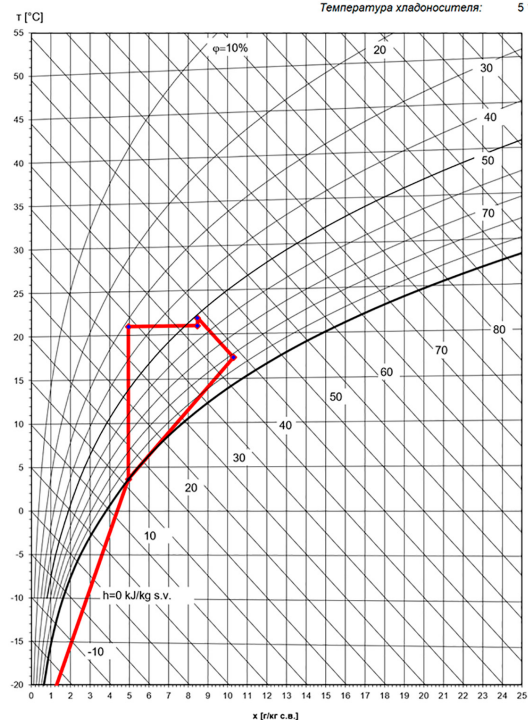
Расчет для верхней камеры на второй фазе летом

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Температура	°C	21,0	21,9	17,4		26	17,4	20,8	18,2	21,0
Влажность	%	54	51	82		51	82	68	64	54
Влагосодержание	г/кг	8,5	8,5	10,3		10,9	10,3	10,5	8,5	8,5
Энтальпия	кДж/кг	42,7	43,6	43,6		54	43,6	47,8	39,8	42,7
Расход	м³/ч	500	500	500		200	300	500	500	500

Источник: составлено авторами.

Психометрическая диаграмма Молье

Атмосферное давление: 100 кПа
Макс. Допустимая влажность: 100 %
Температура хладоносителя: 5 °C



Психометрическая диаграмма Молье

Атмосферное давление: 100 кПа
Макс. Допустимая влажность: 100 %
Температура хладоносителя: 5 °C

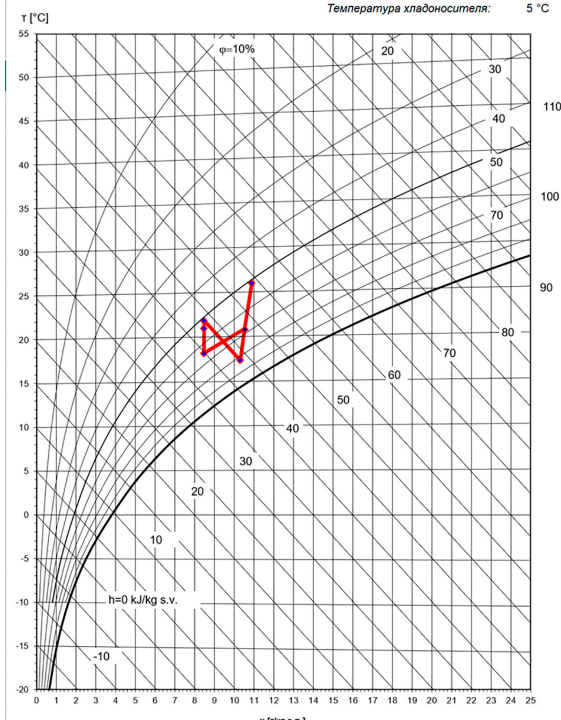


Рис. 2. Психометрическая диаграмма Молье для верхней камеры на второй фазе
Источник: составлено авторами

Таблица 5

Расчет для верхней камеры на третьей фазе зимой

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Температура	°С	19	19,9	15,3		-26	15,3	1,8	19	19
Влажность	%	51	48	81		100	81	100	32	51
Влагосодержание	г/кг	7,1	7,1	8,9		0,4	8,9	4,4	4,4	7,1
Энтальпия	кДж/кг	37,1	38	38		-25,4	38	12,8	30,2	37,1
Расход	м³/ч	500	500	500		200	300	500	500	500

Источник: составлено авторами.

Таблица 6

Расчет для верхней камеры на третьей фазе летом

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Температура	°С	19	19,9	15,3		26	15,3	19,6	16,2	19
Влажность	%	51	48	81		51	81	67	60	51
Влагосодержание	г/кг	7,1	7,1	8,9		10,9	8,9	9,7	7	7,1
Энтальпия	кДж/кг	37,1	38	38		54	38	44,4	34	37,1
Расход	м³/ч	500	500	500		200	300	500	500	500

Источник: составлено авторами.

Таблица 7

Расчет для нижней камеры зимой

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Температура	°С	-26	14	14						
Влажность	%	100	4	50						
Влагосодержание	г/кг	0,4	0,4	85						
Энтальпия	кДж/кг	-25,4	15	26,8						
Расход	м³/ч	500	500	500						

Источник: составлено авторами.

Таблица 8

Расчет для нижней камеры летом

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Температура	°С	26	14	14						
Влажность	%	51	36	50						
Влагосодержание	г/кг	10,9	3,6	5						
Энтальпия	кДж/кг	54	23,1	26,8						
Расход	м³/ч	500	500	500						

Источник: составлено авторами.

Расчеты для нижней камеры существенно проще, так как камера смешивания отсутствует в силу огромного количества влаги на выходе из системы и, как показано в табл. 7 и 8, составляет всего 3 столбца. Для зимнего периода исходный воздух подогревается и увлажняется, а для летнего охлаждается и увлажняется соответственно.

Диаграмма Молье на данных рисунках имеет простейшую прямолинейную форму и в демонстрации не нуждается.

На основании полученных в ходе аналитического исследования количественных данных (табл. 1–8), отражающих динамику изменения параметров микроклимата в различных фазах и климатических условиях,

осуществим переход к имитационному моделированию функционирования системы, численно повторяющему ранее полученные значения в реперных точках.

В рамках оптимизации параметров ПИ-регулятора представляется целесообразным сформулировать локальный критерий, учитывающий как быстроедействие системы, так и качество переходного процесса. Данный критерий заключается в минимизации времени достижения установившегося режима при строгом соблюдении условия монотонности переходного процесса, исключающей возникновение колебаний. Математически это можно представить как задачу оптимизации, где целевая функция включает время регулирования и штрафные функции за отклонение от монотонного поведения системы. Такой подход позволяет достичь оптимального баланса между скоростью реакции регулятора и устойчивостью системы управления, что особенно важно при работе с объектами, чувствительными к колебаниям регулируемой величины или при работе с объектами, имеющими большую инертность, например, при работе ККБ [10, 11].

Для получения коэффициентов ПИ регулятора воспользуемся блоком «Оптимизатор» пакета SimInTech, параметры которого представлены на рис. 3.

Проанализируем имитационную модель, иллюстрирующую функционирование компрессорно-конденсаторного блока (ККБ) и трубчатого электронагревателя (ТЭН) в контексте вентиляционной установки для аэроавапонной системы, как представлено на рис. 4.

Если необходимо выполнить задачу поддержания температуры внутри системы, то достаточно функционирования лишь одного из блоков, при этом уставка будет совпадать. График работы, соответствующий данному примеру, представлен на рис. 4.

Стоит отметить, что трубчатый электронагреватель (ТЭН) не активен, в то время как компрессорно-конденсаторный блок (ККБ) функционирует и поддерживает заданную температуру. Однако также важно контролировать уровень влажности. Для увлажнения воздуха необходимо внедрить отдельный пропорционально-интегральный (ПИ) регулятор. В случае осушения можно использовать зависимость влажности от температуры через диаграмму Молье.

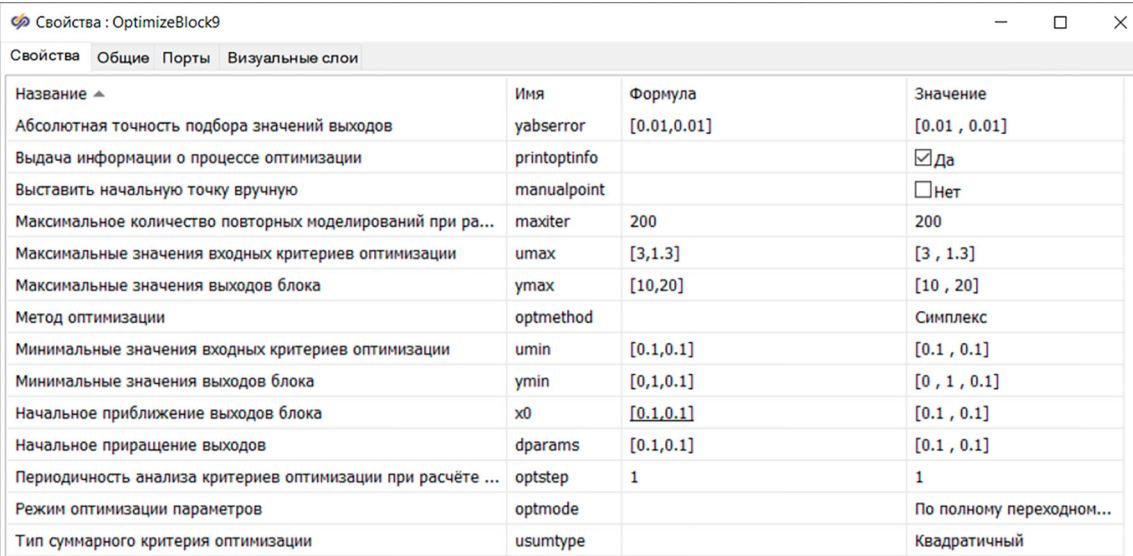
Как следует из приведенного примера, для достижения необходимого уровня влажности требуется переохлаждение воздуха до 18,2 °С, после чего его следует вернуть к установленным значениям при 21 °С.

В результате моделирования был получен график, представленный на рис. 5.

Если требуется увеличение влажности воздуха, то необходимо использовать парогенератор, поскольку, в отличие от адиабатического увлажнителя воздуха, он не влияет на температуру воздуха.

Для функционирования парогенератора требуется подача воды через клапан, управляемый пропорционально-интегральным (ПИ) регулятором. Чем больше воды содержится в баке с графитовыми стержнями, тем интенсивнее происходит выделение пара.

В результате моделирования был получен график, представленный на рис. 6.



Название	Имя	Формула	Значение
Абсолютная точность подбора значений выходов	yabserror	[0.01,0.01]	[0.01 , 0.01]
Выдача информации о процессе оптимизации	printoptinfo		☒ Да
Выставить начальную точку вручную	manualpoint		☐ Нет
Максимальное количество повторных моделирований при ра...	maxiter	200	200
Максимальные значения входных критериев оптимизации	umax	[3,1.3]	[3 , 1.3]
Максимальные значения выходов блока	ymax	[10,20]	[10 , 20]
Метод оптимизации	optmethod		Симплекс
Минимальные значения входных критериев оптимизации	umin	[0.1,0.1]	[0.1 , 0.1]
Минимальные значения выходов блока	ymin	[0,1,0.1]	[0 , 1 , 0.1]
Начальное приближение выходов блока	x0	[0.1,0.1]	[0.1 , 0.1]
Начальное приращение выходов	dparams	[0.1,0.1]	[0.1 , 0.1]
Периодичность анализа критериев оптимизации при расчёте ...	optstep	1	1
Режим оптимизации параметров	optmode		По полному переходном...
Тип суммарного критерия оптимизации	usumtype		Квадратичный

Рис. 3. Настройка блока «Оптимизатор»

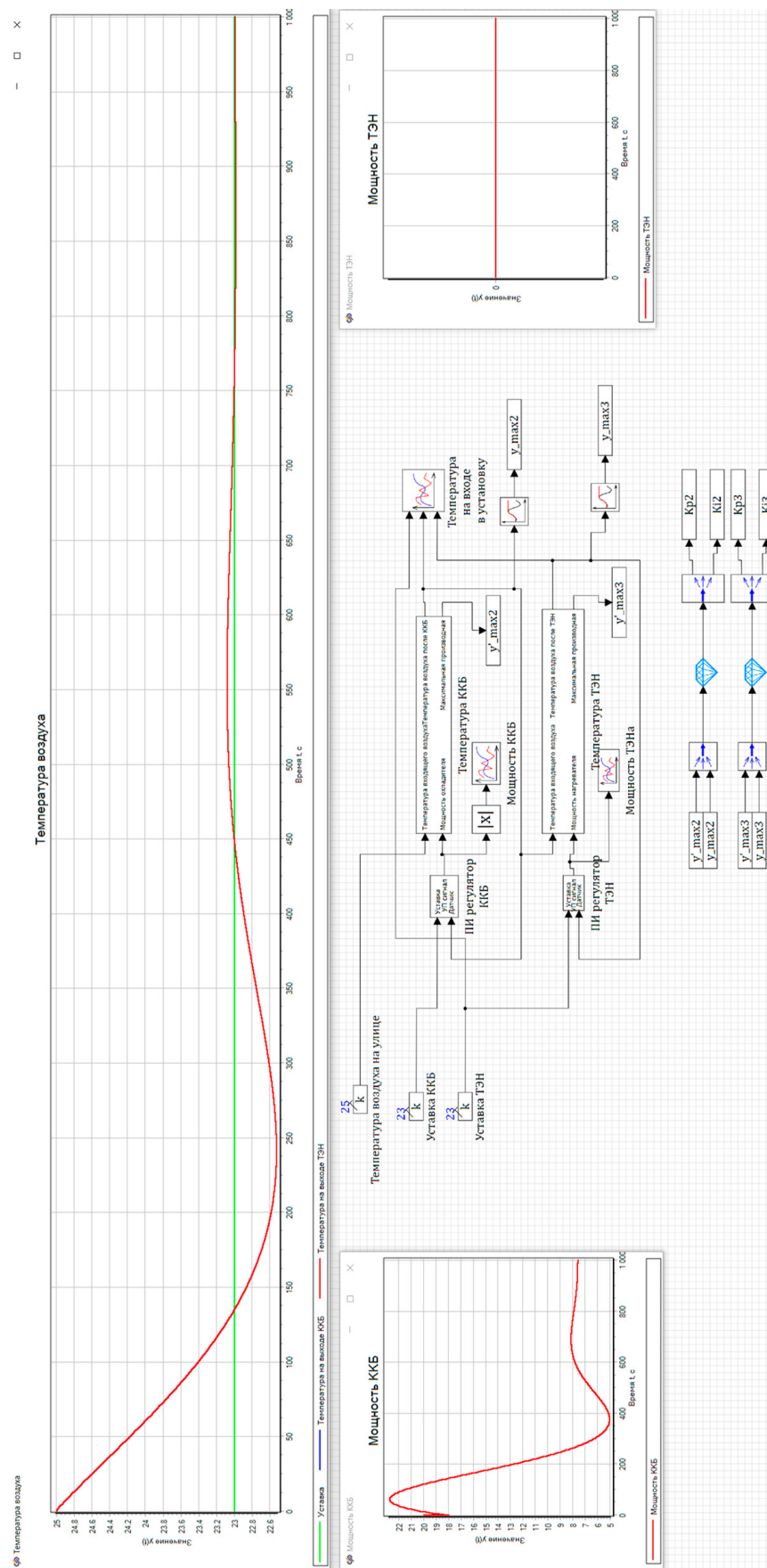


Рис. 4. Имитационная модель работы ККБ и ТЭН с графиками
 Источник: составлено авторами

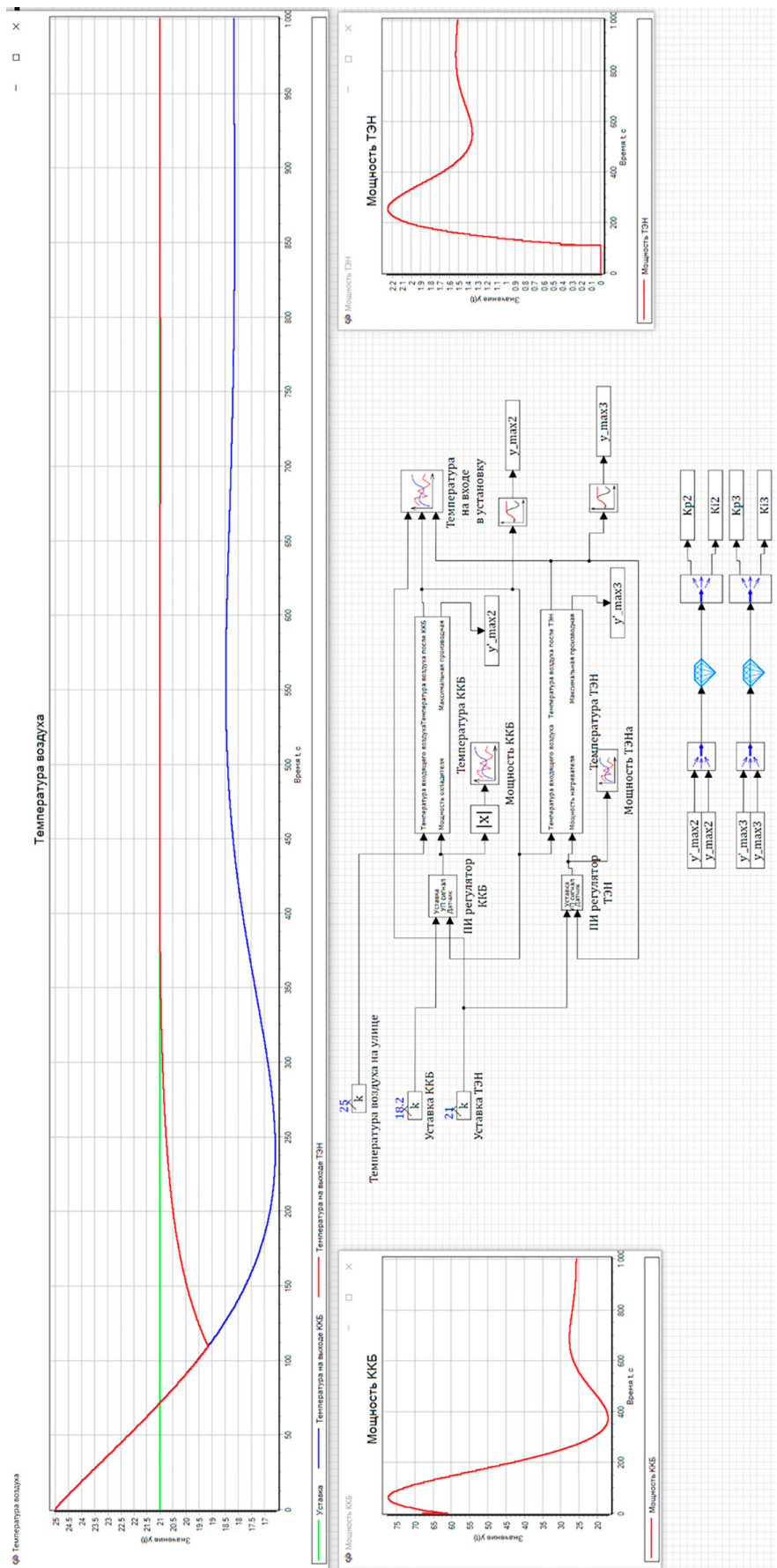


Рис. 5. Моделирование системы при осушении
Источник: составлено авторами

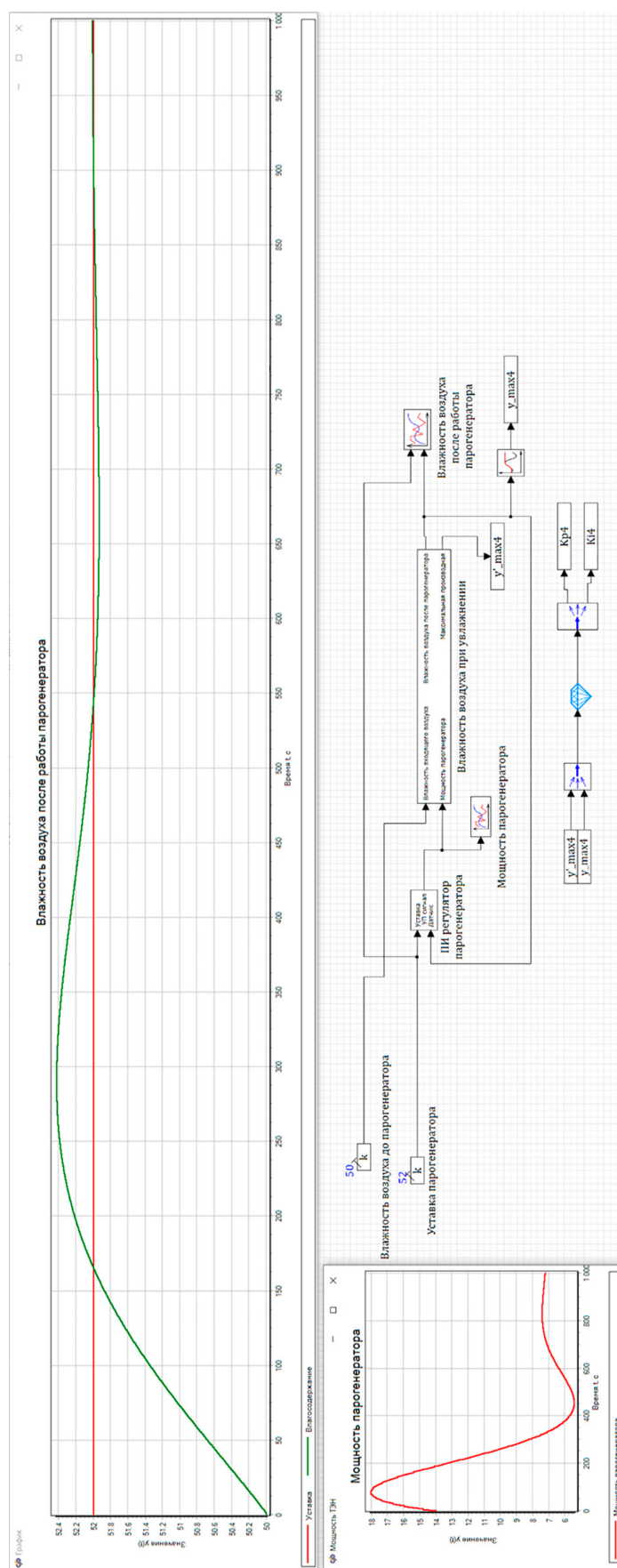


Рис. 6. Моделирование системы при увлажнении
 Источник: составлено авторами

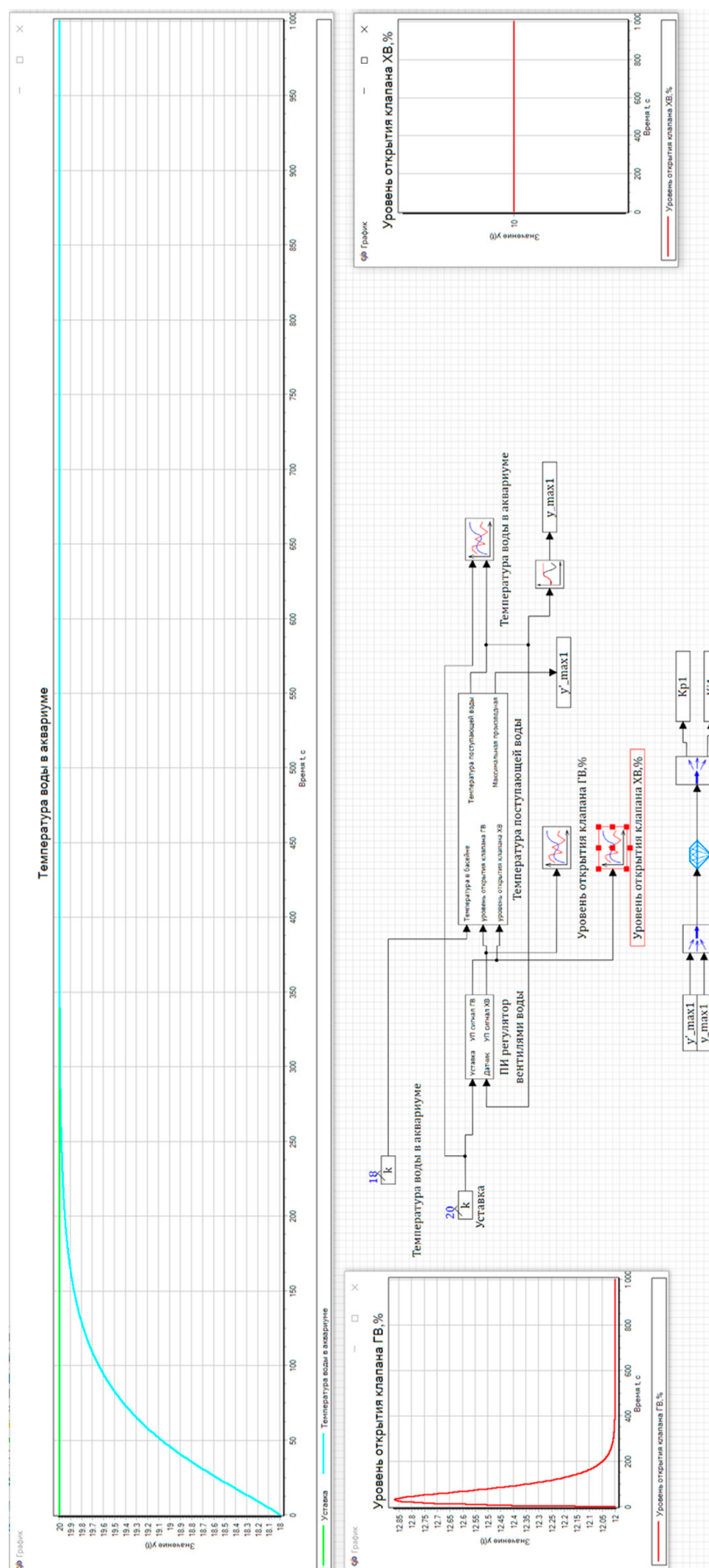


Рис. 7. Моделирование системы долива воды в аквариум
 Источник: составлено авторами

Моделирование системы подачи воды в аквариум представлено на рис. 7.

Важно подчеркнуть, что для клапанов горячего и холодного водоснабжения (ГВ и ХВ) установлен минимальный порог в 10% от их максимальной пропускной способности. Это обусловлено необходимостью не только поддержания заданной температуры, но и обеспечения стабильного уровня воды в системе.

При достижении требуемой температуры система может столкнуться с ограничением, связанным с невозможностью дальнейшего добавления воды при текущем минимальном протоке. Таким образом, минимальный порог положения клапана в 10% становится критическим параметром, обеспечивающим баланс между поддержанием температуры и уровнем воды в системе.

В результате моделирования и работы блока «Оптимизатор» были получены следующие коэффициенты для ПИ регуляторов:

- для клапанов бассейна $P = 6$; $I = 0,1$;
- для ККБ $P = 9$; $I = 0,15$;
- для ТЭН $P = 9$; $I = 0,15$;
- для парогенератора $P = 7$; $I = 0,1$.

Закключение

В ходе проведенного исследования была успешно разработана комплексная имитационная модель системы вентиляции и водоснабжения для аэроаквапонной установки. На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы:

– Создана имитационная модель, учитывающая особенности тепломассообмена в различных зонах установки, включая верхнюю и нижнюю камеры, а также систему подачи воды в аквариум.

– Проведено моделирование работы основных компонентов системы: компрессорно-конденсаторного блока (ККБ), трубчатого электронагревателя (ТЭН) и парогенератора. Определены оптимальные режимы их функционирования в зависимости от сезонных условий и фаз развития растений.

– Установлены критические параметры системы, включая минимальный порог положения клапанов горячего и холодного водоснабжения (10% от максимальной пропускной способности), обеспечивающий баланс между поддержанием температуры и уровнем воды в системе.

Список литературы

1. Терентьева Е.В., Ткаченко О.В. Аэропонный способ получения мини-клубней картофеля // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2017. № 1. С. 75–84. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aeroponnyy-sposob-polucheniya-mini-klubney-kartofelya> (дата обращения: 19.05.2025).
2. Терентьева Е.В., Ткаченко О.В. Получение мини-клубней картофеля аэропонным способом // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2018. № 4. С. 61–72. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/poluchenie-mini-klubney-kartofelya-aeroponnyy-sposobom> (дата обращения: 19.05.2025).
3. Нечипоренко А.Ю., Пиотровский Д.Л. Математическое моделирование процесса аэроаквапонии с определением оптимальных технологических параметров // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 11. С. 75–79. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=40213> (дата обращения: 19.05.2025). DOI: 10.17513/snt.40213. EDN: KUOUYZ.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024686770 Российская Федерация. Программа расчета оптимальных параметров функции множества переменных: № 2024686186: заявл. 02.11.2024; опубл. 12.11.2024 / А.Ю. Нечипоренко, Д.Л. Пиотровский, А.С. Кладов. EDN: OLTNDH.
5. Эскобар Х.П., Сандоваль А.А., Биензи П.М., Саласар Х.Д. Здания вертикальных ферм в умных городах // Системные технологии. 2020. № 1 (34). С. 73–76. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zdaniya-vertikalnyh-ferm-v-umnyh-gorodah> (дата обращения: 19.05.2025). EDN: TURTJR.
6. Мартиросян Ю.Ц., Кособрюхов А.А., Мартиросян В.В. Аэропонные технологии в безвирусном семеноводстве – преимущества и перспективы // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 10. С. 47–51. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aeroponnye-tehnologii-v-bezvirusnom-semenovodstve-preimushchestva-i-perspektivy> (дата обращения: 19.05.2025). EDN: WWRMXX.
7. Сашина А.Д., Березина А.О., Майданов Н.А., Алимурадов А.К. Обзор способов и перспективы развития информационно-измерительных и управляющих систем выращивания растений в условиях городской среды // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. 2023. № 4 (46). С. 32–42. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-sposobov-i-perspektivy-razvitiya-informatsionno-izmeritelnyh-i-upravlyayuschih-sistem-vyraschivaniya-rasteniy-v-usloviyah> (дата обращения: 19.05.2025). DOI: 10.21685/2307-5538-2023-4-4.
8. Моргунов А.П., Киргизова И.В. Блок управления дозированной подачи питательного раствора в промышленной аэропонной установке // Динамика систем, механизмов и машин. 2018. № 1. С. 181–184. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/blok-upravleniya-dozirovannoy-podachi-pitatelnogo-rastvora-v-promyshlennoy-aeroponnoy-ustanovke> (дата обращения: 19.05.2025). DOI: 10.25206/20310-9793-2018-6-1-181-184.
9. Ленченко С.О., Львов Ю.Б. Динамика гидрохимических показателей воды УЗВ при интегрированном выращивании рыбы и растений // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 12–1 (114). С. 134–136. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-gidrohimicheskikh-pokazateley-vody-uzv-pri-integrirovannom-vyraschivanii-ryby-i-rasteniy> (дата обращения: 19.05.2025). DOI: 10.23670/IRJ.2021.114.12.021.
10. Шматов Д.П., Дахин С.В., Тимошинова Т.С. Моделирование процессов тепломассообмена при парообразовании в потоке высокотемпературного газа // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2012. № 12–1. С. 106–109. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-protsessov-teplomassoobmena-pri-paroobrazovanii-v-potoke-vysokotemperaturnogo-gaza> (дата обращения: 19.05.2025).
11. Таланов В.Д., Архангельская Е.Л. Разработка программно-методического комплекса автоматического регулирования системы теплоснабжения жилого района // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2007. № 2. С. 47–48. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-programmno-metodicheskogo-kompleksa-avtomaticheskogo-regulirovaniya-sistemy-teplosnabzheniya-zhilogo-rayona> (дата обращения: 19.05.2025).

12. Смирнов В.В., Яворовский Ю.В., Сенников В.В. Устройство для повышения эффективности работы централизованной системы теплоснабжения // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2018. № 5. С. 17–25. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustroystvo-dlya-povysheniya-effektivnosti-raboty-tsentralizovannoy-sistemy-teplosnabzheniya> (дата обращения: 19.05.2025).
13. Бадьин А.В., Сусяев В.И., Саркисян А.С., Казанин В.А., Ланин Е.В., Южаков М.С. Применение системы удаленного мониторинга динамики атмосферных параметров в Сибирском ботаническом саду Томского государственного университета // Экосистемы. 2023. № 34. С. 5–14. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-sistemy-udalennogo-monitoringa-dinamiki-atmosfernyh-parametrov-v-sibirskom-botanicheskom-sadu-tomskogo-gosudarstvennogo> (дата обращения: 19.05.2025).
14. Гордеев Д.Г., Греченева А.В., Самусенко А.С. Автоматизированная система аэропного выращивания на основе технологии искусственного интеллекта // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2023. № 7. С. 502–508. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannaya-sistema-aeropnogo-vyraschivaniya-na-osnove-tehnologii-iskusstvennogo-intellekta> (дата обращения: 19.05.2025). DOI: 10.24412/2071-6168-2023-7-502-503.
15. Аникина И.Н., Хутинаев О.С., Султумбаева А.К. Аэропоника как фактор повышения коэффициента размножения меристемного картофеля // European science. 2017. № 6 (28). С. 40–44. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aeroponika-kak-faktor-povysheniya-koeffitsienta-razmnozheniya-meristemnogo-kartofelya> (дата обращения: 19.05.2025).

УДК 004:658.562

DOI 10.17513/snt.40441

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ С УЧЕТОМ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ

Тихонов М.Р., Акуленок М.В., Шикула О.С.

*ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники», Москва,
e-mail: kurotenshi91@yandex.ru*

Цель данного исследования – повышение точности оценки вероятности безотказной работы оборудования с учетом восстановительных операций посредством анализа и разработки алгоритма и способов учета восстановительных операций при расчете вероятности безотказной работы оборудования в технологическом процессе. В статье представлена разработка алгоритма учета восстановительных операций, как одного из методов обеспечения надежности, при расчете вероятности безотказной работы оборудования в технологическом процессе. Алгоритм отвечает следующим требованиям: применение вероятностного подхода; учет операций обслуживания и ремонта оборудования; учет наличия нескольких резервных экземпляров оборудования; учет различных способов использования резервного оборудования; возможность получения входных данных для алгоритма из доступных в процессе источников; программная реализуемость алгоритма; возможность встраивания в автоматизированные системы управления технологическими процессами. В основе алгоритма заложено применение множеств для видов и групп операций, а также различных коэффициентов восстановления безотказной работы оборудования: коэффициент уменьшения вероятности безотказной работы оборудования при простое, коэффициент восстановления вероятности безотказной работы оборудования при обслуживании и ремонте. Рассмотрены и проанализированы частные случаи применения разработанного алгоритма: последовательный, предполагающий использование одного экземпляра оборудования до тех пор, пока вероятность его безотказной работы выше граничного значения, и поочередный, заключающийся в переключении на другой экземпляр после каждого использования. Представленные в работе положения позволят повысить контроль в технологических процессах с применением автоматизированных систем управления и обеспечить их работоспособность на основе расчета априорных и апостериорных вероятностей безотказной работы оборудования в операциях технологического процесса.

Ключевые слова: технологический процесс, алгоритм, безотказная работа, оборудование, восстановительные операции, варианты применения, параметры оборудования

DEVELOPMENT OF A DATA PROCESSING ALGORITHM FOR ASSESSING THE PROBABILITY OF FAULT-FREE OPERATION OF EQUIPMENT TAKING INTO ACCOUNT RECOVERY OPERATIONS

Tikhonov M.R., Akulenok M.V., Shikula O.S.

*National Research University of Electronic Technology, Moscow,
e-mail: kurotenshi91@yandex.ru*

The objective of this study is to improve the accuracy of assessing the probability of equipment failure-free operation taking into account recovery operations by analyzing and developing an algorithm and methods for taking recovery operations into account when calculating the probability of equipment failure-free operation in a technological process. The article presents the development of an algorithm for accounting for recovery operations, as one of the methods for ensuring reliability, when calculating the probability of failure-free operation of equipment in the technological process. The algorithm meets the following requirements: application of a probabilistic approach; accounting for equipment maintenance and repair operations; accounting for the presence of several backup copies of equipment; accounting for various ways of using backup equipment; the ability to obtain input data for the algorithm from sources available in the process; software feasibility of the algorithm; the possibility of embedding into automated process control systems. The algorithm is based on the use of sets for types and groups of operations, as well as various coefficients of recovery of equipment failure-free operation: coefficient of reduction of probability of equipment failure-free operation during downtime, coefficient of recovery of probability of equipment failure-free operation during maintenance and repair. Particular cases of application of the developed algorithm are considered and analyzed: sequential, assuming the use of one copy of equipment until the probability of its failure-free operation is higher than the limit value, and alternate, consisting in switching to another copy after each use. The provisions presented in the work will improve control in technological processes using automated control systems and ensure their operability based on the calculation of a priori and a posteriori probabilities of equipment failure-free operation in technological process operations.

Keywords: technological process, algorithm, failure-free operation, equipment, recovery operations, application options, equipment parameters

Введение

В технологических процессах одной из важных задач управления является обеспечение его надежности и безотказности. Она связана с повышением стабильности выходов процесса, уменьшением его вариабельности, а также с обеспечением запланированных результатов. Для этого применяется множество методов, в частности следующие:

- причинно-следственный анализ [1, 2]. Анализ, предполагающий построение диаграммы взаимосвязи события и причин его возникновения;

- статистическое управление процессами. Анализ данных контрольно-измерительного оборудования и расчет возможностей процесса [3, 4];

- метод анализа сценариев [5, 6]. Предиктивный анализ, в различных интерпретациях основанный на рассмотрении возможных путей развития возникающих событий и их последствий;

- «дерево решений» [7, 8]. Метод, заключающийся в построении диаграммы последующих событий на основе принимаемых решений с оценкой вероятностей и тяжести последствий при необходимости;

- метод анализа уровней защиты [9, 10]. Парный анализ причин и последствий, а также защитных мер, предотвращающих переход первых во вторые;

- методы технического обслуживания [11, 12]. Набор организационных и обеспечительных процедур по поддержанию работоспособности и обслуживанию оборудования;

- временное резервирование [13–15]. Способ построения системы функционирования, предполагающий разграничение эксплуатации элементов системы по времени.

Основные элементы, являющиеся неотъемлемыми атрибутами технологических процессов, могут быть разделены на следующие группы, в соответствии с методом 5М:

- оборудование;
- персонал;
- методы;
- материалы.

Основной вклад в безотказность технологических процессов вносит применяемое оборудование и его характеристики. При этом важно помнить и учитывать, что оборудование является физическим объектом и может терять свою работоспособность вследствие его эксплуатации или устаревания.

Такая проблема решается путем внедрения в технологический или обеспечи-

тельный процесс операций, в ходе которых частично или полностью восстанавливается работоспособность оборудования, в зависимости от его ремонтпригодности и вероятности восстановления.

Разработка соответствующих алгоритмов, учитывающих восстановительные операции при расчете безотказности технологических процессов, является актуальной задачей. Немаловажным является их согласованность с алгоритмом расчета апостериорной вероятности безотказной работы оборудования в технологическом процессе, что позволит повысить его точность и обеспечить учет дополнительных операций [16].

Цель исследования – повышение точности оценки вероятности безотказной работы оборудования с учетом восстановительных операций посредством анализа и разработки алгоритма и способов учета восстановительных операций при расчете вероятности безотказной работы оборудования в технологическом процессе.

Материалы и методы исследования

Для практической применимости алгоритма необходимо выполнение ряда условий:

- вероятностный подход. В целях предиктивного анализа безотказности технологического процесса значения применяемых параметров должны быть вероятностными;

- учет операций обслуживания и ремонта оборудования. Разрабатываемый алгоритм должен предполагать разные виды восстановительных операций;

- учет наличия резервных единиц оборудования. Так как в технологических процессах для повышения безотказности применяются резервные экземпляры оборудования, алгоритм должен учитывать их множественность;

- учет различных способов использования резервного оборудования. В зависимости от технологического процесса и его особенностей резервирование может быть реализовано разными способами, чему не должен противоречить алгоритм;

- возможность получения входных данных для алгоритма из доступных в процессе источников. Применяемые параметры должны быть рассчитываемыми на основе известных в технологическом процессе данных;

- программная реализуемость алгоритма. Разрабатываемый алгоритм должен быть реализуем базовыми средствами языка программирования для обеспечения его настройки и масштабируемости;

- возможность встраивания в автоматизированные системы управления техноло-

гическими процессами. Алгоритм должен согласовываться с основными элементами и функциями автоматизированных систем управления технологическими процессами.

Для решения поставленной задачи необходимо установить, какие восстановительные операции в технологическом процессе применяются. В соответствии с ГОСТ Р 27.102-2021 «Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения» они могут быть разделены на следующие:

- техническое обслуживание, как комплекс мероприятий, направленных на поддержание работоспособности. Оно подразделяется на плановое и внеплановое;

- ремонт, или совокупность операций, направленных на восстановление работоспособности. Он также подразделяется на плановый и внеплановый.

В соответствии с ГОСТ 33272-2015 «Безопасность машин и оборудования. Порядок установления и продления назначенных ресурса, срока службы и срока хранения. Основные положения» необходимыми составляющими исследования являются:

- анализ видов, последствий и критичности отказов, который позволит выявить и оценить возможные риски работоспособности оборудования;

- анализ статистических данных и результатов контрольно-измерительных операций, как количественных, так и качественных, с помощью которых возможно получение данных о работоспособности оборудования, сроках его эксплуатации и особенностях выполнения технологического процесса.

Представленные методы являются основой для выбора и обработки параметров, которые применяются для оценки вероятности безотказной работы оборудования с учетом восстановительных операций и могут быть использованы при формировании их значений.

Результаты исследования и их обсуждение

При расчете вероятности безотказной работы оборудования с учетом операций, относящихся к обслуживанию и/или ремонту, необходимыми параметрами являются:

- x_{0j} – априорная вероятность безотказной работы оборудования j . Представляет собой независимую от сторонних факторов вероятность;

- x_{ij} – апостериорная вероятность безотказной работы оборудования j в операции i . Вероятность, зависящая от применения оборудования в предыдущих операциях;

- I_j – множество операций использования оборудования j ;

- O_j – множество операций обслуживания оборудования j ;

- R_j – множество операций ремонта оборудования j ;

- $P_{min,j}$ – минимальное граничное значение вероятности безотказной работы оборудования j . Зависит от технологического процесса и устанавливает допуск оборудования по параметру вероятности его безотказной работы;

- P_i – вероятность безотказности операции i . Параметр, значение которого рассчитывается по формуле:

$$P_i = 1 - \prod_{j=1}^m (1 - x_{ij});$$

- k_{ij} – коэффициент уменьшения вероятности безотказной работы оборудования j при простое. Зависит от оборудования и его срока амортизации;

- k_{oj} – коэффициент восстановления вероятности безотказной работы оборудования j при обслуживании. Зависит от оборудования и может быть рассчитан на основе статистики или данных производителя;

- k_{rj} – коэффициент восстановления вероятности безотказной работы оборудования j при ремонте. Зависит от оборудования и может быть рассчитан на основе статистики или данных производителя.

Значения этих параметров зависят от множества факторов. К наиболее распространенным могут относиться следующие:

- особенности технологического процесса. Количество и последовательность операций, вид деятельности и особенности применяемых процедур влияют на вероятности безотказной работы и граничные значения;

- особенности применяемого оборудования. Они влияют на коэффициенты уменьшения и восстановления вероятностей безотказной работы, а также на количество возможных экземпляров;

- ремонтпригодность и возможности обслуживания оборудования. Выражаются в представленных выше коэффициентах и в целом в изменениях вероятностей безотказной работы оборудования в восстановительных операциях;

- согласованность элементов технологического процесса. Определяет значения апостериорных вероятностей безотказной работы оборудования и влияет на коэффициенты.

На основе представленных выше параметров возможна разработка алгоритма расчета вероятности безотказной работы оборудования в операциях технологического процесса. Такой алгоритм должен содержать в себе как набор операций, так и набор оборудования.

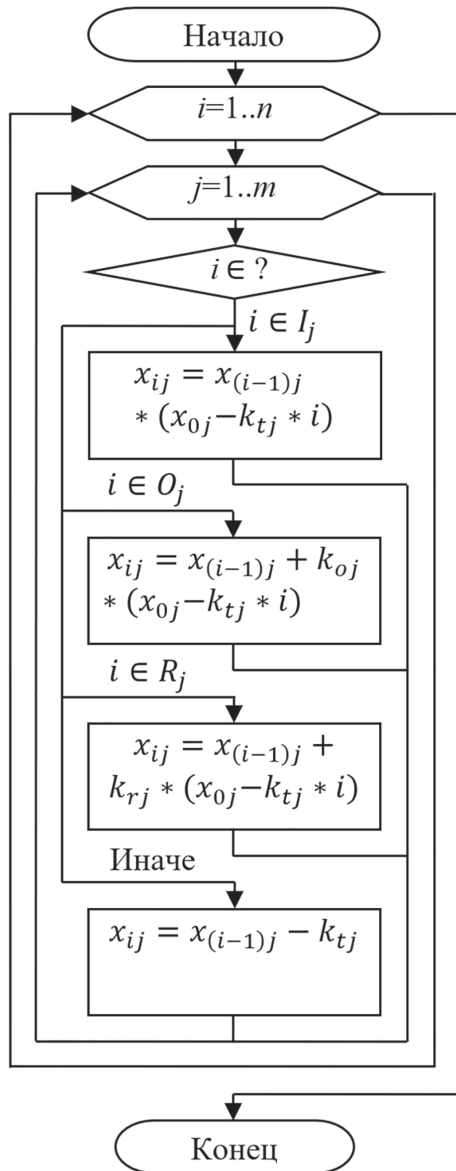


Рис. 1. Схема алгоритма обработки данных для оценки вероятности безотказной работы оборудования с учетом восстановительных операций
Источник: составлено авторами по результатам данного исследования

Значение апостериорной вероятности безотказной работы оборудования j в операции i зависит от типа, к которому относится операция:

– множество операций использования оборудования j ($i \in I_j$):

$$x_{ij} = x_{(i-1)j} \times (x_{0j} - k_{ij} \times i);$$

– множество операций обслуживания оборудования j ($i \in O_j$):

$$x_{ij} = x_{(i-1)j} + k_{oj} \times (x_{0j} - k_{ij} \times i);$$

– множество операций ремонта оборудования j ($i \in R_j$):

$$x_{ij} = x_{(i-1)j} + k_{rj} \times (x_{0j} - k_{ij} \times i);$$

– прочие операции (в том числе их отсутствие) оборудования j ($i \notin R_j \cup I_j \cup O_j$):

$$x_{ij} = x_{(i-1)j} - k_{ij}.$$

Схема разработанного алгоритма представлена на рис. 1.

Разработанный алгоритм позволяет рассматривать и учитывать восстановительные операции в виде множеств, что, в свою очередь, ускоряет процесс обработки, добавления и масштабирования как технологического процесса, так и его информационного сопровождения. Частными случаями применения разработанного алгоритма могут являться два варианта эксплуатации оборудования в операциях технологического процесса: последовательный и поочередный.

Последовательный способ заключается в использовании одного экземпляра оборудования до тех пор, пока вероятность его безотказной работы выше граничного значения. При его достижении оборудование замещается на резервное, а с основным проводятся ремонтные работы.

Основными преимуществами данного способа являются:

– высокий уровень вероятности безотказности операции. Расчетная вероятность для операции основана на оценке безотказной работы каждого оборудования в ней и имеет высокий уровень, так как резервное оборудование находится в состоянии готовности;

– малый разброс вероятности безотказности операции. От операции к операции значения их безотказности в данном способе близки друг к другу, что позволяет повысить управляемость технологическим процессом в целом;

– готовность резервного оборудования. В связи с применением только одного экземпляра оборудования до момента достижения граничного значения вероятности его безотказной работы, остальные экземпляры оборудования имеют высокую вероятность работоспособности, позволяющую применить их в случае необходимости или отказа основного оборудования.

Основными недостатками данного способа являются:

– большое время простоя резервного оборудования. До тех пор, пока используется один экземпляр оборудования, все остальные экземпляры находятся в состоянии простоя, что уменьшает эффективность технологического процесса;

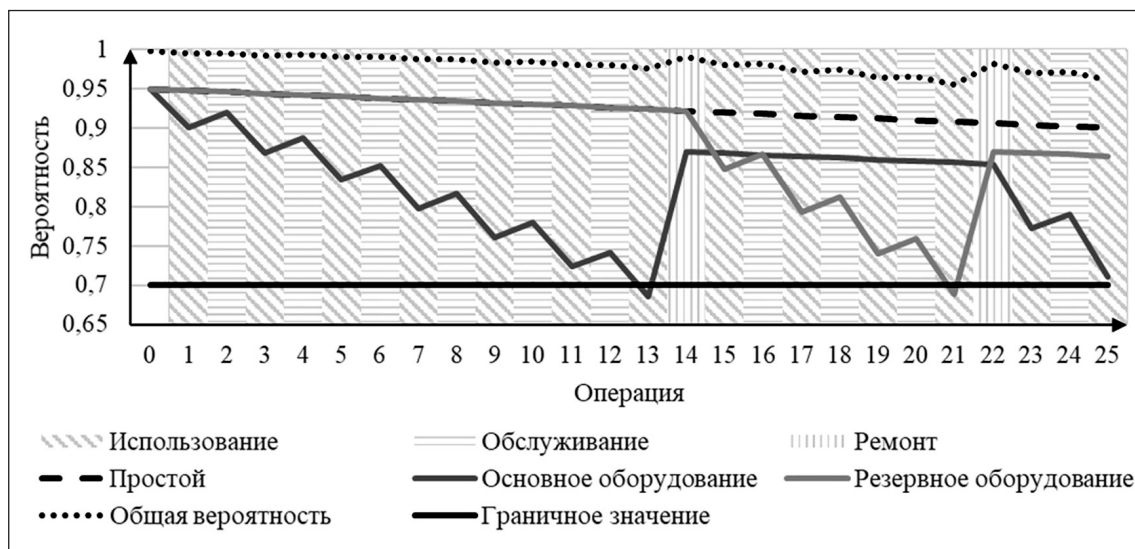


Рис. 2. Изменение вероятности безотказной работы оборудования в операциях при последовательной эксплуатации
Источник: составлено авторами по результатам данного исследования

– высокая нагрузка основного оборудования. Основной экземпляр оборудования используется до момента, когда вероятность его безотказной работы не достигает установленного минимального граничного значения.

При программной реализации данного способа необходимо:

– добавить условие достижения граничного значения вероятности безотказной работы оборудования после его использования;

– добавить изменение используемого оборудования на его резервные экземпляры при выполнении указанного выше условия.

Графическое представление изменения вероятности безотказной работы оборудования в операциях технологического процесса при этом способе представлено на рис. 2.

Поочередный способ эксплуатации оборудования заключается в переключении на другой экземпляр после каждого использования. При достижении граничного значения, так же как и в первом варианте, проводятся ремонтные работы.

Основными преимуществами данного способа являются:

– минимальное время простоя резервного оборудования. Чередуя использование оборудования позволяет уменьшить срок временного простоя резервных экземпляров до моментов применения основного экземпляра;

– большие сроки достижения минимального значения вероятности безотказной работы. Распределение нагрузки между

экземплярами используемого оборудования позволяет увеличить время достижения граничного значения вероятности безотказной работы.

Основными недостатками данного способа являются:

– возможна ситуация отсутствия резервного оборудования с достаточной вероятностью безотказной работы. При одинаковой исходной вероятности безотказной работы оборудования и одинаковых характеристиках поочередное применение оборудования приводит к тому, что переход граничного значения наступает у нескольких или всех экземпляров;

– большой разброс вероятности безотказности операций. В момент ремонтных работ возможно резкое увеличение значения вероятности безотказности последовательных операций в технологическом процессе, связанное с поочередным достижением граничного значения экземплярами оборудования.

При программной реализации данного способа необходимо:

– добавить условие завершения операции при применении каждого экземпляра оборудования;

– добавить изменение используемого оборудования на его резервные экземпляры при выполнении указанного выше условия.

Графическое представление изменения вероятности безотказной работы оборудования в операциях технологического процесса при этом способе представлено на рис. 3.

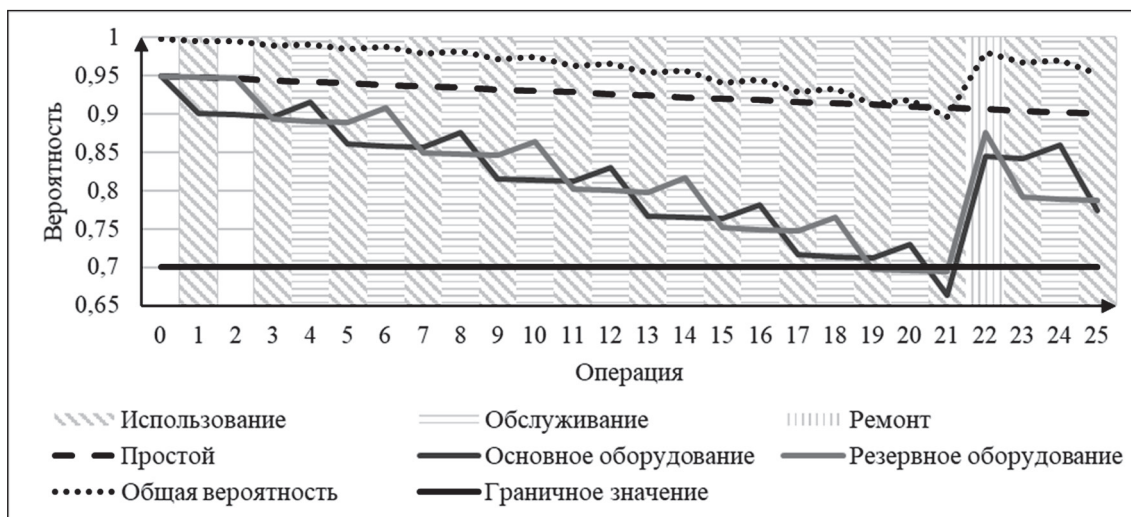


Рис. 3. Изменение вероятности безотказной работы оборудования в операциях при поочередной эксплуатации
 Источник: составлено авторами по результатам данного исследования

Возможны и другие варианты эксплуатации оборудования в операциях технологического процесса. Каждый из них будет иметь свои преимущества и недостатки, позволяющие применять их в различных ситуациях и организационных особенностях.

При достаточном количестве резервных экземпляров оборудования возможно комбинирование вариантов для достижения большей эффективности применения и резервирования.

Заключение

В рамках данного исследования были достигнуты следующие результаты:

- проанализированы методы повышения стабильности выходов технологического процесса и уменьшения его вариативности: причинно-следственный анализ, статистическое управление процессами, метод анализа сценариев, «дерево решений», метод анализа уровней защиты, методы технического обслуживания и временное резервирование;

- выбран набор параметров для расчета вероятности безотказной работы оборудования с учетом операций, относящихся к обслуживанию и/или ремонту. Основными являются: множество операций использования оборудования, множество операций обслуживания оборудования, множество операций ремонта оборудования, минимальное граничное значение вероятности безотказной работы оборудования, вероятность безотказности операции, коэффициент уменьшения вероятности безотказной

работы оборудования при простое, коэффициент восстановления вероятности безотказной работы оборудования при обслуживании и коэффициент восстановления вероятности безотказной работы оборудования при ремонте;

- проанализированы факторы, влияющие на значения выбранных параметров: особенности технологического процесса, особенности применяемого оборудования, ремонтпригодность и возможности обслуживания оборудования, согласованность элементов технологического процесса;

- сформированы возможные способы расчета значения апостериорной вероятности безотказной работы оборудования в операциях технологического процесса в зависимости от их типа: последовательный и поочередный;

- разработан алгоритм обработки данных о вероятности безотказной работы оборудования с учетом восстановительных операций;

- проанализированы частные случаи применения разработанного алгоритма, их преимущества и недостатки.

Полученные результаты могут быть применены при создании автоматизированных систем управления технологическими процессами, в которых учет восстановительных операций является важной задачей. Разработанный алгоритм применим для последующей его реализации в виде программного модуля либо части программной системы расчета безотказности операции или технологического процесса в целом.

Список литературы

1. Похабов Ю.П. Надежность: взгляд конструктора // Надежность. 2020. Т. 20. № 4. С. 13–20. DOI: 10.21683/1729-2646-2020-20-4-13-20.
2. Hu W. Analysis of time-varying cause-effect relations based on qualitative trends and change amplitudes // Computers & Chemical Engineering. 2022. Vol. 162. P. 107813. DOI: 10.1016/j.compchemeng.2022.107813.
3. Харитонов Д.В., Грошев А.В., Анашкина А.А., Маслова Е.В. Статистическое управление процессом повышения производительности производства наукоемких керамических изделий // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 8. С. 97–102. DOI: 10.17513/snt.39273.
4. Fathiya N. Analysis of Surgical Suture Production Process Control Using Statistical Process Control (SPC) Methods // E3S Web of Conferences. 2024. Vol. 500. P. 03031. DOI: 10.1051/e3sconf/202450003031.
5. Емельянова В.А., Соколова Е.В. Исследование риска аварий на объекте теплоснабжения и разработка комплекса мероприятий по повышению безопасности его функционирования // Проблемы анализа риска. 2020. Т. 17. № 3. С. 44–55. DOI: 10.32686/1812-5220-2020-17-3-44-55.
6. Correa-Jullian C., Groth K.M. Data requirements for improving the Quantitative Risk Assessment of liquid hydrogen storage systems // International Journal of Hydrogen Energy. 2022. Vol. 47, Is. 6. P. 4222–4235. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2021.10.266.
7. Кузьмин О.В., Голиков В.А. Применение метода «дереве решений» в диагностике неисправности двигателя внутреннего сгорания автомобиля // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2021. № 2 (70). С. 113–120. DOI: 10.26731/1813-9108.2021.2(70).113-120.
8. Saleh E., Alghossoon A., Tarawneh A. Optimal allocation of material and slenderness limits for the rectangular concrete-filled columns // Journal of Constructional Steel Research. 2022. Vol. 193. P. 107283. DOI: 10.1016/j.jcsr.2022.107283.
9. Драпак К.А., Кадыгрова Т.С., Крылов Е.Г., Капитанов А.В. Оценка уровня надежности защиты регазификационного терминала // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2021. № 3 (250). С. 54–56. DOI: 10.35211/1990-5297-2021-3-250-54-56.
10. Ghasempour M., Gholamnia R., Jabbari M., Saeedi R. Reliability assessment and verification of safety instrumented systems with the application of LOPA and FTA in the isomerisation unit of the Isfahan Oil Re-refinery // International Journal of Quality Engineering and Technology. 2021. Vol. 8, Is. 2. P. 151. DOI: 10.1504/ijqet.2021.113711.
11. Григорьев М.В., Демидов В.В. Применение эффективной стратегии технического обслуживания и ремонта автомобилей как способ повышения их эксплуатационной надежности // Инженерные решения. 2020. № 6 (16). С. 9–14. DOI: 10.32743/2658-6479.2020.6.16.317.
12. Guo J., Wang L., Wang X. A Group Maintenance Method of Drone Swarm Considering System Mission Reliability // Drones. 2022. Vol. 6, Is. 10. P. 269. DOI: 10.3390/drones6100269.
13. Астраханцева И.А., Горев С.В., Астраханцев Р.Г. Фрактальный анализ в оценке эффективности и надежности сложных технических систем // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2023. № 4 (76). С. 60–68. DOI: 10.6060/snt.20237604.0008.
14. Khyzhnyak S. Recovery and reservation in the formation of ecosystem // Eureka: Life Sciences. 2023. № 3. P. 12–19. DOI: 10.21303/2504-5695.2023.002993.
15. Стальнов А.Н., Андреева О.Н., Бергер Е.Г. Аппаратные решения отказоустойчивых стратегий вычислительных систем // Нелинейный мир. 2022. Т. 20. № 4. С. 38–50. DOI: 10.18127/j20700970-202204-04.
16. Тихонов М.Р., Акуленок М.В., Шикун О.С. Разработка алгоритма расчета апостериорной вероятности безотказной работы оборудования в технологическом процессе // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 7. С. 55–59. DOI: 10.17513/snt.40085.

УДК 004:658.51
DOI 10.17513/snt.40442

МЕТОД ФОРМАЛИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ, ФУНКЦИОНИРУЮЩЕЙ В РЕЖИМЕ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОГО ДИСКРЕТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Холопов В.А., Киселев Д.С., Володина А.М.

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

В статье предложен метод формализации технических, технологических и режимных параметров производственного комплекса, реализованного средствами инфологического анализа. Целью работы является разработка альтернативного метода формализации параметров технологической линии, функционирующей в режиме дискретного поточного многономенклатурного производства, на основе инфологического анализа с применением средств реляционной модели данных в нотации IDEF1X. Авторами показана необходимость перехода от традиционных функциональных схем автоматизации к более гибким подходам, способным учитывать динамически меняющиеся производственные условия и разнообразие номенклатуры изделий, а также сложность критериев переналадки оборудования и вариативность технологических процессов. Проведен сравнительный анализ функциональной схемы автоматизации и инфологического анализа по ключевым критериям, таким как гибкость, структурированность данных, возможность интеграции и автоматизации проверки данных на ошибки. Результаты исследования подтверждают преимущества предложенного подхода, выраженные в сокращении времени адаптации модели к изменениям производственных условий, улучшении структуризации данных, повышении степени автоматизации формализации и расширении возможностей интеграции с системами управления производством и цифровыми сервисами. Предложенный метод обеспечивает эффективную унификацию и формализацию технических, технологических и режимных параметров, повышая точность и оперативность производственного планирования и управления в условиях цифровой трансформации промышленных предприятий.

Ключевые слова: формализация параметров, инфологический анализ, функциональная схема автоматизации, реляционная модель данных, дискретное производство

METHOD OF FORMALIZING THE PARAMETERS OF A FLOW TECHNOLOGICAL PROCESS LINE FUNCTIONING IN THE MODE OF MULTI-PRODUCT DISCRETE MANUFACTURE

Kholopov V.A., Kiselev D.S., Volodina A.M.

MIREA – Russian Technological University, Moscow, e-mail: kiselevmirea@gmail.com

The article proposes a method for formalizing technical, technological, and operational parameters of a production complex using infological analysis. The primary objective of this research is to develop an alternative approach for formalizing parameters of a technological line operating under discrete-flow multi-product manufacturing conditions, applying infological analysis with a relational data model implemented in the IDEF1X notation. The authors substantiate the necessity of transitioning from traditional functional automation diagrams to more flexible methodologies capable of accommodating dynamically changing production conditions, a broad product range, complexity of equipment changeover criteria, and variability in technological processes. A comparative analysis between functional automation diagrams and infological analysis is conducted based on key criteria such as flexibility, data structuring capability, integration possibilities, and automated data integrity verification. The findings confirm the advantages of the proposed method, including reduced adaptation time to changing manufacturing conditions, improved data structuring, enhanced automation levels for parameter formalization, and expanded integration potential with production management systems and digital services. The proposed method effectively unifies and formalizes technical, technological, and operational parameters, significantly enhancing the accuracy and responsiveness of production planning and management amid the digital transformation of industrial enterprises.

Keywords: parameter formalization, infological analysis, relational data model, functional automation diagrams, discrete manufacturing

Введение

Наряду с высокими темпами развития информационного общества и периодом цифровой трансформации промышленные предприятия проходят этап осовременивания путем активного внедрения комплексов новейших технологий: от систем искусственного интеллекта, использующих алгоритмы машинного обучения для оп-

тимизации производственных процессов, до блокчейн-платформ с криптографическими методами верификации данных для отслеживания цепочек поставок, а также IoT-устройств, работающих на основе алгоритмов потоковой обработки данных в режиме реального времени для мониторинга оборудования. Каждая автоматизированная система на производственном пред-

приятию обладает уникальным функциональным набором и специализированными алгоритмами управления, обеспечивающими конкурентные преимущества и достижение целевых показателей производства [1].

С расширением функциональности систем и выпускаемой предприятиями продукции увеличивается число номенклатурных позиций [2]. Планирование дискретного поточного многономенклатурного производства, такого как гальваническая обработка изделий, требует одновременного учета множества параметров и имеет ключевое значение. Важность этого этапа связана с необходимостью обеспечения непрерывности производственного процесса, минимизации простоев оборудования и повышения производительности. Планирование также требует учета многочисленных динамически изменяемых факторов, таких как длительность операций, последовательность выполнения процессов, загрузка оборудования, а также своевременная реакция на возможные сбои и изменения в производственной программе [3, 4].

Современные исследования различных авторов демонстрируют широкий спектр методологических подходов к решению задач производственного планирования и управления, включая как классические методы, так и их комплексные комбинации. Так, например, исследование авторов D. Ivanov, A. Dolgui и B. Sokolov рассматривает трансформацию задач планирования производства в условиях Индустрии 4.0 и облачных производственных систем. Выводы сформулированы о том, что современные производственные системы в условиях Индустрии 4.0 нуждаются в обновлении подходов к планированию, так как они становятся все более гибкими. Как считают авторы, использование комбинационных подходов позволяет совершенствовать возможность адаптирования к постоянным изменениям и обновляемым требованиям вместо традиционных расчетов и построения графиков под задачи производств. Однако для таких решений необходимы сложные алгоритмы и точные структурированные данные, на которые наблюдается дефицит. И поэтому актуально предлагать и использовать методы для формализации параметров для производств с различными динамическими условиями и ограничениями. Имея формализованные параметры с характеристикой производства, имеется возможность создавать новые алгоритмы оптимизации производственных процессов [5]. Этими же авторами представлено обзорное исследование применения методов управления для планирования в производственных системах Индустрии 4.0 на примере про-

цессов поставок. Рассмотрен детерминированный принцип максимума Понтрягина, который позволяет формализовать задачи планирования как траектории управления динамическими системами. Результаты их работы обладают рядом преимуществ, такими как детализированное представление непрерывных процессов и возможность установления сложносоставных ограничений с перспективой применения в управлении информационными потоками. Однако определены сложности и нецелесообразность применения для моделирования дискретных процессов [6].

Arsyad Junaiddin и его коллеги решают задачу оптимизации производственного расписания на загрузку ресурсов в производственный участок. Исследование демонстрирует применимость связи математических моделей и линейного программирования для задач планирования и управления в дискретном производстве. Однако при анализе предложенного решения было определено, что не учтены возможности расширения модельного ряда продукта и не учтены меняющиеся переменные [7]. Задачу для управления ресурсами и устойчивостью производства также решают авторы Lingxin Wang, Rosa Abbou и Catherine da Cunha для медицинской отрасли. Ими предложена иерархическая модель планирования производства, которая подтвердила гипотезу о повышении эффективности и гибкости, включая сокращение простоев исполнительного оборудования при использовании метода. Несмотря на благоприятные результаты в исследовании, модель нуждается в адаптации временных параметров и ввода ограничений, особенно при расширении для других отраслей [8].

Современные достижения в технологиях машинного обучения предлагают различные решения задач производственного планирования интеллектуальных методов. Метаэвристические подходы, включая генетические алгоритмы и оптимизацию роением частиц, показывают эффективность в минимизации makespan для NP-сложных задач типа JSSP [9, 10]. Интеграция методов машинного обучения с традиционными алгоритмами позволяет достигать баланса зависимости между частотой перепланирования и минимизацией задержек в условиях ограниченных ресурсов [11]. Перспективным направлением является сочетание MBSE-методологий с формальными методами верификации, обеспечивающее графическое представление ограничений и автоматизированный поиск решений [12]. Особый интерес представляет применение нейронных сетей и обучения с подкреплением для мно-

гокритериальной оптимизации в условиях Индустрии 4.0. Практические результаты исследований подтверждают преимущества таких методов, включая сокращение временных затрат и адаптацию к динамическим изменениям производства. Однако отмечаются ограничения, связанные с вычислительной сложностью, масштабируемостью и необходимостью качественных данных для обучения моделей. Исследования авторов о применении искусственного интеллекта и его множеств на этапах планирования производственных процессов подтверждают актуальность задачи в разработке гибридных подходов, сочетающих достоинства различных методов применительно к специфике конкретных производственных сред при условии формализованных данных.

Для формализации требований к MES системам авторами M. Witsch и B. Vogel-Neuser предложен язык MES-ML, объединяющий три взаимосвязанных представления: техническую систему, производственные процессы и IT-функции. Его ключевым преимуществом является использование адаптированной BPMN нотации с цветовой кодировкой и связями [13].

Авторы Aljosha Kocher, Luis Miguel Vieira da Silva, Alexander Fay также предложили метод, сочетающий онтологии для описания возможностей (capabilities) и навыков (skills) с использованием нотации BPMN для оркестрации процессов. Его применение позволяет абстрагировать производственные правила от физического оборудования, обеспечивая их повторное применение при изменении состава модулей. Ключевым преимуществом является возможность интеграции с IT-функциями через стандартные элементы BPMN. Это подтверждено на примере системы Festo MPS 500. Однако выбор навыков для исполнения требует ручного вмешательства, а верификация сложных процессов остается открытой проблемой [14].

В работе E. Andre, S. Liu и соавт. проведен систематический обзор методов формализации параметров устройств на UML языке через диаграмму состояний, направленных на автоматическую верификацию. Авторы классифицируют подходы на трансляционные и семантические, анализируя их преимущества и ограничения. Особое внимание уделено поддержке синтаксических элементов UML, включая ортогональные состояния, псевдосостояния и семантику run-to-completion. Отмечается, что многие инструменты верификации недоступны в долгосрочной перспективе, а это снижает их практическую применимость. В качестве перспектив в исследовании выделены разра-

ботка полной формальной семантики, интеграция количественных расширений и улучшение инструментальной поддержки [15].

Анализ показал, что для каждого из рассматриваемых методов основополагающим этапом является формализация параметров производственного процесса. Подходы к задаче разнообразны и осуществляются путем анализа и разработки концептуальных моделей или функциональных схем. Так, например, для достижения целевых задач работы В.А. Гурова и К.О. Оковитой акцентируют внимание на использовании функциональной схемы автоматизации на этапе формализации параметров рассматриваемых производственных систем. В обеих работах строятся автоматизированные системы управления, для каждой из которых важно представление о производственных параметрах [16, 17]. Традиционным подходом формализации параметров при построении автоматизированных систем управления принято создание функциональной схемы автоматизации. Применение функциональных схем автоматизации в обоих исследованиях подчеркивает их значимость как инструмента унификации параметров в производственных системах с различной номенклатурой технических, технологических и режимных потоков.

Несмотря на существующие преимущества каждого из методов, необходимо отметить их определенные ограничения при использовании в конкретных условиях многономенклатурного производства. Функциональные схемы автоматизации, хоть и являются традиционными и широко применяются в серийном производстве, демонстрируют явные ограничения при использовании в условиях высокой вариативности и неопределенности параметров, которые наблюдаются в дискретных поточных многономенклатурных производствах, таких как обработка изделий гальваническими покрытиями. А также функциональные схемы автоматизации не востребованы в процессах на этапах сборки в машиностроении, станкостроении, роботостроении, где решающую роль играют умные устройства. Функциональные схемы автоматизации затрудняют формализацию динамически меняющихся параметров.

Важным выводом из анализа становится то, что для эффективного управления дискретными поточными многономенклатурными производственными комплексами требуется применение более гибких подходов к формализации и структурированию данных. Эту задачу эффективно решает инфологический анализ с использованием модели данных в нотации IDEF1X, предлагае-

мый в настоящем исследовании. Такой подход обеспечивает структурированное представление всех необходимых параметров и их взаимосвязей, позволяет значительно упростить процессы управления и автоматизации, а также быстро адаптироваться к изменениям производственной программы и технологических режимов. Таким образом, литературный анализ подчеркивает необходимость и актуальность предлагаемого в статье метода инфологического анализа как инновационного и высокоэффективного подхода к решению сложных задач формализации и управления параметрами в условиях многономенклатурного дискретного поточного производства.

Целью исследования является разработка метода формализации параметров исполнительных элементов технологической линии обработки изделий гальваническими покрытиями на основе инфологического анализа в нотации IDEF1X для создания реляционной модели данных, обеспечивающей унификацию параметров и интеграцию данных в алгоритмы линейного программирования на этапе составления производственного расписания, а также повышение эффективности планирования в условиях дискретного поточного многономенклатурного производства.

Исследование направлено на решение следующих задач:

1. Формализовать параметры исполнительных элементов фрагмента технологической линии обработки материалов гальваническими покрытиями через функциональную схему автоматизации и инфологический анализ.

2. Выполнить сравнительный анализ результатов формализации.

3. Разработать алгоритм создания реляционной модели данных формализации параметров производственного комплекса, используя инфологический анализ.

4. Оценить применимость предложенного подхода к проектированию систем планирования дискретных поточных многономенклатурных производств и интеграции данных в алгоритмы линейного программирования на этапе составления производственного расписания.

Научной значимостью исследования является нахождение более эффективного метода формализации параметров для построения информационно-управляющих систем

дискретного поточного многономенклатурного производства в отличие от традиционных функциональных схем автоматизации. Практическая значимость исследования заключается в создании методологического аппарата для системной формализации параметров производства обработки изделий гальваническими покрытиями, обеспечивающего переход к цифровому планированию и управлению технологическими процессами. В рамках данного исследования выдвигается гипотеза о том, что применение инфологического анализа для формализации параметров дискретного поточного многономенклатурного производства позволит унифицировать технические, технологические и режимные параметры комплекса обработки изделий гальваническими покрытиями, используемые на этапе планирования технологических процессов, в единую реляционную модель данных.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования является дискретный поточный многономенклатурный производственный процесс обработки изделий гальваническими покрытиями. Особое внимание в работе уделяется процессу формализации параметров на этапе проектирования информационно-управляющей системы производства и рассматривается фрагмент производственного комплекса (рис. 1).

Для достижения поставленных в исследовании задач рассматриваются два подхода:

1. Функциональный анализ для разработки функциональной схемы автоматизации, описываемой в виде множества как

$$SFSA = \{O, A, B, C, D, E, F\}, \quad (1)$$

где SFSA – описание технологических операций; O – производственная операция; A – технические параметры операции; B – технологические параметры операции; C – режимные параметры операции; D – контроллеры и исполнительные устройства; E – датчики и измерительные каналы; F – функциональные связи между компонентами.

$$R = \{AO, AI, P, DO, DI\}, \quad (2)$$

где R – технологические контуры; AO – аналоговый выходной сигнал; AI – аналоговый входной сигнал; P – правила и алгоритмы обработки; DO – дискретный выходной сигнал; DI – дискретный входной сигнал.

$$M_{sig} = [m_{ij}]_{n \times n}, m_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если устройство } i \text{ связано с устройством } j \\ 0, & \text{иначе} \end{cases} \quad (3)$$

где M – матрица сигнальных связей.

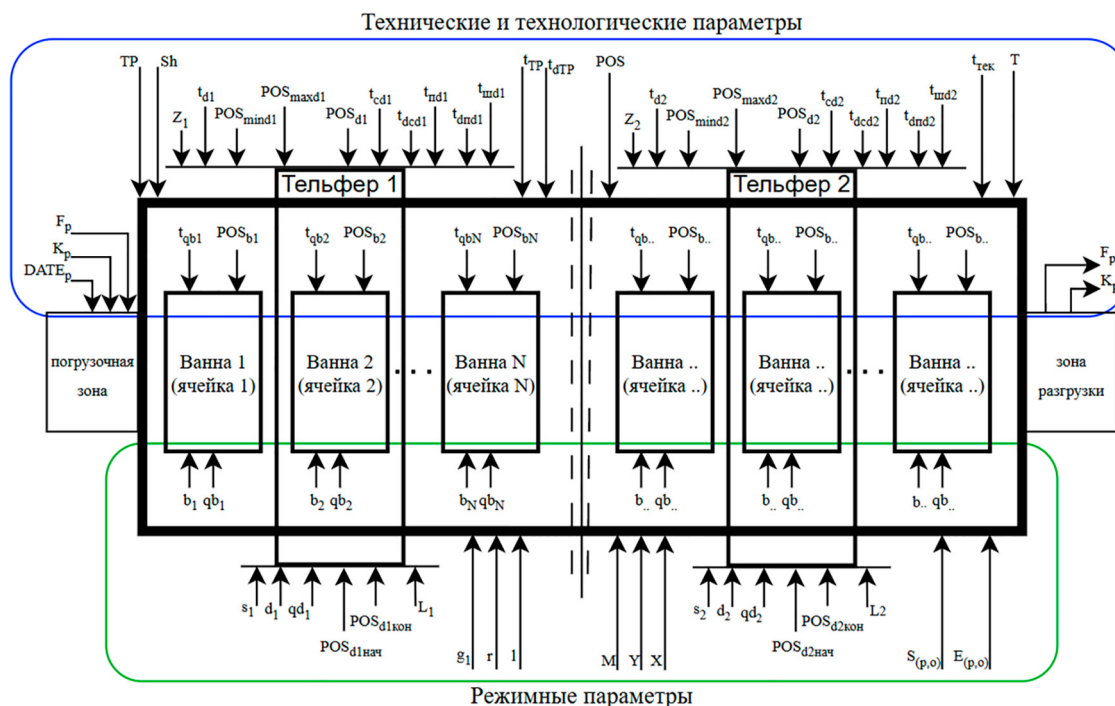


Рис. 1. Фрагмент функциональной структурной схемы объекта исследования
Источник: составлено авторами

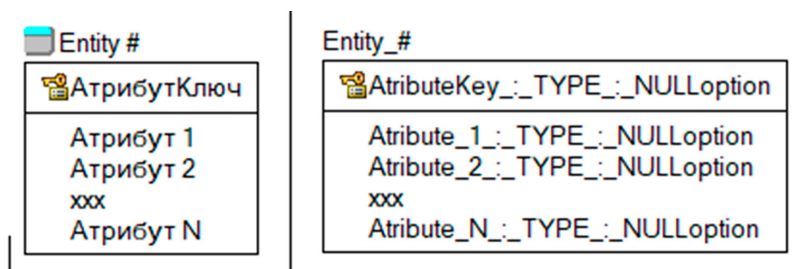


Рис. 2. Макет сущностей реляционной модели данных
Источник: составлено авторами

2. Инфологический анализ для разработки реляционной модели данных (рис. 2), описываемой в виде множества как

$$M = \{E, A, R, \Phi\}, \quad R \subseteq E \times E, \quad (4)$$

где M – реляционная модель; E – сущность; A – атрибут; R – связь и ограничение; Φ – бизнес-правила.

Результаты исследования и их обсуждение

Производственный комплекс представляет собой три независимые технологические линии, на которых осуществляется обработка изделий восемью типами гальванических покрытий, требующих строгого контроля технических, технологических и режимных параметров, таких как тем-

пература, концентрация химических растворов, длительность обработки, загрузка ванн, время выполнения действия, логистика тельферов, скорость перемещения, координатные позиции, текущие состояния исполнительных устройств.

Множество технологических линий описывается следующим образом:

$$GTL = \{g_1, g_2, g_3\}, \quad (5)$$

где GTL – гальваническая технологическая линия; g_1, g_2, g_3 – индексы каждой технологической линии.

Множество типов гальванических покрытий описывается следующим образом:

$$TP = \{TP_1, TP_2, \dots, TP_8\}, \quad |TP| = 8, \quad (6)$$

где TP – технологический процесс.

Каждая технологическая линия производственного комплекса оснащена двумя тельферами для транспортировки изделий между операциями и ячейками (ваннами) для выполнения операций обработки.

Множество тельферов для транспортировки изделий выражается как

$$D = \{d_{k,1}, d_{k,2}\}, k \in GTL, \quad (7)$$

где D – тельфер; d – индекс тельфера; k – номер линии тельфера.

Множество ячеек (ванн) для обработки материалов выражается как

$$B = \{b_{11}, b_{12}, \dots, b_{1n}, \dots, b_{kn}\},$$

$$k \in GTL, n \in POS_b, \quad (8)$$

где B – ячейка (ванна); b – индекс ячейки (ванны); k – номер линии тельфера; n – номер позиции размещения ячейки (ванны).

Формализация параметров означает описание и структурирование всех возможных характеристик производственного комплекса, которое выражается в виде супермножества:

$$W = \{TGL, TP, D, B, \dots\}. \quad (9)$$

На основе описания объекта исследования и исходных данных множеств параметров была составлена функциональная схема автоматизации исполнительных элементов технологической линии [18, 19]. Фрагмент полученной функциональной схемы для дискретного поточного многоно-

менклатурного производства представлен на рис. 3.

Функциональная схема автоматизации широко применяется в серийном и массовом производстве, поскольку хорошо подходит для неизменных процессов с четкими и предсказуемыми параметрами и связями между элементами оборудования. Однако применение функциональной схемы автоматизации в дискретном поточном многономенклатурном производстве сталкивается с рядом существенных ограничений. Многономенклатурное производство характеризуется постоянными изменениями технологических процессов, большим разнообразием изделий и необходимостью гибкой перенастройки оборудования. В таких условиях функциональная схема автоматизации не способна эффективно формализовать и учитывать такие критически важные параметры, как вариативность технологических режимов, параметры переналадки, нестандартные промежутки времени между операциями и временные зависимости, возникающие при обработке различных типов продукции.

Ниже приведены примеры параметров, которые трудно представить при помощи функциональной схемы автоматизации:

1. Длительность переналадки оборудования на другой тип продукции.
2. Временные окна для профилактического обслуживания оборудования.
3. Параметры, связанные с неопределенностью спроса и срочными заказами.

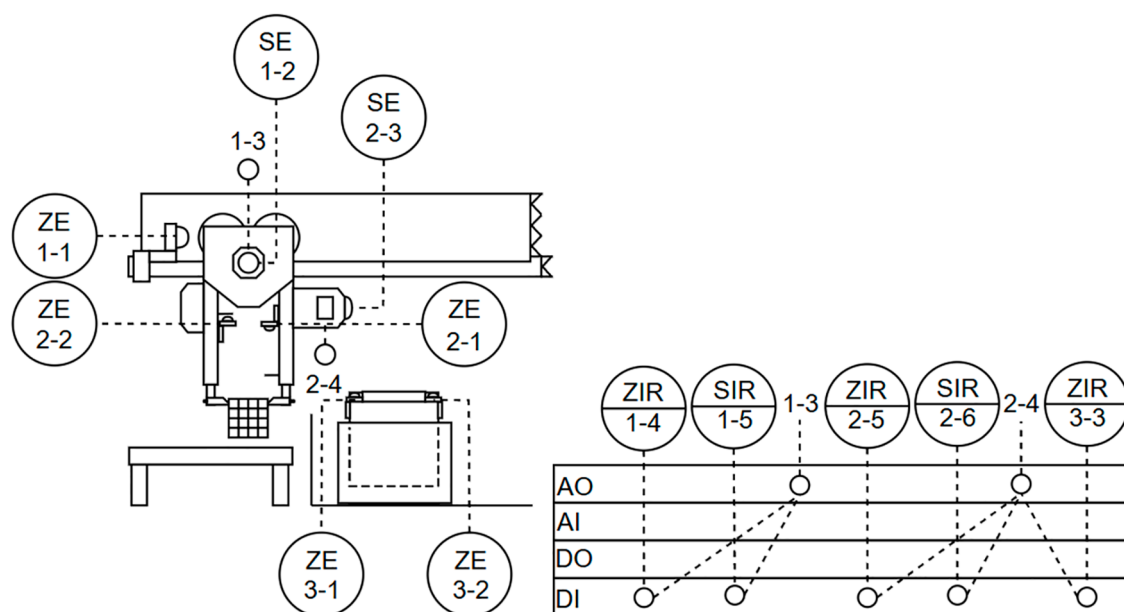


Рис. 3. Фрагмент функциональной схемы автоматизации исполнительных элементов производственного комплекса обработки изделий гальваническими покрытиями
Источник: составлено авторами

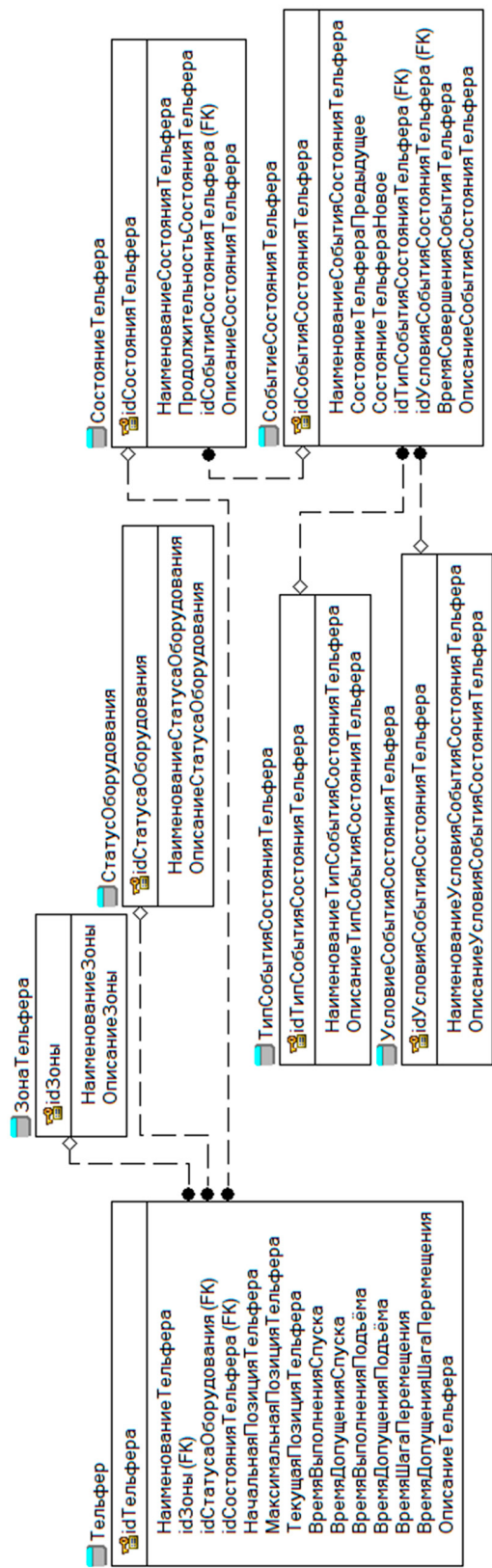


Рис. 4. Фрагмент логической модели данных параметров исполнительных элементов технологической линии в нотации IDEF1X
Источник: составлено авторами

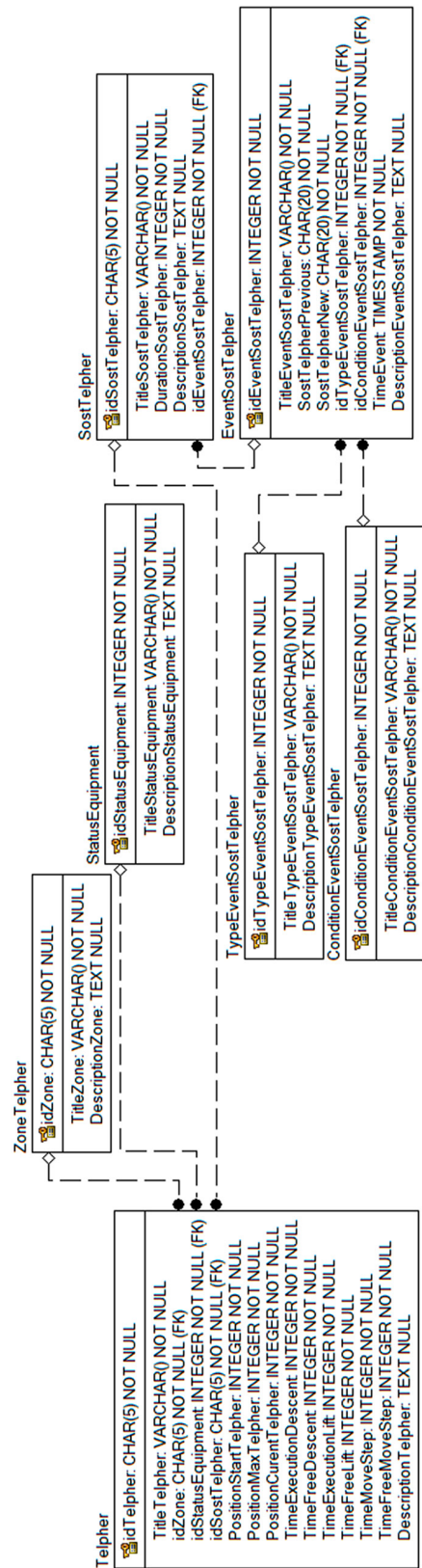


Рис. 5. Фрагмент даталогической модели данных параметров исполнительных элементов технологической линии в нотации IDEF1X
Источник: составлено авторами

Эти ограничения делают метод формализации параметров через функциональную схему автоматизации недостаточно гибкой для многономенклатурного дискретного производства и требуют применения более универсального подхода, такого как инфологический анализ.

Необходимость одновременного учета множества параметров и составления расписания работы исполнительных устройств значительно усложняет задачи планирования и управления. В связи с этим требуется использовать специальный подход к их формализации и автоматизации, результат которого минимизирует время простоя и потери производительности. Для решения научной задачи предложен метод инфологического анализа формализации параметров с использованием нотации IDEF1X. Инфологический анализ предлагает системный подход к формализации данных производственного процесса с точки зрения информационных потоков. Он позволяет структурировать множество параметров, идентифицировать сущности, определять атрибуты и связи между ними с помощью модели данных нотации IDEF1X. А это значительно упрощает последующие этапы автоматизации и разработки алгоритмов управления, обеспечивая гибкость и удобство адаптации к новым задачам и переменным, а также для возможности интеграции с линейным программированием [20]. На рис. 4 представлен фрагмент формализованных переменных производственного комплекса обработки изделий гальваническими покрытиями. А именно, были идентифицированы

сущности, определены атрибуты для одного из исполнительных элементов технологической линии – тельфер, осуществляющий транспортировку изделий в процессе их обработки.

На даталогической модели каждому из атрибутов был присвоен тип данных и созданы ограничения (рис. 5).

Типы данных у атрибутов определялись исходя из целевых установок для хранения значений и записей о параметрах. Даталогическая модель является основополагающей для создания алгоритмов планирования, обеспечивая формализацию параметров производства через нормализованный словарь переменных. Он включает уникальные идентификаторы, семантические описания, стандартные единицы измерения и допустимые диапазоны значений. Для терминологической унификации и соответствия стандартам модель дополнена тезаурусом (табл. 1), который устанавливает однозначные связи между техническими параметрами и их формальными представлениями. Такой подход гарантирует семантическую согласованность данных на всех уровнях управления. Формализованная структура позволяет эффективно реализовывать алгоритмы оптимизации производственного расписания, обеспечивая точность и надежность планирования.

Имея практические результаты исследования, был разработан алгоритм создания реляционной модели данных в нотации IDEF1X для формализации параметров производственного комплекса в процессе проектирования информационно-управляющей системы (рис. 6) [21].

Таблица 1

Фрагмент тезауруса параметров исполнительных элементов технологической линии

№ параметра	Наименование параметра	Обозначение параметра	Единица измерения параметра
1	Тельфер (индекс тельфера)	D (d)	единицы
2	Зона работы тельфера	Z	единицы
3	Индекс состояния тельфера	qd	единицы
4	Продолжительность состояния тельфера	t_{qd}	секунды
5	Минимальная позиция тельфера	POS_{mind}	единицы
6	Максимальная позиция тельфера	POS_{maxd}	единицы
7	Текущая позиция тельфера	POS_d	единицы
8	Время спуска тельфера	t_{cd}	секунды
9	Время допущения спуска тельфера	t_{dcd}	секунды
10	Время подъема тельфера	t_{nd}	секунды
11	Время допущения подъема тельфера	t_{dnd}	секунды
12	Время шага перемещения тельфера	t_{ind}	секунды

Источник: составлено авторами в дополнение к даталогической модели данных.

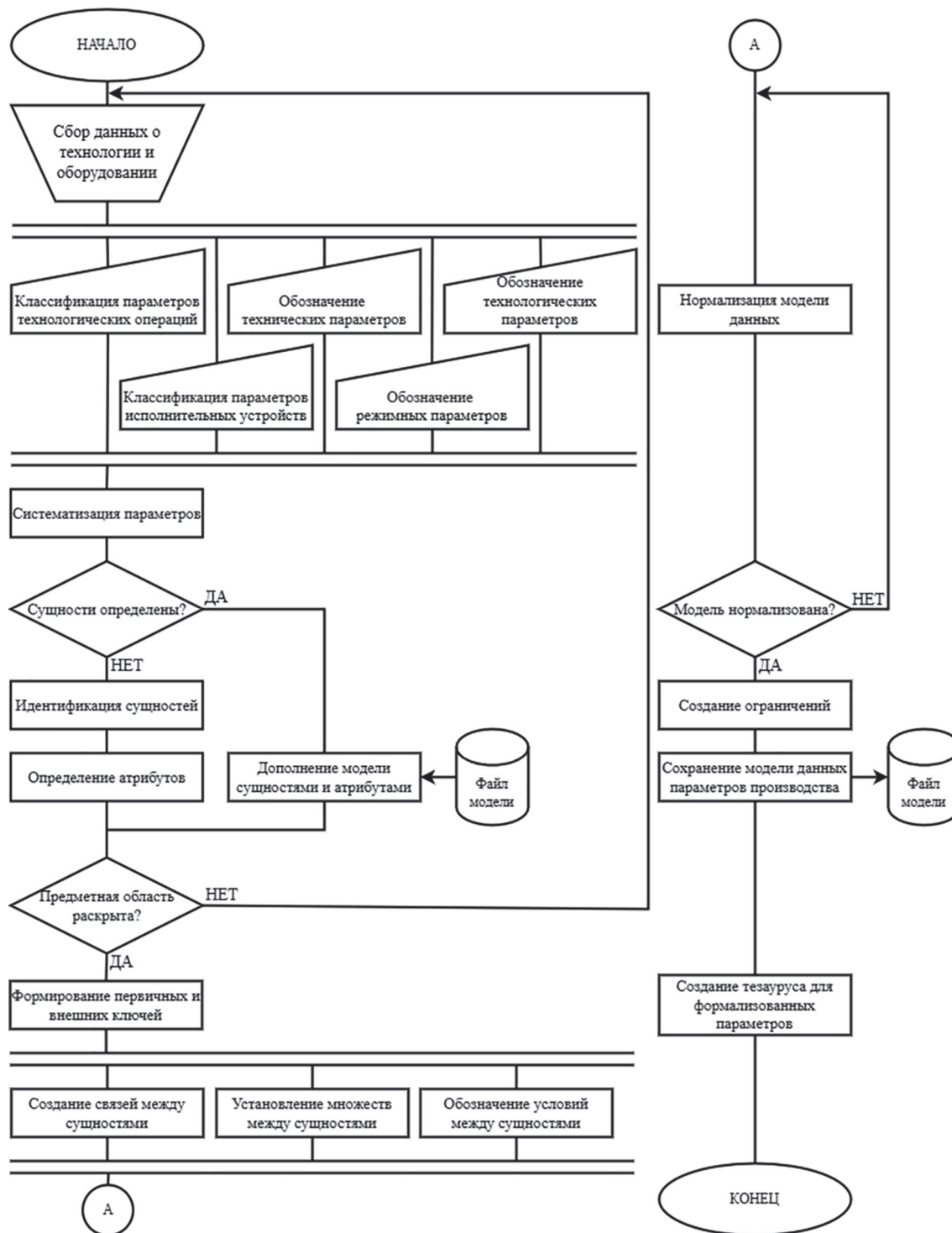


Рис. 6. Алгоритм создания модели данных производственных процессов этапа формализации параметров инфологического анализа в нотации IDEF1X
Источник: составлено авторами

Завершающей задачей текущей работы является проведение сравнительного анализа применения подходов формализации параметров через функциональную схему автоматизации и реляционную модель дан-

ных, а также оценка применимости предложенного в исследовании метода.

Была проведена сравнительная оценка качественных и количественных характеристик использования функциональных

схем автоматизации и метода инфологического анализа на этапе формализации параметров для дискретного поточного многономенклатурного производства (табл. 2). Для сравнения были определены следующие критерии:

1. Гибкость при изменении параметров – возможность вносить изменения в модель данных или схему при изменении производственных условий, таких как новые процессы, типы продукции.

2. Максимально возможные значения количества отображаемых параметров без потери качества восприятия – максимальное количество технологических и управленческих параметров можно представить и анализировать в одной модели без потери наглядности и удобства восприятия.

3. Возможность учета вариативности технологических процессов – способность метода описывать разные варианты и изменения технологических процессов без необходимости значительной переработки схем.

4. Уровень структуризации данных – значения, определяющие интуитивно понятные сущности, атрибуты, связи, элементы, параметры в моделях.

5. Возможность учесть параметры переналадки оборудования – удобство формализации и анализа параметров, связанных с переналадкой оборудования между различными технологическими режимами.

6. Возможность интеграции с автоматизированными системами управления производством – степень доступности интеграции модели с существующими автоматизированными системами управления производством.

7. Возможность автоматической проверки и нахождения ошибок в моделях и целостности данных – характеристика о наличии встроенных механизмов проверки данных на ошибки, логические противоречия и целостность информации.

Использование инфологического анализа позволяет существенно повысить эффективность формализации параметров для проектирования информационно-управляющей системы планирования и управления технологическими линиями в условиях дискретного поточного многономенклатурного производства обработки изделий гальваническими покрытиями. Гибкость инфологического анализа позволяет оперативно адаптировать модель, в то время как функциональная схема автоматизации требует значительных изменений и затрат времени.

Таблица 2

Сравнительная таблица подходов функциональной схемы автоматизации и инфологического анализа

№ критерия	Наименование критерия	Функциональная схема автоматизации	Инфологический анализ создания реляционной модели данных
1	Гибкость при изменении параметров	Низкий уровень гибкости	Высокий уровень гибкости
2	Максимально возможное значение количества отображаемых параметров без потери качества	100–150 параметров	Более 500 параметров одновременно
3	Возможность учета вариативности технологических процессов	Низкая (ограниченная) вариативность	Высокая вариативность
4	Уровень структуризации данных	Средний уровень (атрибуты, связи)	Высокий уровень (сущности, атрибуты, связи, правила, ограничения)
5	Способность учета параметров переналадки оборудования	Сложность в реализации учета параметров переналадки и состояний оборудования	Легка в реализации учета и отображения параметров исполнительных элементов технологической линии
6	Возможность интеграции с автоматизированными системами управления производством	Средний предел возможностей (необходимы дополнительные ресурсы)	Высокий предел возможностей (ERP, MES, автоматизированные системы управления)
7	Наличие механизмов для автоматической проверки моделей на ошибки и целостность данных	Отсутствие	Имеются встроенные механизмы

Источник: составлено авторами по результатам проведенного исследования.

Функциональная схема автоматизации имеет ограничения по количеству параметров, в отличие от инфологического анализа, способного отображать и структурировать значительно большее число параметров. Инфологический анализ относится к гибким подходам, поэтому позволяет учитывать вариативность значительно легче, чем функциональная схема автоматизации. В производственном комплексе обработки материалов гальваническими покрытиями применение функциональной схемы автоматизации на технологические линии потребовало бы создания отдельной схемы для каждой комбинации номенклатуры, а это $8 \text{ процессов} \times 3 \text{ линии} = 24$ уникальные схемы. Инфологическая модель сокращает это до одной модели данных. Инфологический анализ характеризуется высоким уровнем структуризации данных, обеспечивающим производительную обработку, хранение и анализ за счет ранее выявляемых связей и атрибутов в сущностях. Инфологический анализ предоставляет эффективный инструмент для структурированного описания технических, технологических и режимных параметров в дискретном поточном многономенклатурном производстве, в то время как функциональная схема автоматизации сталкивается с трудностями в их отображении. Подход инфологического анализа формализации параметров при проектировании информационно-управляющей системы производства относится к легко интегрируемым за счет стандартизированной реляционной модели данных в нотации IDEF1X. Нотация IDEF1X в инфологическом подходе анализа включает встроенные механизмы для проверки целостности и корректности данных в то время, как в средствах создания функциональной схемы автоматизации и самой модели они отсутствуют.

Заключение

Предложенный метод формализации параметров с подходом инфологического анализа и средствами реляционной модели данных для проектирования информационно-управляющей системы производственных комплексов представляет собой альтернативу традиционным подходам в дискретном поточном многономенклатурном производстве. Метод инфологического анализа демонстрирует значительные преимущества перед функциональной схемой автоматизации по таким ключевым критериям, как гибкость, масштабируемость, удобство восприятия, быстрота адаптации к изменениям и интеграция с другими системами управления. Все эти факторы подчеркивают

его эффективность и предпочтительность для применения в условиях дискретного поточного многономенклатурного производства. Таким образом, метод формализации параметров с помощью подхода инфологического анализа с использованием нотации IDEF1X обеспечивает существенные преимущества перед функциональной схемой автоматизации по ключевым показателям и является более эффективным и предпочтительным инструментом систематизации параметров параметрами дискретного поточного многономенклатурного производства. Предложенный подход обеспечивает прозрачность управления данными, поддержку полного жизненного цикла системы и адаптивность к динамическим требованиям гибкого производства.

Результаты исследования подтверждают эффективность реляционной модели данных для формализации технических, технологических и режимных параметров производственных систем. А это предлагает перспективы интеграции и масштабирования с другими сервисами для управления производством.

Список литературы

1. Володина А.М., Богомольная Г.В., Киселев Д.С., Курнасов Е.В. Использование онтологического инжиниринга при анализе технологических линий // Современная электроника. 2022. № 8. С. 16–19.
2. Пиотровский Д.Л., Холопов В.А., Киселев Д.С., Клягин М.М. Ручная сборка изделий с интерактивным сопровождением операций // Автоматизация. Современные технологии. 2023. Т. 77. № 10. С. 447–452. DOI: 10.36652/0869-4931-2023-77-10-447-452. EDN: WLCEKT.
3. Холопов В.А., Гантц И.С., Антонов С.В. Применение информационных технологий при решении задач мониторинга выполнения производственных процессов в концепции Индустрии 4.0 // Промышленные АСУ и контроллеры. 2019. № 4. С. 49–58. EDN: ZCUNZR.
4. Каширская Е.Н., Холопов В.А., Соклаков Ф.В., Сухастерин А.Б. Информационно-управляющая система для управления технологическим процессом посредством цифрового двойника // Промышленные АСУ и контроллеры. 2020. № 8. С. 46–50. DOI: 10.25791/asu.8.2020.1211. EDN: RNQPPK.
5. Sokolov B., Ivanov D., Dolgui A. Introduction to scheduling in industry 4.0 and cloud manufacturing systems / Scheduling in Industry 4.0 and Cloud Manufacturing // International Series in Operations Research & Management Science. Vol. 289. New York, USA, 2020. P. 1–9. DOI: 10.1007/978-3-030-43177-8_1.
6. Dolgui A., Ivanov D., Sethi S.P., Sokolov B. Scheduling in production, supply chain and Industry 4.0 systems by optimal control: fundamentals, state-of-the-art and applications // International Journal of Production Research. Abingdon, England. 2018. Vol. 57, Is. 2. P. 411–432. DOI: 10.1080/00207543.2018.1442948.
7. Arsyad Junaiddin, Deddy Takdir Syaifuddin, Yusuf Montundu, Sudirman Zaid. The Application of Linear Programming into Production Schedule at Electrical Panel Company // International Journal of Membrane Science and Technology, Karachi, Pakistan. 2023. Vol. 10, Is. 3. P. 354–371. DOI: 10.15379/ijmst.v10i3.1540.

8. Lingxin Wang, Rosa Abbou, Catherine da Cunha. Multi-stage scheduling for sustainable manufacturing: balancing demand, resources, and social responsibility // *International Journal of Dynamics and Control*. Cham, Switzerland. 2025. № 13. P. 187. DOI: 10.1007/s40435-025-01694-7.
9. Fera M., Fruggiero F., Lambiase A., Martino G., Nenni M.E. Production Scheduling Approaches for Operations Management // *InTech*. USA. 2013. DOI: 10.5772/55411.
10. Del Gallo M., Mazzuto G., Ciarapica F.E., Bevilacqua M. Artificial Intelligence to Solve Production Scheduling Problems in Real Industrial Settings: Systematic Literature Review // *Electronics*. Basel, Switzerland, 2023. Vol. 12, Is. 23. P. 4732. DOI: 10.3390/electronics12234732.
11. Yuanyuan Li, Stefano Carabelli, Edoardo Fadda, Daniele Manerba, Roberto Tadei, Olivier Terzo. Machine learning and optimization for production rescheduling in Industry 4.0 // *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. London, UK. 2020. № 110. P. 2445–2463. DOI: 10.1007/s00170-020-05850-5.
12. Chen J., Wang G., Lu J., Zheng X., Kiritsis D. Model-based system engineering supporting production scheduling based on satisfiability modulo theory // *Journal of Industrial Information Integration*. Amsterdam, Netherlands. 2022. № 27. P. 18. DOI: 10.1016/j.jii.2022.100329.
13. Witsch M., Vogel-Heuser B. Towards a Formal Specification Framework for Manufacturing Execution Systems // *IEEE Transactions on industrial informatic*. Vol. 8. Piscataway, NJ, USA. 2012. № 2. P. 311–320. DOI: 10.1109/TII.2012.2186585.
14. Kocher A., Vieira da Silva L.M., Fay A. Modeling and Executing Production Processes with Capabilities and Skills using Ontologies and BPMN // *IEEE 27th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)*. Stuttgart, Germany. 2022. P. 1–8. DOI: 10.1109/ETFA52439.2022.9921564.
15. Andre E., Liu S., Liu Y., Choppy C., Sun J., Dong J.S. Formalizing UML State Machines for Automated Verification // *ACM Computing Surveys*, New York, USA. 2023. Vol. 55, Is. 13. P. 1–47. DOI: 10.1145/3579821.
16. Гуров В.А. Усовершенствование автоматизированной системы нагрева продукта с применением подогревателя поверхностного типа // *Шаг в науку*. 2024. № 1. С. 41–47. EDN: FYOZCU.
17. Оковитая К.О., Макаренко В.Г., Суржко О.А. Автоматизация работы двухреакторной установки для получения биогаза из отходов агропромышленного комплекса // *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева*. 2024. Т. 16. № 4. С. 131–135. DOI: 10.36508/RSATU.2024.33.14.019. EDN: NAEBJG.
18. ГОСТ 21.408-2013. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов. Введ. 2014-11-01. М.: Стандартинформ, 2014.
19. ГОСТ 21.208-2013. Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. Введ. 2014-11-01. М.: Стандартинформ, 2015.
20. Клягин М.М., Зайцев И.Ю. Особенности проектирования баз данных производственных процессов // *Концепция устройства современного мира в эпоху цифры: сборник научных трудов по материалам Международного научного форума (Москва, 15 декабря 2023 г.)*. М.: Алеф, 2023. С. 93–102. DOI: 10.26118/1300.2023.63.84.006.
21. ГОСТ 19.701-90 (ИСО 5807-85). Единая система программной документации. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения. Введ. 1992-01-01. М.: Стандартинформ, 2010.

СТАТЬИ

УДК 376.37

DOI 10.17513/snt.40443

**ОРГАНИЗАЦИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ДИАГНОСТИКИ
КОММУНИКАТИВНЫХ УМЕНИЙ КАК ПРОПЕДЕВТИЧЕСКОГО
КОМПОНЕНТА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА
МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С ТЯЖЕЛЫМИ НАРУШЕНИЯМИ РЕЧИ****Абрамова И.В.***ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет
имени М.Е. Евсевьева», Саранск, e-mail: iva-76@yandex.ru*

В статье представлено описание экспериментального исследования сформированности коммуникативных умений у младших школьников с нарушениями речи. На основании обзора литературных источников по проблематике определены те коммуникативные умения, которые необходимы для подготовки к выбору профессии и овладению в дальнейшем профессиональными действиями: умения ориентироваться в теме коммуникативной ситуации, внимательно слушать и понимать собеседника, правильно строить повествовательные и вопросительные предложения, применять формы речевого этикета, владеть невербальными средствами общения, логично и последовательно излагать свои мысли. Методами исследования выбраны беседа и педагогический эксперимент. В результате проведенного исследования выявлены особенности, характеризующие коммуникативные умения у детей с нарушениями речи, такие как неумение ориентироваться в теме разговора, использование при ответах простых по структуре предложений, пропуски смысловых и структурных компонентов в синтаксических конструкциях, неумение последовательно излагать свои мысли, недостаточная осведомленность о профессиональной деятельности человека, неумение использовать в речи производные от данных слов, неумение пользоваться формами речевого этикета. Обоснована необходимость планирования логопедической работы по формированию коммуникативных умений у школьников рассматриваемой категории как пропедевтического компонента их профессионального выбора на основе полученных данных.

Ключевые слова: коммуникативные умения, нарушение речи, профессиональный выбор

Исследование выполнено в рамках гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям научной деятельности вузов-партнеров по сетевому взаимодействию (Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет и Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева) по теме «Научно-методическое обеспечение организации коррекционно-развивающей образовательной среды для обучающихся с нарушениями речи и коммуникации».

**ORGANIZATION AND RESULTS OF DIAGNOSTICS
OF COMMUNICATIVE SKILLS AS A PROPEDEUTIC
COMPONENT OF PROFESSIONAL CHOICE OF PRIMARY
SCHOOL CHILDREN WITH SEVERE SPEECH DISORDERS****Abramova I.V.***Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseiev,
Saransk, e-mail: iva-76@yandex.ru*

The article presents a description of an experimental study of the formation of communicative skills in primary school children with speech disorders. Based on a review of literary sources on the problem, those communicative skills that are necessary for preparation for choosing a profession and mastering professional actions in the future are determined: the ability to navigate the topic of a communicative situation, listen carefully and understand the interlocutor, correctly construct narrative and interrogative sentences, use forms of speech etiquette, master non-verbal means of communication, logically and consistently express their thoughts. Conversation and a pedagogical experiment were chosen as research methods. As a result of the study, features characterizing communicative skills in children with speech disorders were identified, such as the inability to navigate the topic of conversation, the use of simple sentence structure when answering, omissions of semantic and structural components in syntactic constructions, the inability to consistently express their thoughts, insufficient awareness of a person's professional activities, the inability to use derivatives of these words in speech, the inability to use forms of speech etiquette. The necessity of planning speech therapy work on the formation of communicative skills in schoolchildren of the considered category as a propaedeutic component of their professional choice based on the data obtained is substantiated.

Keywords: communication skills, speech impairment, career choice

The study was carried out within the framework of a grant for conducting research work in priority areas of scientific activity of partner universities in network interaction (South Ural State Humanitarian Pedagogical University and Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseiev) on the topic «Scientific and methodological support for the organization of a correctional and developmental educational environment for students with speech and communication disorders».

Введение

В современных условиях пропедевтику профессионального выбора необходимо начинать с младшего школьного возраста. Как отмечает М.В. Антонова, в этом возрасте необходимо познакомить школьников с современным миром профессий, обеспечить становление интереса к трудовой деятельности, формирование трудовых навыков, воспитание качеств личности, определяющих успешность будущего профессионального выбора [1]. Неотъемлемым компонентом любой профессии являются социально-коммуникативные способности, которые включают в себя две составляющие – социальную компетенцию, которая определяется современными учеными (И.В. Зотова, Н.Н. Малярчук, М.В. Плотникова, Л.П. Пашенко, А.А. Щепелин) как базовые знания, умения и навыки человека, необходимые для решения социальных и поведенческих ситуаций, и коммуникативную, которая, с точки зрения этих же авторов, предусматривает применение различных языковых и неязыковых средств с целью коммуникации, общения в конкретных социально-бытовых и социально-трудовых ситуациях [2; 3]. Для полноценного общения в рамках выбранной профессии очень важно обладать коммуникативными умениями взаимодействия с коллегами, руководителями, подчиненными. Необходимо не только уметь составлять фразы, выражающие собственное мнение, просьбу, аргумент, но и слышать другого человека, понимать его, адекватно отвечать и реагировать на чужие высказывания. Именно эти способности позволяют человеку реализовать основные трудовые функции и действия. Для того чтобы обеспечить готовность ребенка не только к осознанному профессиональному выбору, но и к овладению профессиональными действиями, следует формировать необходимые коммуникативные навыки.

Т.Н. Волковская обозначает, что дефициты коммуникативно-речевой компетентности, характерные для детей с недостатками речи, могут привести к социальной дезадаптации, что впоследствии скажется на профессиональном выборе и овладении профессией [4]. Конечно, в отношении лиц с речевой патологией решение этой проблемы осуществляется учителем-логопедом (Р.Е. Левина, Т.Б. Филичева, Г.В. Чиркина и др.) [5; 6, с. 319; 7]. Подобная работа должна осуществляться в четком соответствии с нормативными документами, регламентирующими образование лиц с ограниченными возможностями здоровья. Ключе-

вым документом в этом плане выступает федеральная адаптированная образовательная программа начального общего образования (ФАОП НОО) для обучающихся с тяжелыми нарушениями речи [8, с. 785]. Из обозначенных в ФАОП НОО для обучающихся с тяжелыми нарушениями речи универсальных учебных коммуникативных действий для подготовки к выбору профессии и овладению в дальнейшем профессиональными действиями в аспекте общения относят следующие: проявлять уважительное отношение к собеседнику, соблюдать правила ведения диалога и дискуссии, корректно и аргументированно высказывать свою точку зрения. В аспекте совместной деятельности – принимать цель совместной деятельности, коллективно строить действия по ее достижению: распределять роли, договариваться, обсуждать процесс и результат совместной работы, проявлять готовность руководить, выполнять поручения, подчиняться, ответственно выполнять свою часть работы, оценивать свой вклад в общий результат [9]. Успешное формирование обозначенных коммуникативных действий у младших школьников с речевой патологией зависит от результативного преодоления нарушения речи [10; 11; 12, с. 31]. Определяющим условием формирования коммуникативных умений у младших школьников с тяжелыми нарушениями речи является четко спланированная и реализованная логопедическая диагностика, необходимость ее проведения составляет актуальность данного исследования.

Цель исследования – выявить уровень сформированности коммуникативных умений как пропедевтического компонента профессионального выбора младших школьников с тяжелыми нарушениями речи.

Материалы и методы исследования

В качестве методов исследования выбраны беседа и педагогический эксперимент. С их помощью исследовались коммуникативные умения: ориентироваться в теме коммуникативной ситуации, внимательно слушать и понимать собеседника, правильно строить повествовательные и вопросительные предложения, применять формы речевого этикета, владеть невербальными средствами общения, логично и последовательно излагать свои мысли. Данные позиции определяют содержание и организацию педагогического эксперимента. Содержательный компонент исследования был разработан на основе материалов, изложенных в работах Т.В. Ахутиной, О.В. Дыбиной, М.А. Лаврентьевой [13, с. 37; 14, с. 7; 15].

Констатирующий этап исследования проводился на базе МАОУ «Средняя общеобразовательная школа № 10» г.о. Саранск с декабря 2024 г. по февраль 2025 г. Участниками эксперимента стали 12 младших школьников с общим недоразвитием речи, III уровень речевого развития, в возрасте 8–9 лет.

Содержание диагностического материала может быть представлено следующим образом. Первоначально с обучающимися была проведена беседа по вопросам: 1) Что такое профессия? 2) Какие ты знаешь профессии? 3) Ты читал книги о людях разных профессий? Каких? 4) Кто по профессии твой родители? 5) Что нужно сделать, чтобы получить профессию? 6) Какую профессию ты хотел бы получить? 7) Какие умения нужны для выбранной профессии? 8) Как ты будешь готовиться, чтобы овладеть профессией? 9) Что бы ты спросил у известного человека данной профессии? 10) Как ты считаешь, пригодится тебе совет педагога о выборе профессии?

Педагогический эксперимент предусматривал реализацию методик «Интервью» и «Диалог».

Методика «Интервью». Цель – выявить умение вести диалог, внимательно слушать собеседника, правильно формулировать вопросы, адекватно отвечать на вопросы. Проводится сразу с двумя обучающимися.

Инструкция: «Давайте представим, что Маша – журналист и берет интервью у известного писателя Михаила (тема – детская литература, прочитанные книги и т.д.), у известного спортсмена Александра (тема – спорт, виды спорта, любимые спортивные игры и развлечения и др.). Пожалуйста, играйте свои роли так, чтобы ваше поведение и речь были бы как у настоящих журналистов и экспертов».

Исследуемые коммуникативные умения: выбрать речевые средства для раскрытия темы, самоконтроль в общении, правильно построить вопросительное предложение, ответить на вопрос полным ответом, владеть невербальными средствами общения.

Критерии оценки:

1) 3 балла (достаточный уровень) – ребенок быстро ориентируется в теме, знает, например, названия книг, писателей или имена выдающихся спортсменов, названия видов спорта, использует в речи производные от данных слов (имена прилагательные, глаголы), предложения составляет верно (все смысловые и структурные части синтаксической конструкции присутствуют), высказывание сопровождается мимикой, жестами;

2) 2 балла (средний уровень) – ребенок ориентируется в теме, знает, например, на-

звания книг, писателей или имена выдающихся спортсменов, названия видов спорта, редко использует в речи производные от данных слов (имена прилагательные, глаголы), предложения строит простые по структуре, допускаются односложные ответы, высказывание сопровождается мимикой, жестами;

3) 1 балл (низкий уровень) – ребенок не ориентируется в теме, не знает названия книг, писателей или имена выдающихся спортсменов, названия видов спорта, не использует в речи производные от данных слов (имена прилагательные, глаголы), предложения строит простые по структуре с пропуском смысловых и структурных компонентов, ответы односложные, высказывание не сопровождается мимикой, жестами.

Методика «Диалог». Цель – изучение особенностей диалогической речи детей в различных речевых ситуациях. Реализация данной методики осуществлялась по двум позициям. Первоначально детям предлагалось ответить на вопросы на тему «Друзья», а затем моделировались речевые ситуации с использованием форм речевого этикета.

По первой позиции предлагались следующие вопросы: С кем ты дружишь? Почему ты выбрал именно их? О чем ты любишь разговаривать с друзьями? Чем вы с друзьями занимаетесь чаще всего? Кто такой настоящий друг? Как вы обычно здороваетесь и прощаетесь? Можно ли так здороваться и прощаться со взрослыми? Как нужно правильно обращаться ко взрослым?

По второй позиции предлагались такие речевые ситуации: 1. Кого бы ты пригласил играть вместе с собой? Пригласи. Как ты будешь приглашать? 2. Как бы ты встретил новенького, который первый раз пришел в класс? Что бы ты ему предложил? Что рассказал бы, показал, о чем спросил? 3. У твоей одноклассницы день рождения. Вы с друзьями пришли ее поздравить. Расскажи, как бы ты выбирал для нее подарок? Что бы ты ей пожелал? 4. Вы с семьей оказались в незнакомом городе. Вам бы очень хотелось посетить один очень красивый парк, но, к сожалению, вы не знаете каким общественным транспортом вам воспользоваться. Как вы поступите в этой ситуации? Расскажи, как правильно нужно обращаться к незнакомым людям? 5. Тебя попросили рассказать о своем любимом занятии. С чего ты начнешь свой рассказ? Что хочешь рассказать друзьям о своем хобби? 6. У тебя появилась возможность встретиться с самым известным человеком планеты. Кто это будет? О чем бы ты его спросил?

7. Во время каникул ты встретил классного руководителя. Как ты обратишься к нему? О чем вы будете говорить?

Критерии оценки:

1) 3 балла (достаточный уровень) – обучающийся проявляет активность, вступает в диалог, воспринимает и понимает, о чем идет речь, учитывает обозначенную ситуацию, может обратиться с вопросом, способен последовательно выразить свои мысли, применяет формы речевого этикета;

2) 2 балла (средний уровень) – обучающийся воспринимает и понимает речь педагога, внешне может показать, что ему что-то непонятно, знает некоторые формы речевого этикета;

3) 1 балл (низкий уровень) – обучающийся необщителен, невнимателен, даже немного замкнут, практически не использует формы речевого этикета, затрудняется в последовательном изложении своих мыслей и контроле речевой ситуации.

Итоговая количественная оценка результатов выполнения диагностических процедур осуществлялась суммарно по набранным баллам по каждому заданию.

Результаты исследования и их обсуждение

Количественные результаты выполнения диагностических заданий свидетельствуют о преобладании у участников исследования низкого уровня сформированности коммуникативных умений, необходимых для последующего профессионального выбора и овладения профессиональными действиями. Для них характерны ограниченное использование вербальных форм общения, отсутствие инициативы в диалоге, сложности при ответах на вопросы, несоблюдение логики разговора. Так, по результатам беседы установлено, что 83,3 % (10 чел.) школьников испытывают значительные трудности в описании профессий, в формулировании вопросов и обоснованных ответов на темы, связанные с профессиональным выбором. Эти обучающиеся затрудняются в выражении своих мыслей по теме, связанной с профессиями и профессиональным выбором, а их интерес к обсуждаемым вопросам выражен слабо или отсутствует. Средний уровень сформированности коммуникативных навыков был выявлен у 16,7 % (2 чел.) детей, что указывает на частичное знание профессий и слабую мотивацию к обсуждению темы. Ученики с таким уровнем способны назвать несколько профессий, но их знание ограничено, а ответы на вопросы, касающиеся навыков и методов подготовки, часто являются достаточно поверхностными. Важно отметить, что среди участников

не было выявлено обучающихся с достаточно высоким уровнем сформированности коммуникативных навыков, что подчеркивает необходимость дальнейшей работы в данной области с целью улучшения представлений о профессиях, развития умения формировать вопросы и ответы, а также повышения интереса к теме профессионального выбора.

По результатам проведения методики «Интервью» установлено, что большинство обучающихся, а именно 83,3 % (10 чел.), продемонстрировали низкий уровень коммуникативных навыков при ответах на вопросы. Они практически не ориентируются в теме, не знают названия книг, писателей или имена выдающихся спортсменов, названия видов спорта, а также не используют в речи производные от данных слов (имена прилагательные, глаголы). Предложения строят простые по структуре с пропуском смысловых и структурных компонентов, ответы односложные. Только часть детей, 16,7 % (2 чел.), показала средний уровень сформированности рассматриваемых способностей, который характеризуется тем, что дети имеют представление о теме, однако они также строят простые предложения и не используют в речи производные от данных слов.

На основании результатов проведения методики «Диалог» можно констатировать, что большинство участников исследования, а именно 83,3 % (10 чел.), подтвердили недостаточный уровень сформированности коммуникативных навыков, необходимых для подготовки к осознанному профессиональному выбору. Дети с таким уровнем характеризуются малой активностью, недостатком речевой активности в общении с детьми и педагогом, невнимательностью, редким использованием форм речевого этикета и неумением последовательно излагать свои мысли, точно передавать их содержание. Также в процессе исследования 16,7 % (2 чел.) детей продемонстрировали средний уровень, который характеризуется тем, что дети отличаются умением слушать и понимать речь, участием в общении чаще по инициативе других, умением пользоваться формами речевого этикета.

Таким образом, на основании результатов констатирующего эксперимента можно сделать вывод о том, что у детей данной категории преобладает низкий уровень сформированности коммуникативных умений как пропедевтического компонента их профессионального выбора, что определяет необходимость дальнейшей логопедической работы по их формированию.

Заключение

Полученные результаты, характеризующие особенности коммуникативных умений младших школьников с общим недоразвитием речи, дополняют имеющиеся сведения о речевых дефицитах детей данной категории и являются основанием для совершенствования программно-методического обеспечения логопедической работы по их устранению. В качестве таких ресурсов выступают предметные ресурсы (электронная картотека дидактических игр «Мир профессий», логопедическая тетрадь «Я учусь общаться: ступени к профессии» и др.), организационные ресурсы (правила речевого поведения, соблюдение единого речевого режима, дозировка речевой нагрузки), социально-психологические ресурсы (взаимодействие с семьей ребенка, службой сопровождения и т.д.).

Список литературы

1. Антонова М.В. Проблемно-ориентированная пропедевтика раннего выбора будущей профессии // Педагогика и психология образования. 2019. № 4. С. 51–63. URL: <http://pp-obr.ru/wp-content/uploads/2020/03/2019-4-51.pdf> (дата обращения: 23.06.2025). DOI: 10.31862/2500-297X-2019-4-51-63.
2. Зотова И.В. Сущность и характеристика понятия «социально-коммуникативная компетенция» // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 67–1. С. 111–115. URL: <https://clik.li/xsYS> (дата обращения: 23.06.2025).
3. Малярчук Н.Н., Плотникова М.В., Пашенко Л.П., Щепелин А.А. Социально-коммуникативная компетенция младших школьников в информационном обществе // Успехи гуманитарных наук. 2021. № 7. С. 102–106. URL: <https://mhs-journal.ru/wp-content/uploads/2021/05/mhs-7.pdf> (дата обращения: 23.06.2025).
4. Волковская Т.Н. Теоретические аспекты проблемы коммуникативной дезадаптации детей с недостатками речи // Коррекционная педагогика: теория и практика. 2016. № 4 (70). С. 8–12. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_27633665_40586984.pdf (дата обращения: 23.06.2025).
5. Левина Р.Е. Состояние чтения у детей с нарушениями речи и письма // Альманах Института коррекционной педагогики. 2006. № 10. С. 22–25. URL: <https://alldef.ru/ru/articles/almanah-10/sostojanie-chtenija-u-detej-s> (дата обращения: 23.06.2025).
6. Логопедия. Теория и практика / Под ред. Т.Б. Филичевой. М.: Эксмо, 2017. 608 с. URL: <https://eksmo.ru/book/logopediya-teoriya-i-praktika-obnovl-izd--ITD1361943/> (дата обращения: 23.06.2025).
7. Чиркина Г.В. Проблема обучения детей с нарушениями речи в контексте их особых образовательных потребностей // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2012. № 2 (22). С. 155–166. URL: <http://scientific-notes.ru/magazine/archive/number/24> (дата обращения: 23.06.2025).
8. Приказ Минпросвещения России от 24.11.2022 г. № 1023 «Об утверждении федеральной адаптированной образовательной программы начальной общего образования для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья» [Электронный ресурс]. URL: <https://goo.su/t3kA1> (дата обращения: 23.06.2025).
9. Рябова Н.В., Назарова Е.В., Терлецкая О.В. Научно-практические основы формирования коммуникативных универсальных учебных действий младших школьников // Гуманитарные науки и образование. 2021. Т. 12. № 1. С. 91–96. URL: https://www.mordgpi.ru/upload/iblock/20e/Tom-12_-_1-_yanvar_mart_.pdf (дата обращения: 23.06.2025). DOI: 10.51609/2079-3499_2021_12_01_91.
10. Абрамова И.В., Лапшина И.В., Милованцева Н.П. Организационно-содержательные основы деятельности педагога по обеспечению единого речевого режима для обучающихся с речевыми нарушениями // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. 2019. № 12 (2). С. 74–78. URL: <http://www.nauteh-journal.ru/files/c110e6c3-246a-4710-bef9-a92b43837622> (дата обращения: 23.06.2025).
11. Абрамова И.В., Быкова Д.А. Организация и результаты исследования словарного запаса младших школьников с интеллектуальными нарушениями // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 6. С. 77–81. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=40067> (дата обращения: 23.06.2025). DOI: 10.17513/snt.40067.
12. Криницына Г.М. Коррекция речевых нарушений у младших школьников: практическое пособие. М.: Юрайт, 2025. 147 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://urait.ru/bcode/566238> (дата обращения: 23.06.2025).
13. Ахутина Т.В. Диагностика речевых нарушений школьников. М.: Юрайт, 2025. 157 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://urait.ru/bcode/562969> (дата обращения: 23.06.2025).
14. Педагогическая диагностика компетентностей дошкольников. Для работы с детьми 5–7 лет / Под ред. О.В. Дыбиной. М.: Мозаика-синтез, 2010. 64 с. [Электронный ресурс]. URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=212955 (дата обращения: 23.06.2025).
15. Караванова Л.Ж., Лаврентьева М.А., Полосина А.А. Психологические предикторы академической успешности младшего школьника // Учебный эксперимент в образовании. 2024. № 2 (110). С. 7–18. URL: https://www.mordgpi.ru/upload/iblock/ada/UEvO-2_2024_B5_sOblozhkoy.pdf (дата обращения: 23.06.2025). DOI: 10.51609/2079-875X_2024_2_07.

УДК 37.01:378.2

DOI 10.17513/snt.40444

САМОЭФФЕКТИВНОСТЬ БУДУЩИХ НАУЧНЫХ КАДРОВ В ИССЛЕДОВАНИЯХ: АНАЛИЗ ВОСПРИЯТИЯ И ОЦЕНКИ СОБСТВЕННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ

Алимбеков А.А.

Кыргызско-Турецкий университет «Манас», Бишкек,

e-mail: akmatali.alimbekov@manas.edu.kg

Основная цель исследования заключалась в том, чтобы выявить, насколько аспиранты чувствуют себя компетентными в различных аспектах исследовательского процесса, и определить ключевые области, требующие улучшения. В качестве метода исследования использовалась феноменологическая схема, а данные собирались с помощью полуструктурированных интервью с аспирантами. Для анализа результатов был применен контент-анализ. Результаты показали, что аспиранты демонстрируют уверенность в таких аспектах, как мотивация, выбор темы исследования и синтез информации. Однако они испытывают значительные затруднения в написании научных отчетов, структурировании исследований, владении английским языком и управлении временем. Участники исследования также выразили свои ожидания относительно более активной обратной связи от научных руководителей, а также необходимости усиленной практики в академическом письме и чтении научной литературы. Исследование подчеркивает важность создания условий для поддержки аспирантов в процессе их профессионального развития, включая обучение навыкам тайм-менеджмента, академического письма и работы с языковыми барьерами. Эти меры могут способствовать повышению уверенности аспирантов и улучшению их самооффективности в научной работе. В конце статьи представлены предложения, основанные на результатах исследования.

Ключевые слова: подготовка научных кадров, аспиранты, научное исследование, поддержка обучения

SELF-EFFICIENCY OF FUTURE SCIENTIFIC STAFF IN RESEARCH: ANALYSIS OF PERCEPTION AND EVALUATION OF OWN COMPETENCE

Alimbekov A.A.

Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, e-mail: akmatali.alimbekov@manas.edu.kg

The main aim of the study was to identify the extent to which postgraduate students feel competent in different aspects of the research process and to identify key areas for improvement. A phenomenological design was used as the research method and data collected through semi-structured interviews with postgraduate students. Content analysis was used to analyze the results. The results showed that graduate students show confidence in aspects such as motivation, choosing a research topic, and synthesizing information. However, they have significant difficulties in writing research reports, structuring research, English language proficiency and time management. Participants in the study also expressed their expectations for more active feedback from academic supervisors, as well as the need for increased practice in academic writing and reading scientific literature. The study emphasizes the importance of creating an environment to support graduate students in their professional development, including training in time management, academic writing, and dealing with language barriers. These interventions can help to increase graduate students' confidence and improve their self-efficacy in academic writing. At the end of the article, proposals based on the research results are presented.

Keywords: training of scientific staff, postgraduate students, scientific research, support of education

Введение

Понятие самооффективности является ключевым в социально-когнитивной теории и рассматривается в различных аспектах, таких как определение, ограничения, измерения и применение в разных областях. В центре этих определений находится концепция самооффективности, предложенная Альбертом Бандурой, одним из ведущих представителей теории социального научения. Бандура определяет самооффективность как «суждение индивида о своей способности организовывать и успешно выполнять действия, необходимые для достижения определенных результатов» [1]. Эта концепция подчеркивает важность уве-

ренности человека в своей способности преодолеть трудности и достичь поставленных целей.

Согласно Джинксу и Моргану, самооффективность представляет собой чувство уверенности индивида в своей способности действовать эффективно в конкретной ситуации [2]. Эта уверенность напрямую влияет на успеваемость человека, выбор деятельности, количество усилий, которые он прикладывает, и, как следствие, на его успех [3; 4]. Более того, высокая самооффективность способствует лучшему выполнению учебных заданий и задач, требующих различных навыков, таких как языковые, психомоторные или вычислительные навыки [4].

Взаимосвязь между восприятием самоэффективности и академической успеваемостью была выявлена в ходе экспериментальных исследований. Согласно результатам исследований, восприятие самоэффективности оказывает значительное влияние на академическую успеваемость учащихся [3; 5]. Результаты исследований подчеркивают, что между успеваемостью и самоэффективностью существует значительная связь, и с ростом самоэффективности успеваемость также повышается.

Хотя вопрос о том, в какой степени студенты считают себя компетентными в научных исследованиях, рассматривается исследователями различных образовательных уровней, примечательно, что количество исследований, посвященных самоэффективности в научных исследованиях аспирантов, не находится на желаемом уровне. Однако это сложная динамика. Важность научных исследований, особенно для студентов, продолжающих обучение в аспирантуре университетов, неоспорима. Хотя научное исследование является неотъемлемой частью научного успеха на уровне последиplomного образования, общепринято, что студенты должны обладать навыками письма или быть уверенными в них и должны демонстрировать эти навыки в различных предметных областях и исследованиях [6; 7]. Однако обычно это не так.

В контексте аспирантской деятельности понимание и развитие самоэффективности имеет особое значение. Уверенность в собственных исследовательских способностях влияет на мотивацию аспирантов, их подход к научной работе и общий успех в академической карьере [4]. Поэтому важно изучить, как аспиранты воспринимают свою самоэффективность и какие аспекты научной деятельности вызывают у них затруднения, чтобы разработать эффективные стратегии поддержки и развития их исследовательских навыков.

Научно-исследовательская деятельность является ключевым элементом академического и профессионального роста аспирантов. В этом контексте самоэффективность, то есть уверенность в собственных способностях выполнять исследовательские задачи, играет важную роль в успешности их работы [1]. Понимание того, как аспиранты воспринимают свою компетентность и какие аспекты исследовательской работы вызывают у них затруднения, может дать ценную информацию для улучшения образовательных программ и поддерживающих структур [5; 8].

Аспиранты, как будущие научные кадры, сталкиваются с различными вызовами в процессе научных исследований, которые

могут влиять на их профессиональное развитие и карьерные перспективы. Эти вызовы могут включать в себя как технические аспекты, такие как написание научных отчетов и структурирование исследований, так и более субъективные элементы, такие как управление временем и владение языком. Оценка их самоэффективности позволяет выявить области, где они чувствуют себя уверенно, и те, которые требуют дополнительной работы и поддержки [4; 9].

Важность темы исследования подтверждается растущей потребностью в эффективных методах подготовки аспирантов к требованиям современного научного общества. Понимание и анализ восприятия аспирантами своей исследовательской компетентности помогут выявить пробелы в их подготовке и определить пути улучшения образовательного процесса [3; 6]. В данном контексте исследование направлено на то, чтобы осветить, как аспиранты оценивают свою эффективность в научных исследованиях, какие аспекты они считают своими сильными сторонами, а какие – слабостями. Это знание поможет создать более адаптированные и поддерживающие образовательные программы, которые будут способствовать развитию необходимых навыков и повышению общей уверенности аспирантов в их научной деятельности.

Цель исследования – выяснить, как аспиранты воспринимают себя в области исследования и насколько они чувствуют себя компетентными.

Материалы и методы исследования

Это исследование было основано на качественном методе, который предполагает использование подходов для сбора качественных данных, таких как наблюдение, интервью и анализ документов [10, с. 112]. В исследовании была применена феноменологическая модель [11, с. 84; 12, с. 58]. Выбор этой модели объясняется тем, что исследование основывалось на опыте аспирантов, прошедших через процесс, связанный с исследуемыми проблемами, и отражало их личное восприятие ситуации.

Основная группа исследования определялась методом критериальной выборки – одного из методов целенаправленной выборки [11, с. 62]. Рабочую группу составили 20 аспирантов из разных университетов в Кыргызстане, завершившие не менее трети своей исследовательской работы.

В исследовании данные были получены методом интервью [13, с. 98]. В качестве инструмента сбора данных использовалась полуструктурированная форма интервью, разработанная исследователем.

В форме интервью располагались следующие вопросы:

а) В каких областях научно-исследовательского процесса вы чувствуете себя компетентным?

б) В каких областях научно-исследовательского процесса вы чувствуете себя неадекватным/недостаточным?

в) Что вы рекомендуете, чтобы справиться с трудностями научно-исследовательского процесса и каковы ваши ожидания?

Данные, собранные в ходе исследования, были проанализированы с помощью метода контент-анализа [10, с. 65]. Исследователем были обработаны полученные от участников ответы – переведены в текстовый формат интервью. После этого тексты были упорядочены и распределены по категориям, соответствующим вопросам, на которые респонденты давали свои комментарии.

Результаты исследования и их обсуждение

Для понимания отношения аспирантов, продолжающих обучение, к исследовательской деятельности, трудностям, возникающим при подготовке научных текстов, и личному смыслу, который они вкладывают в этот процесс, был применен метод индивидуальных интервью. Последующий анализ полученных данных позволил выделить центральную тему. В этой теме расположились три категории. Они были определены как «Области, в которых чувствуется достаточность», «Области, в которых чувствуется недостаточность» и «Ожидания и рекомендации». В первой категории, «Области, в которых чувствуется достаточность», было получено три кода по разделам «Определение темы исследования», «Мотивация» и «Синтезирование информации». По второй категории, «Области, в которых чувствуется недостаточность», были получены коды «Пра-

вила написания отчетов исследований», «Английский язык», «Создание структуры исследования» и «Тайм-менеджмент». В последней категории, «Ожидания и рекомендации», были выделены коды «Письменная практика», «Обратная связь» и «Чтение». Результаты представлены в таблице в виде категорий и кодов.

Представленная таблица содержит итоги опроса, посвященного оценке аспирантами собственной результативности в научно-исследовательской работе. Структура таблицы охватывает три ключевые области: персональные оценки аспирантов, сферы, в которых они ощущают уверенность и неуверенность в своих умениях, и их ожидания и предложения.

Области, в которых чувствуется достаточность. Аспиранты заявляют о высокой степени заинтересованности в учебе, умении выбирать направление научной работы и обобщать данные из различных источников. Они полагают, что обладают достаточным уровнем развития этих компетенций для плодотворной работы в научной сфере.

Области, в которых чувствуется недостаточность. В противоположность этому, аспиранты сталкиваются с рядом трудностей в процессе обучения. Во-первых, многие испытывают проблемы с написанием научных отчетов, не зная всех необходимых правил и форматов. Во-вторых, организация и структурирование исследовательской работы представляют значительные сложности. Не все аспиранты свободно владеют английским языком, что затрудняет работу с англоязычной литературой и написание научных текстов на английском. Наконец, недостаток навыков тайм-менеджмента: плохое планирование времени и неверная расстановка приоритетов – отрицательно влияет на их производительность и эффективность обучения.

Результаты контент-анализа

Тема	Категория	Код
Мнения аспирантов	Области, в которых чувствуется достаточность	Мотивация
		Определение темы исследования
		Синтезирование информации
	Области, в которых чувствуется недостаточность	Правила написания отчетов исследований
		Создание структуры исследования
		Английский язык
		Тайм-менеджмент
	Ожидания и рекомендации	Обратная связь
		Письменная практика
		Чтение

Ожидания и рекомендации. Аспиранты считают, что взаимодействие с преподавателями и научными руководителями недостаточно эффективно и нуждается в улучшении. Они хотят более активного участия со стороны наставников, чтобы получить больше поддержки и повысить свой профессиональный уровень. Ключевой момент, который аспиранты неоднократно подчеркивают, – это необходимость значительно больше практиковаться в написании научных работ. Это считается одним из самых важных аспектов, требующих улучшения в процессе обучения. В целом аспиранты жаждут более продуктивного сотрудничества и более интенсивной тренировки навыков академического письма.

Аспиранты чувствуют себя уверенно в некоторых аспектах научного процесса, но выделяют несколько ключевых областей, которые требуют дальнейшего развития и поддержки.

Ниже представлены примерные высказывания участников по каждой категории:

Первая категория. Области, в которых чувствуется достаточность

Прямые цитаты аспирантов по коду «Мотивация» следующие:

У-9: «Я чувствую сильную мотивацию продолжать свои исследования, так как мне интересно углубляться в эту тему и находить новые решения».

У-15: «Несмотря на то, что мое настроение время от времени падает, я хорошо сохраняю мотивацию, и это делает меня сильнее, когда я пишу».

Другая область, которая была сочтена достаточной, была определена как «Определение темы исследования». Ниже приведены некоторые заявления, полученные по этому коду:

У-2: «Выбор темы исследования был для меня достаточно простым, я сразу определил, что именно меня интересует и на чем хочу сосредоточиться».

У-11: «Есть много тем, которые я работал в своей голове. Теперь осталось только их изучить».

Прямые цитаты аспирантов по коду «Синтезирование информации» следующие:

У-3: «Я считаю, что хорошо умею собирать и структурировать информацию из разных источников, что помогает мне более эффективно вести исследования».

У-6: «Я думаю, что хорошо понимаю, интерпретирую и объединяю прочитанное».

Вторая категория. Области, в которых чувствуется недостаточность

Прямые цитаты аспирантов по коду «Правила написания отчетов исследования» следующие:

У-1: «Я сталкиваюсь с трудностями при написании отчетов, особенно с соблюдением академических стандартов и стиля».

У-18: «Я всегда читаю правила написания отчетов научных исследований, но иногда у меня возникают трудности».

Высказывания по коду «Создание структуры исследования»:

У-7: «Самым сложным для меня является правильно организовать исследование. Мне трудно выстроить четкую логику и последовательность в работе».

У-20: «Я застреваю при создании структуры исследования».

Высказывания по коду «Английский язык»:

У-13: «Мои знания английского недостаточны для того, чтобы комфортно работать с международной литературой или писать статьи на высоком уровне».

У-11: «Поскольку у меня слабый английский, я думаю, что мой обзор литературы всегда остается недостаточным».

По коду «Тайм-менеджмент»:

У-16: «Часто не успеваю закончить задачи вовремя. Мне сложно распределить время между учебой, исследованиями и личной жизнью».

Третья категория. Ожидания и рекомендации:

У-1: «Хотелось бы получать больше обратной связи от научного руководителя, чтобы лучше понимать свои ошибки и направления для улучшения».

У-9: «Думаю, мне нужно больше практики в написании научных текстов, особенно для публикаций. Это поможет чувствовать себя увереннее».

У-20: «Я понимаю, что мне нужно больше читать научных статей и книг по моей теме, чтобы лучше ориентироваться в исследованиях и расширять свои знания».

Заключение

Данное исследование позволило выявить ключевые аспекты самооффективности аспирантов в ходе их исследовательской деятельности на основе их собственных оценок и восприятий. Анализ данных показал, что аспиранты продемонстрировали уверенность в таких областях, как мотивация, определение тем исследований и синтез информации. Эти аспекты способствуют их успешной работе в области исследований и создают основу для дальнейшего профессионального роста.

Однако были выявлены и слабые стороны. Наибольшие трудности были связаны с правилами написания научных отчетов, структурой исследования, знанием английского языка и тайм-менеджментом. Эти проблемы создают существенные пре-

пятствия для научной карьеры аспирантов и требуют большего внимания со стороны учебных заведений.

Кроме того, участники исследования высказали свои ожидания и предложения, главными из которых были необходимость более регулярной и конструктивной обратной связи от научных руководителей, а также расширение практики академического письма и увеличение объема чтения научной литературы. Эти меры могут помочь повысить уверенность аспирантов в своих исследовательских навыках и улучшить их общую самооффективность.

В ходе исследования изучалось восприятие аспирантами своей исследовательской самооффективности, выявлялись ключевые области, в которых они чувствовали себя уверенно, и области, в которых им не хватало знаний и навыков.

Трудности, с которыми сталкиваются аспиранты, могут негативно отразиться на их эффективности и производительности, что говорит о необходимости систематической поддержки со стороны образовательных и научно-исследовательских учреждений. Участники исследования назвали обратную связь от научных наставников, интенсивную практику письма и углубленное чтение научной литературы ключевыми областями развития, в которых они сыграли решающую роль.

В исследовании подчеркивается важность создания условий для поддержки и развития аспирантов, особенно в областях, которые они считают сложными. Программы обучения, направленные на улучшение навыков управления временем, письма и языка, могут значительно повысить их уверенность и самооффективность в исследовательской работе. Эти инициативы помогают аспирантам не только улучшить свои исследовательские навыки, но и лучше подготовиться к будущей академической или профессиональной карьере.

Список литературы

1. Bandura A. Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change // *Psychological Review*. 1977. Vol. 84, Is. 2. P. 191–215. DOI: 10.1037/0033-295X.84.2.191.
2. Jinks J., Morgan V. Children's perceived academic self-efficacy: An inventory scale // *The clearing house*. 1999. Vol. 72, Is. 4. P. 224–230. DOI: 10.1080/00098659909599398.
3. Bandura A., Locke E.A. Negative self-efficacy and goal effects revisited // *Journal of Applied Psychology*. 2003. Vol. 88, Is. 1. P. 87–99. URL: <https://psycnet.apa.org/buy/2003-04931-010> (дата обращения: 15.03.2025).
4. Rahimi M., Fathi J. Exploring the impact of wiki-mediated collaborative writing on EFL students' writing performance, writing self-regulation, and writing self-efficacy: a mixed methods study // *Computer Assisted Language Learning*. 2022. № 9. С. 2627–2674. DOI: 10.1080/09588221.2021.1888753.
5. Al-Abyadh M.H.A., Abdel Azeem H.A.H. Academic achievement: influences of university students' self-management and perceived self-efficacy // *Journal of Intelligence*. 2022. № 3. С. 55. DOI: 10.3390/jintelligence10030055.
6. Шиленкова Л.Н. Самооффективность в образовательном процессе (обзор зарубежных исследований) // *Современная зарубежная психология*. 2020. № 3. С. 69–78. DOI: 10.17759/jmfp.2020090306.
7. Пеша А.В. Факторы построения и развития академической карьеры: системный теоретический анализ // *Высшее образование в России*. 2023. Т. 32. № 7. С. 9–34. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/factory-postroeniya-i-razvitiya-akademicheskoy-kariery-sistemnyy-teoreticheskiy-analiz> (дата обращения: 14.04.2025).
8. Плотникова Е.С. Самоконтроль поведения как фактор самооффективности студентов вуза // *Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема*. 2024. № 2 (55). С. 104–110. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/samokontrol-povedeniya-kak-faktor-samoeffektivnosti-studentov-vuza> (дата обращения: 14.04.2025).
9. Гацура С.В., Гацура О.А. Опыт оценки академической самооффективности студентов-медиков с помощью опросника CASES – проблемы и уроки // *Новое в психолого-педагогических исследованиях*. 2016. № 3. С. 37–47. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28081356> (дата обращения: 14.04.2025).
10. Yıldırım A., Şimşek H. Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. Ankara: Seçkin Yayınevi, 2021. 448 s. ISBN: 9789750269820 (на турецком языке).
11. Creswell J.W. Research design. Ankara: Eğiten Kitap, 2020. 554 p. [Электронный ресурс]. URL: https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_609332/objava_105202/fajlovi/Creswell.pdf (дата обращения: 14.04.2025).
12. Ersoy A.F. Fenomenoloji. Eğitimde nitel araştırma desenleri. Ankara: Anı Yayıncılık, 2016. 380 c. ISBN: 978-605-170-114-1 (на турецком языке).
13. Fraenkel J.R., Wallen N.E. How to Design and Evaluate Research in Education. Boston: McGraw-Hill, 2020. 480 p. [Электронный ресурс]. URL: https://saorchengpheng.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/03/jack_fraenkel_norman_wallen_helen_hyun-how_to_design_and_evaluate_research_in_education_8th_edition_-mcgraw-hill_humanities_social_sciences_languages2011.pdf (дата обращения: 14.04.2025).

УДК 37.032:378.147:372.881.1
DOI 10.17513/snt.40445

ОРГАНИЗАЦИЯ ЯЗЫКОВОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ В КОНТЕКСТЕ ЛИЧНОСТНО РАЗВИВАЮЩЕГО ПОДХОДА

Астафьева А.Е.

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
Казань, e-mail: adastafeva@gmail.com

Обоснована актуальность внедрения личностно развивающего подхода, направленного на раскрытие самостоятельности и творчества индивида, его самореализации в процессе обучения студентов неязыковых направлений подготовки иностранному языку. Цель – разработка принципов и элементов (целей, содержания, форм, методов, средств и результатов обучения) педагогической технологии в контексте рассматриваемого подхода. Материалы – научные изыскания по вопросам внедрения личностно развивающего подхода в вузах, в частности при освоении иностранного языка. Методы – ретроспективные исследования, систематизация, поисково-аналитический. Охарактеризованы сущность, дуальный характер, преимущества и возможные результаты внедрения рассматриваемого подхода в рамках вузовского образования. Предложены принципы реализации личностно развивающего подхода: этико-гуманистическое взаимодействие педагога со студентами; целенаправленное формирование личности под требования рынка труда; приобретение знаний через самостоятельное и креативное решение задач и практико-ориентированную деятельность личности. Разработаны элементы технологии проблемного обучения, направленной на расширение языковых и профессиональных знаний и на развитие личностных качеств. Предложенные принципы реализации рассматриваемого подхода имеют научную ценность для развития направления исследований в области личностно развивающего подхода и саморазвития, а разработанные элементы педагогической технологии имеют практическое значение для преподавателей иностранного языка при подготовке кадров технико-технологических направлений в системе высшего образования.

Ключевые слова: языковая подготовка, личностно развивающий подход, студент, саморазвитие, креативность, профессиональная сфера, образовательная технология

ORGANIZATION OF STUDENTS' LANGUAGE TRAINING IN THE CONTEXT OF A PERSONALITY DEVELOPMENT APPROACH

Astafeva A.E.

Kazan National Research Technological University, Kazan,
e-mail: adastafeva@gmail.com

The article substantiates the relevance of introducing a personality-developing approach aimed at revealing the independence and creativity of an individual, his/her self-realization in the process of teaching students of non-linguistic areas of training a foreign language. The goal is to develop principles and elements (goals, content, forms, methods, means and learning outcomes) of pedagogical technology in the context of the approach under consideration. Materials are scientific research on the issues of introducing a personality-developing approach in universities, in particular, when mastering a foreign language. Methods are retrospective studies, systematization, search and analytical. The essence, dual nature, advantages and possible results of introducing the approach under consideration within the framework of university education are characterized. The principles of implementing a personality-developing approach are proposed: ethical and humanistic interaction of a teacher with students; purposeful formation of a personality in accordance with the requirements of the labor market; acquisition of knowledge through independent and creative problem solving and practice-oriented activity of an individual. Elements of problem-based learning technology have been developed, aimed at expanding linguistic and professional knowledge and developing personal qualities. The proposed principles for implementing the approach have scientific value for the development of research in the field of a personal development approach and self-development, and the developed elements of pedagogical technology have practical significance for foreign language teachers in training personnel in technical and technological areas in the higher education system.

Keywords: language training, personal development approach, student, self-development, creativity, professional area, educational technology

Введение

Современное вузовское образование трансформируется от авторитарного стиля подготовки кадров, когда студент выступает преимущественно получателем знаний, к гибкому обучению, направленному на развитие личности, его самостоятельности, креативности, способности к решению проблем в профессиональной сфере.

Важным становится формирование образовательной среды и выбор педагогических технологий, которые способствуют развитию личностных качеств, социализации, самоопределению и творчеству студентов, а также их адаптации к изменчивым требованиям к умениям и навыкам выпускника на рынке труда. В этой связи перспективной представляется трансформация высшего

образования с опорой на личностно развивающий подход (ЛРП), который предполагает рассмотрение в качестве основной фигуры в образовательном процессе личности студента, его индивидуальности и потребностей. Подготовка в контексте ЛРП охватывает не только интеллектуальные, но и эмоционально-волевые особенности индивида, его интерес к самообразованию и творчеству [1].

Одновременно основой стандартов высшего образования остаётся компетентностный подход, который предполагает формирование отдельных компетенций и их совокупности по избранному обучающимся профилю подготовки, что требует определённых усилий по интеграции ЛРП и компетентностного подхода. Необходимо, чтобы выпускник обладал как профессиональными, так и личностными качествами для последующего успешного взаимодействия с коллегами и осуществления результативной работы в выбранной сфере. В действительности наблюдается противоречие между наличием достаточного уровня сформированности компетенций выпускника и его слабой готовностью к решению прикладных задач работодателя и обнаруживается недостаточное понимание студентом необходимости личных усилий для повышения своей конкурентоспособности на рынке труда [2].

При подготовке специалистов по технико-технологическим направлениям проблемой остаётся реализация принципов и технологий ЛРП в ходе освоения ими непрофильных общеобразовательных дисциплин, например иностранного языка. Это обусловлено как неравномерностью начального уровня языковых знаний и низкой мотивацией студентов к изучению языка, так и недостаточным пониманием педагогами возможностей формирования субъективного опыта и развития профессиональных и личностных качеств обучающихся в ходе языковой подготовки [3]. Следовательно, актуальной является имплементация педагогических технологий, направленных на раскрытие индивидуальности, самостоятельности, творчества индивида и поддержание его самореализации и самоактуализации, в процессе обучения студентов неязыковых направлений подготовки иностранному языку в контексте ЛРП.

Целью исследования является разработка принципов реализации ЛРП и разработка элементов педагогической технологии проблемного обучения, как совокупности целей, содержания, форм, методов, средств и результатов обучения, применимой в ходе языковой подготовки студентов технико-

технологических направлений в контексте ЛРП, в интересах их совокупного профессионального и личностного развития.

Материал и методы исследования

Материалами исследования служили публикации по вопросам:

- определений ЛРП, принципов, на которые он опирается, и формируемых с опорой на него универсальных учебных действий студентов (Туленкова Л.А.; Сериков В.В. [1; 4]);
- направлений формирования образовательной среды (Литвин Д.В. [5]), построения взаимодействий педагогов и обучающихся в контексте ЛРП (Сманцер А.П. [6]);
- оценки личностного потенциала студентов для установления недостаточности возможностей для самореализации и обновления системы ценностей в ходе обучения (Суворова Е.В., Козько Н.А. [2]);
- требований к педагогам по развитию индивидуальности, актуализации успеха и творчества студентов, координации траектории их личностного роста при внедрении ЛРП (Аубакирова Г.Т., Бейсенбай А.Б. [3]);
- языковой подготовки студентов неязыковых направлений с применением ЛРП (Максимук Л.М., Левонюк Л.Е. [7]) в интересах инновационного образования с учетом требований внешней среды и особенностей личности обучающегося (Акулова Е.А. [8]);
- проблематики языковой подготовки инженеров в рамках требований современных образовательных стандартов (Павлова Л.В. [9]), методов формирования системы междисциплинарных знаний, направленных на выполнение студентами прикладных задач (Сергеева Е.А.; Полякова Т.Ю. [10; 11]);
- вариантов педагогических технологий, форм и инновационных методик в современном образовательном пространстве [12-14];
- реализации практико-ориентированного обучения иностранному языку студентов неязыковых направлений подготовки для повышения эффективности взаимосвязанного развития обучающихся в профессиональной, языковой и личностной сфере с использованием деловых игр [15];
- выполнения проектных и научно-исследовательских работ (Астафьева А.Е.; Бобровский А.В. [16-18]).

В ходе исследования использовались методы:

- поисково-аналитический метод работы с научно-практической информацией;
- ретроспективный метод выявления трансформации понятия, технологий, форм и методов реализации ЛРП;
- метод систематизации научных данных по вопросам личностного развития студентов, в том числе в ходе языковой подготовки.

Результаты исследования и их обсуждение

Ретроспективные исследования трансформации понятия ЛРП позволили выявить дуальный характер рассматриваемого подхода, что заключается во взаимосвязи двух разнородных начал в части реализации педагогических усилий. С одной стороны, такой подход предполагает опору на уже сформированные особенности личности и характер студента. С другой, изменения личности должны иметь целенаправленный характер и отвечать внешним потребностям рынка труда и личностным качествам, которые ожидает работодатель от будущего специалиста. В рамках вузовского образования с традиционным обучением студенческих групп (субъект-объектным [14], объяснительно-иллюстративным [17]) реализация полностью индивидуализированных образовательных маршрутов с учетом исходных характеристик личности каждого студента не представляется возможной и не является целесообразной вследствие перспективности развития личностных и профессиональных качеств выпускника под требования работодателей через применение разнообразных педагогических технологий.

С таким вариантом реализации дуального характера ЛРП через построение образования с учетом требований рынка труда к личностно-профессиональным качествам выпускника и внедрение педагогических технологий, способствующих совместному профессиональному и личностному развитию, согласуются изыскания Туленковой Л.А., Серикова В.В., Аубакировой Г.Т., Мельниковой Е.П., Суворовой Е.В. с соавторами. Так, авторы подчеркивают необходимость внедрения педагогических технологий, направленных на:

- проявление способностей индивида и его эволюционное развитие [1; 2];
- изменение способа мышления и деятельности студента под запрос рынка труда; формирование его большей гибкости и адаптивности к изменениям в профессиональной сфере и самоопределения в ней [3; 4; 14].

В результате поисково-аналитических исследований и в развитие изысканий Серикова В.В., Туленковой Л.А., Аубакировой Г.Т. и др. авторов сформулирован ряд принципов, на базе которых рекомендуется внедрение ЛРП в вузовском образовании:

- этико-гуманистического, а не авторитарного взаимодействия педагога и студентов;
- целенаправленного формирования личности выпускника вуза под запросы рынка труда;
- приобретения студентом новых знаний через решение задач, требующих самосто-

ятельности, креативности, личной ответственности;

- реализации практико-ориентированной деятельности личности, направленной на формирование опыта, развитие личностно-профессиональных качеств, укрепление понимания своей роли в профессиональной среде;

- внедрения различных педагогических технологий и методов, допускающих свободу и возможность самореализации личности в профессиональной сфере.

Соответственно, общим требованием для таких технологий и методик будет создание для студентов определенных условий, когда необходимо самостоятельно видоизменять своё поведение, осуществлять выбор целей, плана, путей решения поставленной проблемы. Также педагогические технологии должны быть направлены на углубление понимания собственной значимости, формирование личных убеждений и ценностей, проявление воли и ответственности обучающегося. Это согласуется с рекомендациями Туленковой Л.А. по совершенствованию личности в рамках ЛРП с учетом социального заказа и необходимости одновременного развития предметно-дидактического наполнения учебной дисциплины и познавательного интереса студента [1]. Суворова Е.В., Козько Н.А. высказывают близкую позицию, что технологии имплементации ЛРП нацелены на приобретение индивидом социальных качеств, необходимых для решения проблем из будущей профессиональной сферы, эффективного межличностного взаимодействия, адаптации к изменчивому рынку труда [2].

Следовательно, важным является выбор педагогических технологий в контексте ЛРП, которые позволяют студенту добиться индивидуального роста через увязывание педагогом внешних требований и задач внутреннего развития, что соотносится с мнением Литвина Д.В. о необходимости методов и среды для достижения студентом личного успеха [5], а также предложениями Сманцера А.П. о личностно-профессиональном развитии в сотрудничестве в ходе исследовательской или практико-ориентированной работы [6]. Необходимо отметить, что фигура педагога при внедрении педагогических технологий в контексте ЛРП трансформируется от авторитарного лидера к коллеге обучающихся, вовлеченного в равноправное диалоговое общение, тем не менее выполняющего функции координатора развивающей деятельности студентов. При внедрении ЛРП педагог формирует мотивы и цели студента, понимание им практической применимости результатов

в будущей профессиональной среде так, чтобы вызвать познавательную активность студента и побудить его к последующим действиям, необходимым для решения поставленной перед ним проблемы.

Рекомендуется организовать обучение студентов в контексте ЛРП так, чтобы применяемые педагогические технологии приводили к наступлению значимого для индивида события, дающего возможности для реализации новых граней и ценностей, приобретения опыта получения продукта собственного творчества, позитивно воспринимаемого педагогом и коллективом студентов. Развивая предложения Серикова В.В. о положительном влиянии личностной деятельности на последующее непрерывное развитие студента [4], отметим, что личностно развивающую работу предпочтительнее проводить, интегрируя ее в традиционный учебный процесс освоения предметных знаний и профессиональных навыков, сочетая с личностным развитием и формированием гибких навыков.

Требования современных стандартов и примерные образовательные программы по подготовке студентов магистратуры, на примере направления 28.04.02 Нанотехнологии (<https://fgos.ru/fgos/fgos-28-04-02-nanoinzheneriya-919/>; <https://fgosvo.ru/uploadfiles/Projects>

POOP/MAG/280402_POOP_M.pdf), кроме общепрофессиональных и профессиональных компетенций, содержат рекомендации по набору личных качеств, гибких навыков в группе универсальных компетенций (УК). Так, предусмотрено развитие критического мышления при работе с проблемными ситуациями (УК-1), реализации проектов (УК-2), командном взаимодействии (УК-3), с осуществлением коммуникации на иностранном языке (УК-4), в интересах самореализации, саморазвития творческого потенциала (УК-5), что согласуется с научными исследованиями по проблематике ЛРП о совокупном развитии профессиональных и личностных качеств. Развитие УК в рамках дисциплины «Иностранный язык», с общим рекомендуемым набором часов – 324, производится в рамках как аудиторной (66 часов), так и самостоятельной работы (244 часа).

Посредством анализа и систематизации научных знаний установлено, что исследования по внедрению конкретных технологий в контексте ЛРП при языковой подготовке студентов неязыковых направлений имеют разрозненный характер, не в полной мере отражая возможный набор педагогических технологий и их цели, методы, ожидаемые результаты от внедрения. Так,

Павлова Л.В. отмечает, что современные образовательные стандарты указывают на необходимость обеспечения готовности студентов к последующей профессиональной деятельности и самообразованию. Автор рассматривает технологии языковой подготовки в контексте ЛРП, такие как: интерактивно-коммуникативная, социальная, проблемно-поисковая, деятельностно-рефлексивная, проектная, мобильного обучения, и дает описание каждой [9], но не раскрывает цели, формы, методы и ожидаемые результаты от их применения.

В ряде исследований рассмотрены отдельные педагогические технологии, применяемые в ходе языковой подготовки студентов в контексте ЛРП, например:

- кейс-технологии с раскрытием таких элементов технологии, как цель, содержание, формы, методы организации и контроля учебного процесса [8];

- коммуникативные технологии, с применением научных текстов и фильмов профессиональной тематики для студентов неязыковых факультетов без представления элементов технологии [7];

- интерактивные технологии, технологии проектного и проблемного обучения, их эффективность для личностного и профессионального развития [15; 17; 18], без представления элементов технологии в собственных исследованиях.

Для дальнейшего внедрения педагогических технологий в контексте ЛРП в языковую подготовку студентов магистратуры технико-технологических направлений подготовки разработаны элементы технологии проблемного обучения, в рамках которой деловая игра, разбор кейсов и выполнение проектов рассматриваются как возможные методы работы над проблемой. Рекомендуемые элементы технологии проблемного обучения включают:

1. Цель. Формирование совокупности твердых и гибких умений, через одновременное развитие: компетенций в профессиональной сфере по профилю обучения; компетенций в области иноязычной коммуникации; личностных качеств (самостоятельности, творчества, ответственности, готовности к индивидуальной и командной работе и др.).

2. Формы. В части организации работ – аудиторная и самостоятельная, в части взаимодействия исполнителей – индивидуальная и групповая.

3. Методы. Работа с кейсами, деловая игра, выполнение проекта по профессиональной тематике согласно профилю подготовки обучающихся, с привлечением для решения проблемы иноязычной литерату-

ры, осуществлением иноязычной коммуникации в ходе выполнения и представления результатов решения проблемы.

4. Средства. Печатные и интерактивные учебные материалы, ресурсы Интернета и электронных библиотек.

5. Содержание. Серия занятий и внеаудиторных работ, включающих решение кейса, деловую игру, проект, реализуется в курсе «Профессионально ориентированный иностранный язык» и заключается в поиске студентами магистратуры решения профессиональной проблемы через стадии: инициации деятельности педагогом (целеполагания и мотивации); планирования работ по решению проблемы при координации со стороны педагога; мониторинга педагогом путей поиска студентами решения проблемы; представления обучающимися результатов; дискуссии (обратной связи, рефлексии) при модерации со стороны преподавателя. Методики работы над профессиональной проблемой в сочетании с иноязычной коммуникацией представлены в авторских разработках [15; 16; 18].

6. Результаты. Представление студентами результатов разбора проблемных ситуаций, итогов деловой игры или выполнения проекта в ходе их защиты на занятии, в ходе докладов и дискуссий на языковой секции «Профессионально ориентированный иностранный язык» в ходе ежегодной студенческой конференции, при обосновании заявок на гранты, например «Студенческий стартап». Результативность внедрения ЛРП через технологию проблемного обучения достигается за счет совокупного расширения профессиональных, языковых знаний и развития личностных качеств: креативности, самостоятельности, ответственности, коммуникабельности, дисциплины, готовности к решению проблем, работе в команде, достижению и презентации результата.

Заключение

Таким образом, исследование направлено на решение актуальной задачи развития у студентов неязыковых направлений обучения не только профессиональных знаний и иноязычной коммуникации в ходе языковой подготовки, но и самостоятельности, творчества, самореализации за счет внедрения ЛРП. Имплементация рассматриваемого подхода служит устранению противоречия между традиционной ориентацией образования преимущественно на пассивную трансляцию знаний и необходимостью применения педагогических технологий, обеспечивающих готовность студентов к последующему профессиональному и личностному развитию.

Предложены принципы реализации ЛРП, включающие: паритетное, не авторитарное взаимодействие педагога с обучающимися; целенаправленное формирование личности под запросы работодателя; приобретение знаний через самостоятельное и креативное решение задач и практико-ориентированную деятельность личности. В интересах реализации ЛРП при языковой подготовке студентов технико-технологических направлений представлены различные педагогические технологии и методы, обеспечивающие возможность самореализации личности в профессиональной сфере.

На примере языковой подготовки студентов магистратуры в контексте ЛРП разработаны элементы технологии проблемного обучения (цель, формы, методы, средства, содержание, результаты), направленной на одновременное расширение профессиональных и языковых знаний и развитие личностных качеств. Предложенные принципы реализации ЛРП имеют научную ценность для развития направления исследований в области личностно развивающего подхода и саморазвития, а разработанные элементы педагогической технологии имеют практическое значение для преподавателей иностранного языка при подготовке кадров технико-технологических направлений в системе высшего образования.

Список литературы

1. Туленкова Л.А. Личностно-ориентированный подход в формировании личностных универсальных учебных действий // Научное обозрение. Педагогические науки. 2019. № 5-1. С. 15-19. URL: <https://science-pedagogy.ru/ru/article/view?id=2129> (дата обращения: 27.05.2025).
2. Суворова Е.В., Козько Н.А. Развитие профессионально-личностного потенциала студентов вуза с позиций синергетического подхода // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 10. С. 221-226. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=37224> (дата обращения: 27.05.2025).
3. Аубакирова Г.Т., Бейсенбай А.Б. Личностно ориентированный подход в обучении профессионально ориентированному иностранному языку // Международный журнал экспериментального образования. 2018. № 4. С. 5-11. URL: <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=11799> (дата обращения: 27.05.2025).
4. Сериков В.В. Личностно-развивающая функция непрерывного образования // Непрерывное образование: XXI век. 2013. Вып. 1. DOI: 10.15393/j5.art.2013.1943.
5. Литвин Д.В. Личностно-развивающий подход в непрерывном образовании в контексте средовой парадигмы // Педагогика и психология: академический журнал. 2023. № 3 (3). С. 8-16. URL: https://mvd.ru/upload/site120/folder_page/047/525/096/pedagog_3.pdf (дата обращения: 27.05.2025).
6. Сманцер А.П. Личностно-развивающее взаимодействие преподавателей и студентов в образовательном процессе // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия Е. 2013. № 7. С. 10-15.
7. Максимук Л.М., Левонюк Л.Е. Личностно-ориентированный подход в обучении иноязычной профессиональной коммуникации студентов неязыковых специальностей // Балканское научно обозрение. 2020. Т. 4. № 2 (8). С. 19-23. DOI: 10.34671/SCH.BSR.2020.0402.0005.

8. Акулова Е.А. Личностно-деятельностный подход в обучении студентов как основа инновационного образования в высшей школе (на примере обучения иностранному языку) // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. 2021. № 2 (91). С. 147-152. URL: [https://oreluniver.ru/public/file/archive/notes_2_\(91\).pdf](https://oreluniver.ru/public/file/archive/notes_2_(91).pdf) (дата обращения: 27.05.2025).
9. Павлова Л.В. Продуктивные личностно развивающие технологии иноязычного образования в контексте реализации новых федеральных государственных образовательных стандартов // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=27488> (дата обращения: 27.05.2025).
10. Сергеева Е.А., Тихонова Н.В., Даловский К.Д., Загидуллин А.Ф. Методика повышения результативности моделирования в профессиональной подготовке материаловедов // Глобальный научный потенциал. 2024. № 6 (159). С. 188-190. EDN: LPPONH. URL: [http://globaljournals.ru/assets/files/journals/global-scientific-potential/159/g-n-p-6\(159\)-main.pdf](http://globaljournals.ru/assets/files/journals/global-scientific-potential/159/g-n-p-6(159)-main.pdf) (дата обращения: 27.05.2025).
11. Полякова Т.Ю. Подготовка по иностранному языку в процессе ре-формирования инженерного образования: перспективы и риски // Высшее образование в России. 2025. Т. 34. № 5. С. 67-86. DOI: 10.31992/0869-3617-2025-34-5-67-86.
12. Педагогические технологии, методы и инновации в современном образовательном пространстве: монография / Под ред. Каменского А.М., Подкопаева О.А. Самара: ООО НИЦ «ПНК». 2024. 146 с. URL: https://naucorp.ru/upload/iblock/f95/xml7gj8xlgk3ruvtkr23rqj3ahsq0404/MONOGRFI-YA-KM_PP_04_24.pdf (дата обращения: 27.05.2025). ISBN: 978-5-6051946-1-3.
13. Быков А.К. Образовательные технологии, педагогические технологии, технологии обучения в высшем образовании: сравнительно категориальный анализ // Педагогическое образование и наука. 2022. № 3. С. 24-30. DOI: 10.56163/2072-2524-2022-3-24-30. EDN: OILNSN.
14. Melnikova E.P. Pedagogical technologies of the organization of personal and professional educational process in higher education institutions of culture and art // International Research Journal. 2022. № 8 (122). DOI: 10.23670/IRJ.2022.122.12. EDN: ARQXNC.
15. Астафьева А.Е. Интерактивное обучение в языковой подготовке студентов направления «Менеджмент» // Научное обозрение: гуманитарные исследования. 2017. № 3. С. 36-39. EDN: ZFAEEL. URL: http://www.sced.ru/ru/files/12_03_2017/12_03_2017.pdf (дата обращения: 27.05.2025).
16. Астафьева А.Е. Проектный подход в англоязычной подготовке студентов – нанотехнологов // Научное обозрение: гуманитарные исследования. 2017. № 5. С. 126-129. EDN: ZRFJKN. URL: http://www.sced.ru/ru/files/12_05_2017/12_05_2017.pdf (дата обращения: 27.05.2025).
17. Бобровский А.В., Бажутина М.М., Зотов А.В., Чижаткина Е.Д. Ресурсы, мотивация и проблемные зоны модели проектного обучения в подготовке инженеров // Высшее образование в России. 2025. Т. 34. № 4. С. 144-168. DOI: 10.31992/0869-3617-2025-34-4-144-168.
18. Астафьева А.Е., Валеева Р.С. Развитие иноязычной коммуникативной компетенции студентов при участии в НИРС // Глобальный научный потенциал. 2023. № 8 (149). С. 116-118. EDN: QGZQGI. URL: [http://globaljournals.ru/assets/files/journals/global-scientific-potential/149/g-n-p-8\(149\)-main.pdf](http://globaljournals.ru/assets/files/journals/global-scientific-potential/149/g-n-p-8(149)-main.pdf) (дата обращения: 27.05.2025).

УДК 37.018.4(571.56)
DOI 10.17513/snt.40446

ИССЛЕДОВАНИЕ МОТИВАЦИОННОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ШКОЛ АРКТИКИ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ) НА ПЕДАГОГИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

¹Баракханова Е.А., ²Семенова М.И.

¹ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», Якутск;

²ГАПОУ РС (Я) «Намский педагогический колледж имени И.Е. Винокурова», Намцы,
e-mail: miroluba777@mail.ru

Авторами исследована мотивационная направленность обучающихся школ Арктики Республики Саха (Якутия) и ее влияние на выбор педагогической деятельности. Исследование проводилось с 2020 по 2025 г. среди обучающихся психолого-педагогических классов, всего исследованием охвачены 411 обучающихся. Для формирования мотивационной направленности на педагогическую деятельность будущих студентов в Намском подколледже организованы различные виды профориентационной работы для школьников. Одним из направлений работы является организация работы психолого-педагогических классов. Особое внимание уделяется психолого-педагогическим классам в арктических улусах (районах), так как в этом регионе республики наблюдается острая нехватка педагогических кадров. В ходе исследования использованы ориентировочная анкета Б. Басса и тест диагностики мотивации к педагогической профессии, адаптированный с анкеты Г.В. Ахметжановой. Сравнительный анализ данных констатирующего и контрольного измерений показали увеличение средневзвешенного значения показателей критериев на контрольном этапе. Положительные результаты исследования доказаны увеличением количества выпускников психолого-педагогических классов, поступающих на работу по педагогическому направлению в арктических улусах Республики Саха (Якутия). Статья подчеркивает необходимость адаптации методов педагогической деятельности к особенностям арктической среды для повышения эффективности образовательного процесса и формирования у школьников устойчивой мотивации к обучению в условиях Севера.

Ключевые слова: мотивация, мотивационная направленность, педагогическая деятельность, психолого-педагогические классы, педагог, учитель

STUDY OF MOTIVATIONAL ORIENTATION OF STUDENTS OF ARCTIC SCHOOLS OF THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA) TOWARDS PEDAGOGICAL ACTIVITIES

¹Barakhsanova E.A., ²Semenova M.I.

¹North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk;

²Namsky Pedagogical College named after I.E. Vinokurov, Namtsy,
e-mail: miroluba777@mail.ru

The authors investigated the motivational orientation of students in Arctic schools in the Republic of Sakha (Yakutia) and its influence on the choice of teaching activities. The study was conducted from 2020 to 2025 among students of psychological and pedagogical classes, a total of 411 students were covered by the study. In order to form a motivational orientation for the pedagogical activities of future students, various types of career guidance work for schoolchildren are organized at Namsky Pedagogical College. One of the areas of work is the organization of psychological and pedagogical classes. Special attention is paid to psychological and pedagogical classes in the Arctic districts, as there is an acute shortage of teaching staff in this region of the republic. In the course of the research, an indicative questionnaire by B. Bass and a test for diagnosing motivation for the teaching profession adapted from the questionnaire by G. V. Akhmetzhanova were used. A comparative analysis of the data from the ascertaining and control measurements showed an increase in the weighted average of the criteria indicators at the control stage. The positive results of the study are proved by an increase in the number of graduates of psychological and pedagogical classes applying to work in the pedagogical field in the Arctic districts of the Republic of Sakha (Yakutia). The article emphasizes the need to adapt teaching methods to the peculiarities of the Arctic environment in order to increase the effectiveness of the educational process and form students' stable motivation to learn in the conditions of the North.

Keywords: motivation, motivational focus, pedagogical activity, psychological and pedagogical classes, teacher, schoolteacher

Введение

На сегодняшний день мотивационная направленность обучающихся на педагогическую деятельность является актуальной задачей. Только мотивированный обучающийся может осознанно выбрать педагогическую деятельность. Правильное на-

правление мотивации обучающихся на педагогическую деятельность – это системная работа, включающая различные методики и приемы путем создания благоприятных условий образовательного процесса, где педагог воспринимает обучающихся как личность, так как все они уникальные,

у каждого свои интересы, потребности, которые зависят от внутренней и внешней мотивации обучающихся. Внутренняя мотивация исходит из желаний обучающихся, это стремление к самореализации и самосовершенствованию, а внешняя мотивация обучающихся формируется от отношения общества. При системной работе как результат можем получить мотивированного на педагогическую деятельность, осознанно выбравшего свою будущую профессию обучающегося.

В рамках данного исследования методом его является изучение мотивационной направленности на педагогическую деятельность обучающихся школ Арктики. В этом отдаленном, труднодоступном регионе наблюдается проблема острой нехватки педагогических кадров, в том числе для кочевых школ. Для решения данной проблемы правительством республики принят Указ Главы Республики Саха (Якутия) от 14.08.2020 г. № 1377 «О Стратегии социально-экономического развития Арктической зоны Республики Саха (Якутия) на период до 2035 года» [1], явившийся основанием для открытия психолого-педагогических классов в арктических улусах республики в рамках концепции развития Намского педагогического колледжа по поддержке и развитию арктического региона.

Актуальность темы исследования и недостаточная ее разработанность в условиях арктических школ определили тему статьи.

Цель исследования – изучение мотивационной направленности обучающихся школ Арктики Республики Саха (Якутия) на педагогическую деятельность.

Практическая значимость исследования состоит в том, что предлагаемый авторами опыт работы с обучающимися школ Арктики Республики Саха (Якутия) может быть использован учителями школ, преподавателями профессиональных образовательных организаций в рамках профориентационной работы.

Материалы и методы исследования

В ходе исследования были использованы качественный и количественный методы, проведены тесты, анкетирование, опрос и интервьюирование обучающихся. Общее количество охваченных исследованием – 411 обучающихся арктических улусов (районов) Республики Саха (Якутия). Исследование проводилось с 2020 по 2025 г. и включало три этапа.

Оценка мотивации на педагогическую деятельность обучающихся психолого-педагогических классов колледжа производилась по ориентировочной анкете Б. Басса

(опросник состоит из 27 вопросов) и тесту диагностики мотивации к педагогической профессии, адаптированному с анкеты по Г.В. Ахметжановой для выявления мотивации на педагогическую профессию [2], основанному на комплексном анализе ряда факторов, включающих личностные, социальные и образовательные аспекты. В ходе исследования были выявлены ключевые элементы, способствующие формированию устойчивой мотивации к обучению и профессии педагога. Участникам предлагалось заполнить тесты, анкеты и пройти интервью, в которых они делились своими мнениями о значимости педагогической профессии, своих планах относительно карьеры и уровне готовности к образовательной деятельности.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ литературы по проблеме мотивационной направленности на педагогическую деятельность показывает ее исключительную актуальность и многогранность. В образовании мотивация рассматривается как движущая сила, определяющая направленность, интенсивность и продолжительность учебной активности. Изучение мотивационных факторов позволяет понять, почему одни обучающиеся проявляют высокую заинтересованность в обучении, а другие – нет, и как можно эффективно стимулировать учебную активность. Педагогические исследования акцентируют внимание на разработке и применении методов и приемов, направленных на повышение мотивации обучающихся к педагогической деятельности. К ним относятся создание проблемных ситуаций, использование игровых технологий, организация проектной деятельности и стимулирование познавательного интереса.

Тема довольно подробно изучена, но нет точного определения понятия мотивационной направленности на педагогическую деятельность. Результаты научных исследований П.А. Амбаров, М.В. Немировской показывают, что многие выпускники средней школы выбирают профессию без достаточного основания, затрудняясь мотивировать свой выбор. Этот выбор может быть осуществлен под влиянием случайного интереса, внешних обстоятельств, родителей или являться актом подражания сверстникам. При этом «большинство старшеклассников психологически не готовы к самостоятельному выбору профессии, большинство из них испытывают страх, стараются переложить ответственность выбора на родителей» [3, с. 189].

Н.Г. Павловская считает, что для осуществления осознанного выбора в конкретной профессиональной области необходимо иметь сформированную мотивационную сферу. Знание того, почему человек выбирает ту или иную профессию, позволяет ему предвидеть, насколько успешно он будет ею овладевать, серьезно и увлеченно будет работать, насколько устойчивым будет интерес к избранной деятельности [4].

Среди мотивов выбора профессии следует выделить социальные, моральные, эстетические, познавательные, творческие, материальные, утилитарные и пр. Кроме этого, существуют внешние и внутренние социальные мотивы выбора профессии. Как отмечают Е.Е. Данилова [5], Н.А. Подгорнова [6] и др., на выбор профессии старшеклассниками влияют как внешние, так и внутренние мотивы, но на эффективное освоение профессии и карьеру в большей степени влияют стабильные внутренние мотивы.

Л.В. Байбородова считает, что отечественное образование, общее и профессиональное, не может успешно развиваться без специалистов, которые не имеют мотивации на педагогическую деятельность [7].

По Е.А. Бариновой, профессиональная мотивация старших школьников на выбор педагогической карьеры определяется как совместная деятельность школ, муниципальных образовательных и образовательных организаций, реализующих подготовку по педагогическому направлению, с целью создания педагогических условий и факторов для сохранения и дальнейшего сопровождения процесса профессионального самоопределения школьников, мотивации их к педагогической деятельности [8].

Ю.В. Андросова, рассматривая проблему формирования профессиональной мотивации педагогической деятельности, приходит к выводу, что выбор профессии педагога зависит от структурного компонента мировоззрения личности, мировоззрение человека может иметь особенности, связанные с профессиональной деятельностью или подготовкой к ней [9].

Диссертационные работы А.П. Каитова, А.Ю. Тимаковой, С.А. Зенкиной и др. посвящены данной теме. А.П. Каитов в структуре позитивной профессиональной мотивации будущих педагогов выделил четыре блока: ценностно-смысловой, когнитивно-рефлексивный, копинговый, поведенческий. Он определил, что «ведущим фактором системного развития позитивной профессиональной мотивации бакалавров педагогического образования является осознанное построение будущим педагогом собственной

индивидуальной образовательной траектории» [10, с. 209].

В рамках данного исследования, по изучению мотивационной направленности обучающихся школ Арктики Республики Саха (Якутия) на педагогическую деятельность авторы основывались на теории А.Н. Леонтьева и его последователей, в которой мотив является внутренней характеристикой. По их определению, мотив включен в структуру деятельности обучающегося [11].

Направления мотивации обучающихся на педагогическую деятельность на региональном уровне, особенно в школах Арктики Республики Саха (Якутия), мало изучены.

Для формирования мотивационной направленности на педагогическую деятельность будущих студентов в Намском педагогическом колледже организованы различные виды профориентационной работы для школьников. Одним из направлений работы является организация работы психолого-педагогических классов. Особое внимание уделяется психолого-педагогическим классам в арктических улусах, так как в этом регионе республики наблюдается острая нехватка педагогических кадров. Анализ педагогических вакансий показывает, что ежегодно арктическим районам требуются около 300 педагогов, из них 35 % вакансий составляют учителя начальных классов, изобразительного искусства и черчения, воспитатели дошкольного образования, педагоги дополнительного образования, которых готовит Намский педагогический колледж. Поэтому начиная с 2020 г. колледж открыл психолого-педагогические классы в арктических районах республики. За последние годы из арктических районов республики в колледже обучалось 411 студентов (рис. 1). В организации образовательного процесса обучающихся психолого-педагогических классов приняли участие всего 57 педагогов из числа опытных преподавателей Намского педагогического колледжа и учителей общеобразовательных школ.

Исследование проводилось ежегодно в три этапа: констатирующий, экспериментальный и контрольно-аналитический. На констатирующем этапе был проведен срез по выявлению мотивационной направленности на педагогическую деятельность у обучающихся психолого-педагогических классов колледжа с применением ориентировочной анкеты Б. Басса и теста диагностики мотивации к педагогической профессии, адаптированного с анкеты по Г.В. Ахметжановой для выявления мотивационной направленности на педагогическую профессию.

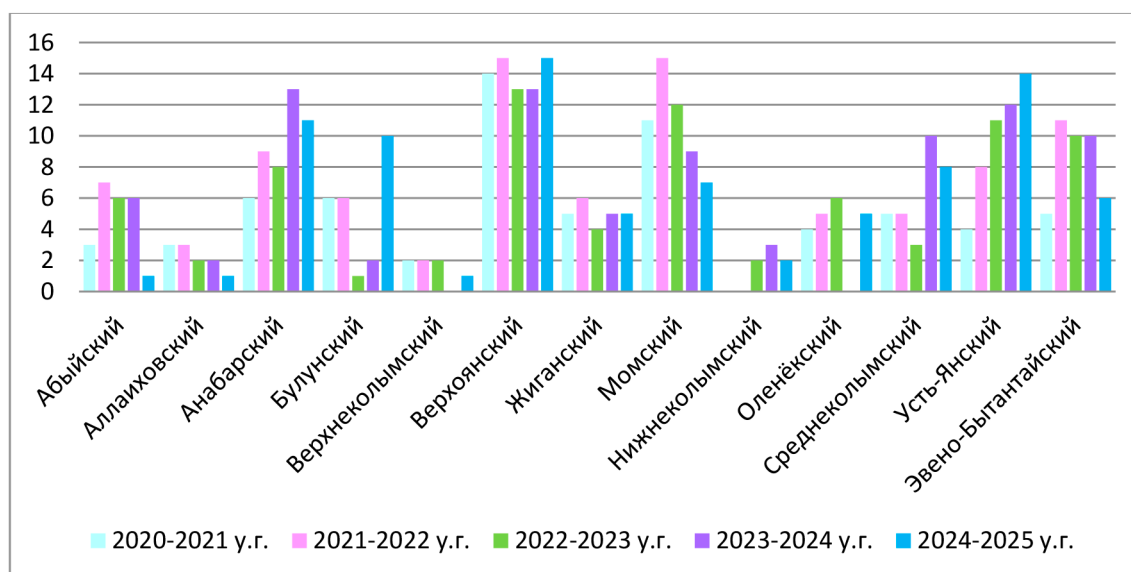


Рис. 1. Количество обучающихся ППК из арктических улусов за 5 лет
Источник: составлено авторами на основе [12]

Ответы анкетирования и теста обрабатывались путем выведения среднего значения данных с разделением на высокий, средний, низкий уровни, после чего выводилось средневзвешенное значение показателей всех обучающихся за учебный год. На экспериментальном этапе в рамках обучения в психолого-педагогических классах предусмотрен цикл мотивационных занятий и профориентационных мероприятий, семинаров, профессиональных проб. Так, например, обучающиеся знакомятся с известными учителями республики, в том числе со своими земляками из арктических улусов, которые достигли высоких результатов в педагогической деятельности, устраиваются онлайн-встречи с молодыми педагогами, с победителями и участниками профессиональных конкурсов, проходят профессиональные пробы, когда студенты педагогического колледжа пробуют себя в роли педагогов, проводя пробные занятия и мероприятия. В рамках обучения проходит ознакомление с федеральными и республиканскими программами, мерами поддержки педагогов: «Земский учитель», «Учитель Арктики», Постановлением Правительства Республики Саха (Якутия) от 29 декабря 2020 г. № 435 «О мерах социальной поддержки педагогическим работникам образовательных организаций Республики Саха (Якутия)» [13], муниципальных мерах поддержки молодых педагогов, повышении процента надбавки молодым педагогам и др. Ведь финансовое обеспечение и жилищно-бытовые условия для молодого специалиста

играют важную роль в выборе места работы. Многие улусы республики, особенно арктические, предлагают молодым специалистам единовременную материальную помощь в размере от 100–300 тыс. руб., что является немаловажным аспектом в выборе места работы. На профессиональных пробах обучающиеся пробуют себя в роли педагога, проводят занятия и мероприятия. А пробы в роли студента организуются следующим образом: во время весенних каникул обучающиеся психолого-педагогических классов приглашаются в Намский педагогический колледж с предоставлением места в общежитии, за три дня обучающиеся знакомятся с колледжем, посещают учебные занятия вместе со студентами, участвуют в мероприятиях, познают изнутри жизнь студента. Такие мероприятия обучающимся очень нравятся, они получают большой опыт и в большинстве случаев приходят к решению выбора в будущем педагогической профессии. В конце обучения обучающиеся разрабатывают исследовательские проекты по разным темам, в основном по интересам, увлечениям и связанные с педагогической деятельностью, изучением жизни и деятельности выдающихся, именитых учителей, изучением истории образования в их родном крае, и защищают свои проекты перед комиссией. После завершения обучения в психолого-педагогических классах колледжа лучшие выпускники зачисляются в колледж на основе приоритетного зачисления без вступительных экзаменов, что является значительным стимулом для обучающихся.

Данные констатирующего и контрольного этапов за 5 лет

Учебный год	Констатирующий и контрольный этапы		Высокий (3)		Средний (2)		Низкий (1)		Средневзвешенное значение
2020–2021	Констатирующий	68	14	20,6%	26	38,2%	28	41,2%	59,8%
	Контрольный	68	23	33,8%	33	48,5%	12	17,6%	72,1%
2021–2022	Констатирующий	92	22	23,9%	30	32,6%	40	43,5%	71,0%
	Контрольный	92	40	43,5%	31	33,7%	21	22,8%	73,6%
2022–2023	Констатирующий	80	12	15,0%	35	43,8%	33	41,3%	57,9%
	Контрольный	80	29	36,3%	41	51,3%	10	12,5%	74,6%
2023–2024	Констатирующий	85	16	18,8%	31	36,5%	38	44,7%	58,0%
	Контрольный	85	33	38,8%	40	47,1%	12	14,1%	74,9%
2024–2025	Констатирующий	86	21	24,4%	28	32,6%	37	43,0%	60,5%
	Контрольный	86	42	48,9%	32	37,2%	12	13,9%	78,3%

Источник: составлено авторами на основе данных, полученных в ходе исследования, с применением [14].

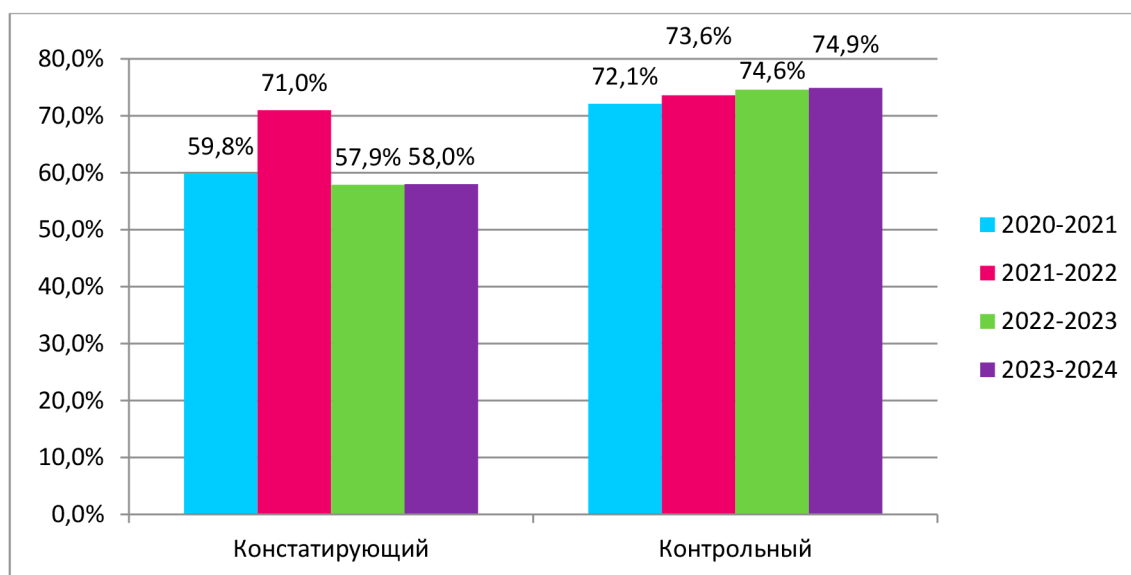


Рис. 2. Уровень сформированности мотивационной направленности на констатирующем этапе за 4 года

Источник: составлено авторами на основе [12]

В конце обучения также проводился контрольный срез с целью оценки динамики мотивационной направленности обучающихся на педагогическую деятельность. И на контрольно-аналитическом этапе анализируются полученные результаты, подводятся итоги, составляются рекомендации для каждого обучающегося и для всего класса.

В таблице представлены усредненные показатели исследования мотивационной направленности обучающихся психолого-педагогических классов колледжа на педагогическую деятельность на констатирующем и контрольном этапах за 5 лет.

На рис. 2 дано сравнение данных средневзвешенных показателей констатирующего этапа за 5 лет. Мотивационная направленность обучающихся общеобразовательных школ арктических улусов Республики Саха (Якутия) на педагогическую деятельность в среднем составляет 61,44%. После обучения на контрольном этапе данные средневзвешенных показателей сформированности мотивационной направленности составляют 73,65%, что на 12,21 % больше первоначальных данных уровня мотивации на педагогическую деятельность у обучающихся из арктических школ Республики Саха (Якутия).

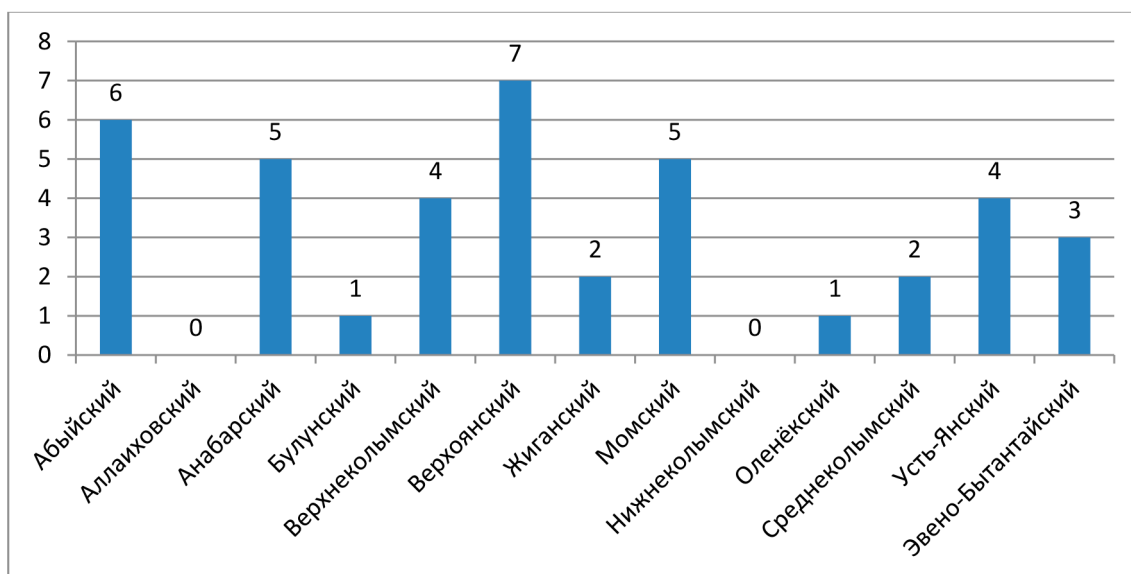


Рис. 3. Количество трудоустроенных по специальности выпускников из арктических улусов за 2024 г.
Источник: составлено авторами на основе [12]

Формирование мотивационной направленности положительно повлияло на процент трудоустройства выпускников из арктических улусов (рис. 3). Так, в 2024 г. после окончания колледжа по педагогическому направлению в родные арктические улусы Республики Саха (Якутия) поступили на работу 40 молодых педагогов, выпускников колледжа. В этом году выпускники из арктических улусов также планируют поступить на работу по педагогическому направлению в арктические улусы, работой по педагогическому направлению в арктических улусах стали интересоваться и студенты с других улусов.

Заключение

Оценка мотивации будущего педагога позволяет прогнозировать его профессиональную успешность, удовлетворенность работой и готовность к саморазвитию в педагогической сфере. Она также способствует формированию осознанного выбора профессии и повышению качества педагогического образования. Выбор профессии – трудоемкий мотивационный процесс. Удовлетворенность человека своей будущей жизнью зависит от правильного выбора профессии.

Результаты показали, что обучающиеся, обладающие высоким уровнем внутренней мотивации, чаще всего подчеркивали важность значимого общения с детьми и стремление к самореализации. Они выражали желание вносить позитивные из-

менения в жизнь, обучение, что подтверждало их намерение выбора педагогической профессии. Важным фактором, оказавшим влияние на мотивацию, стали и поддержка со стороны преподавателей, и позитивный опыт взаимодействия с педагогами, что в итоге формировало у обучающихся ощущение принадлежности к профессиональному сообществу.

Мотивационная направленность на педагогическую деятельность у обучающихся арктических улусов Республики Саха (Якутия) представляет собой важный аспект, способствующий развитию образовательной среды в условиях сложной климатической реальности. В этом уникальном регионе, где суровые природные условия накладывают отпечаток на жизнь и менталитет населения, формирование у обучающихся внутренней мотивации к обучению и профессиональной деятельности играет ключевую роль. Педагоги, осознавая значение культурной идентичности и местных традиций, направляют свои усилия на создание такой образовательной среды, которая вдохновляет ребят на самосовершенствование и активное участие в жизни своей общины. Важно интегрировать в учебный процесс элементы местной культуры, что не только делает образование более интересным, но и способствует укреплению связи обучающихся с родной землей.

Поощрение инициатив, развитие критического мышления и творческого подхода,

а также вовлечение обучающихся в проекты, направленные на решение экологических и социальных задач региона, помогают сформировать у них не только мотивацию к обучению, но и ответственное отношение к окружающему миру, что особенно актуально для арктических улусов Республики Саха (Якутия).

Список литературы

1. Указ Главы Республики Саха (Якутия) от 14.08.2020 г. № 1377 «О Стратегии социально-экономического развития Арктической зоны Республики Саха (Якутия) на период до 2035 года» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/74507530/> (дата обращения: 15.06.2025).
2. Ахметжанова Г.В., Гудалина Т.А. Принципы организации предпрофессионального образования: из опыта реализации проекта «Педагогический класс» // Педагогическое образование и наука. 2023. № 5. С. 12–18. DOI: 10.56163/2072-2524-2023-5-12-18. EDN: UFBHED.
3. Амбарова П.А., Немировский М.В. Новые подходы к профессиональной ориентации в школе в условиях изменяющегося мира профессий // Известия Уральского федерального университета. Сер. 1: Проблемы образования, науки и культуры. 2020. Т. 26. № 1 (195). С. 188–199.
4. Павловская Н.Г., Долобасва А.Е. Развитие внутренних мотивов личности как ведущего фактора выбора профессии // Педагогическая перспектива. 2023. № 3. С. 71–78. DOI: 10.55523/27822559_2023_3(11)_71. EDN: ZJDKMJ.
5. Данилова Е.Е. Мотивация выбора будущей профессии у старшеклассников мегаполиса // Актуальные проблемы психологического знания. 2021. № 1–2 (55). С. 31–38.
6. Подгорнова Н.А. Мотивация старшеклассников при выборе будущей профессии // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 59–3. С. 37–41. DOI: 10.18411/lj-03-2020-46.
7. Байбородова Л.В. Психолого-педагогический класс в воспитательной системе образовательной организации // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. 2022. № 4 (167). С. 17–22. EDN: GAPZGD.
8. Баринаева Е.А., Николаев С.М. Ориентация старших школьников на выбор педагогической карьеры: проблемы и перспективы // Обзор педагогических исследований. 2024. Т. 6. № 1. С. 284–291. DOI: 10.58224/2687-0428-2024-6-1-284-291. EDN: NOVJFO.
9. Андросова Ю.В., Вершинина Л.В. Ценностные ориентации и мотивация выбора профессии учителя как компоненты профессионально-педагогического мировоззрения студентов вуза // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. 2015. № 9. С. 9–14. EDN: VJGXHB.
10. Каитов А.П. Развитие позитивной профессиональной мотивации будущих педагогов: дис. ... докт. пед. наук. Москва: МГУ, 2025. 480 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.disscat.com/content/razvitie-pozitivnoi-professionalnoi-motivatsii-budushchikh-pedagogov> (дата обращения: 11.05.2025).
11. Леонтьев А.Н. «Самозавещание» // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. 2023. Т. 46. № 2. С. 202–207. DOI: 10.11621/LPJ-23-23. EDN: JOTAKZ.
12. Публичный отчет ГАПОУ РС(Я) «Намский педагогический колледж им. И.Е. Винокурова» 2020–2024 гг. [Электронный ресурс]. URL: <https://nam-npt.obr.sakha.gov.ru/o-kolledzhe-/dokumenty/publichnyj-otchet> (дата обращения: 15.06.2025).
13. Постановление Правительства Республики Саха (Якутия) от 29 декабря 2020 года №435 «О мерах социальной поддержки педагогическим работникам образовательных организаций Республики Саха (Якутия)» [Электронный ресурс]. URL: [http:// docs.cntd.ru/document/571092382](http://docs.cntd.ru/document/571092382) (дата обращения: 15.06.2025).
14. Применение критериев доказательности диссертационных исследований в области наук об образовании: методические рекомендации / Под науч. ред. В.М. Филиппова. М.: PAO, 2023. 22 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://vak.minobrnauki.gov.ru/uploader/loader?type=1&name=92648971002&f=20893> (дата обращения: 15.06.2025).

УДК 373.1:372.854
DOI 10.17513/snt.40447

ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПОНЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОГО ОБУЧЕНИЯ

Гильманшина С.И., Лихачева Д.Л., Овезова С.

*ФГАОУ ВО «Казанский федеральный университет», Казань,
e-mail: gilmanshina@yandex.ru*

В настоящее время возникает необходимость изучения научных понятий в условиях цифрового обучения. Особенно это касается естественно-научной области знаний, которая связана с абстрактными понятиями. Поскольку необходимость цифровой трансформации химического образования подчеркивается многими российскими документами, в статье рассмотрен процесс изучения химических понятий в условиях цифрового обучения. Цель исследования: выявить и экспериментально проверить организационно-методические особенности изучения химических понятий в условиях цифрового обучения на базовом уровне в десятом классе. В экспериментальном исследовании с 2021 по 2025 год с учетом поискового этапа участвовало 176 учащихся 10 классов Советского района города Казани. Методологической основой исследования служит системно-деятельностный подход, который позволяет в условиях цифрового обучения обеспечить научно-методические условия и подобрать необходимые педагогические инструменты для изучения основных химических понятий и формирования у обучающихся системы химических знаний. Дана характеристика основного понятия исследования «цифровое обучение». Конкретизированы принципы обучения предметным понятиям в условиях цифрового обучения. Это принцип персонализированного обучения с учетом индивидуальных возможностей и возрастных особенностей обучающихся и принцип практико-ориентированности и проблемности в обучении. Выявлены организационно-методические особенности изучения химических понятий в условиях цифрового обучения на примере базового курса химии в десятом классе. Это обогащение дидактического материала цифровыми инструментами и цифровыми ресурсами обучения; создание условий для актуализации ранее усвоенных химических понятий, которые служат основой для формирования новых понятий посредством цифровых ресурсов обучения; изучение химических понятий с использованием смешанного формата – сочетание традиционных и цифровых методов обучения химии с акцентом на методику проблемного обучения. В результате основного педагогического эксперимента установлен рост качества обучения и успеваемости благодаря целенаправленной реализации выявленных организационно-методических особенностей изучения химических понятий в условиях цифрового обучения.

Ключевые слова: цифровое обучение, химическое образование, организационно-методические особенности, школа, дидактика

ORGANIZATIONAL AND METHODOLOGICAL FEATURES OF STUDYING CHEMICAL CONCEPTS IN THE CONTEXT OF DIGITAL LEARNING

Gilmanshina S.I., Likhacheva D.L., Ovezova S.

Kazan Federal University, Kazan, e-mail: gilmanshina@yandex.ru

Currently, there is a need to study scientific concepts in the context of digital learning. This is especially true for the natural sciences, which are associated with abstract concepts. Since the need for digital transformation of chemical education is emphasized by many Russian documents, the article examines the process of studying chemical concepts in the context of digital learning. The purpose of the study: to identify and experimentally test the organizational and methodological features of studying chemical concepts in the context of digital learning at the basic level in the tenth grade. 176 10th-grade students of the Sovetsky district of Kazan participated in the experimental study from 2021 to 2025, taking into account the search stage. The methodological basis of the study is a system-activity approach, which allows, in the context of digital learning, to provide scientific and methodological conditions and select the necessary pedagogical tools for studying basic chemical concepts and forming a system of chemical knowledge in students. The main concept of the study, “digital learning”, is characterized. The principles of teaching subject concepts in the context of digital learning have been specified. This is the principle of personalized learning taking into account the individual capabilities and age characteristics of students and the principle of practice-oriented and problem-based learning. The organizational and methodological features of studying chemical concepts in the context of digital learning have been identified using the example of a basic chemistry course in the tenth grade. This is enrichment of didactic material with digital tools and digital learning resources; creation of conditions for updating previously learned chemical concepts, which serve as the basis for the formation of new concepts through digital learning resources; study of chemical concepts using a mixed format – combining traditional and digital methods of teaching chemistry with an emphasis on problem-based learning methods. As a result of the main pedagogical experiment, an increase in the quality of training and academic performance was established due to the targeted implementation of the identified organizational and methodological features of studying chemical concepts in the context of digital learning.

Keywords: digital learning, chemical education, organizational and methodological features, school, didactics

Введение

В настоящее время цифровые технологии являются неотъемлемой частью жизни человека и возникает необходимость изучения научных понятий в условиях цифрового обучения. Особенно это касается естественно-научной области знаний (химия, физика), которая связана с абстрактными понятиями.

Необходимость цифровой трансформации образования в Российской Федерации подчеркивается распоряжением Правительства РФ от 18 октября 2023 года № 2894-р о «Стратегическом направлении в области цифровой трансформации образования, относящейся к сфере деятельности Министерства просвещения РФ». Целью данного направления является создание единого цифрового образовательного пространства, которое позволит достичь высокую степень развития сферы образования в контексте цифровизации для всех категорий обучающихся [1]. Данное направление, как приоритетное, поддерживается национальным проектом «Образование» в рамках федерального проекта «Цифровая образовательная среда», Федеральным законом «Об образовании в РФ» и федеральным государственным образовательным стандартом общего образования на всех уровнях обучения. Переход образовательных учреждений Российской Федерации на платформы «Моя школа», «Дневник.ру», «Баллов.нет», «ЭлЖурнал» и другие также актуализирует необходимость цифровизации образовательного процесса, и обучения химии в том числе.

Цифровизация образовательного процесса представлена в ряде исследований [2-4]. М.А. Черкасова, Е.Г. Хмельченко, К.В. Черкасов, А.О. Акимов в [3], анализируя процесс интеграции цифровых технологий в сферу образования, формулируют ключевые вызовы (наличие современной технической инфраструктуры, квалификация педагогов, психологическая адаптация) и риски (поверхностное восприятие информации, социальное неравенство, зависимость от технологий), требующие внимания со стороны педагогов, администрации учебных заведений и обучающихся. В исследовании Р.М. Хамитова [4] приводятся различные аспекты цифровизации образования в школе и вузе (положительные: быстрое увеличение объема передаваемой информации, круглосуточная доступность образовательных материалов, сокращение утомительных задач для педагога; отрицательные: технические ограничения, отсутствие мотивации обучающихся, сопротивление переменам и отсутствие стандартизированных протоколов на региональном уровне).

Н.А. Магомедова, С.Х. Алихаджиев и М.Ш. Товсултанова в [5] также обращают внимание на отрицательные стороны цифровизации образовательного процесса. В то же время авторы предлагают методические рекомендации для педагогов, помогающие решить данные проблемы: установление четких правил и рекомендаций по использованию обучающимися электронных ресурсов, разработка эффективных протоколов безопасности для образовательных учреждений.

В области химического образования имеется немало работ [6-8], которые связаны с цифровым обучением. С.И. Гильманшина, Л.С. Кулымбет, Р.Н. Сагитова [6] предлагают использование контекстного цифрового обучения с применением химических новелл, демонстрационных экспериментов, задач и упражнений, профессионально ориентированных заданий для обучения будущих учителей химии и освоения ими знаний по органической химии. Т.А. Савицкая и И.М. Кимленко [7] анализируют роль специализированного сайта «Зеленая химия» в образовательном процессе высшего учебного заведения и отмечают уникальность интернет-ресурса для формирования у обучающихся экологической грамотности и основ устойчивого развития. С.И. Гильманшина и В.А. Миннахметова [8] проводят обзор цифровых средств обучения в формировании естественно-научной грамотности обучающихся при обучении химии (интерактивный учебник, программы для моделирования, виртуальные лаборатории и др.). В.А. Каримова и С.С. Космодемьянская [9] анализируют возможности использования конкретного электронного ресурса «Облако знаний» при обучении химии.

Однако, несмотря на имеющиеся исследования, описывающие процесс цифровизации современного химического образования, недостаточно научных работ, посвященных формированию у обучающихся химических понятий через цифровое обучение с учетом организационно-методических особенностей данного процесса.

Проблема исследования: каковы организационно-методические особенности изучения химических понятий в условиях цифрового обучения.

Цель исследования - выявить и экспериментально проверить организационно-методические особенности изучения химических понятий в условиях цифрового обучения на базовом уровне в десятом классе.

Материалы и методы исследования

Методологической основой исследования служит системно-деятельностный подход, который позволяет в условиях цифро-

вого обучения обеспечить научно-методические условия и подобрать необходимые педагогические инструменты (цифровые инструменты и цифровые ресурсы обучения) для изучения основных химических понятий и формирования у обучающихся системы химических знаний об элементе, веществе, реакциях, химико-технологических процессах.

Экспериментальная деятельность осуществлялась в г. Казани в 2021–2025 годах. Всего в экспериментальном исследовании с учетом поискового этапа участвовало 176 учащихся 10-х классов Советского района города Казани. Экспериментальная часть исследования включала два цикла линейного педагогического эксперимента, состоящего из поискового, дидактического и контрольного этапов. Разработанный учебно-дидактический материал был ориентирован на изучение и усвоение химических понятий в базовом курсе химии 10 класса. На поисковом этапе участвовало 88 десятиклассников, которые были разделены на экспериментальную и контрольную группы. Экспериментальную группу составили 46 обучающихся МБОУ «Средняя общеобразовательная русско-татарская школа № 111». В контрольную группу вошли 42 обучающихся МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 156». На данном этапе была проведена первичная диагностика уровня сформированности основных химических понятий и способности обучающихся применять их в учебной ситуации (показатель – текущая успеваемость); организован опрос обучающихся с целью выявления их отношения и готовности к обучению химии с элементами цифрового обучения. На дидактическом этапе шло формирование химических понятий (по базовой программе органической химии 10 класса) с учетом выявленных принципов и организационно-методических особенностей их изучения в условиях цифрового обучения. В ходе контрольного этапа была доказана результативность соблюдения выявленных организационно-методических особенностей изучения химических понятий с использованием цифровых ресурсов обучения.

Результаты исследования и их обсуждения

Сначала определимся с понятием «цифровое обучение». Г.Ф. Лутфуллина [10] уравнивает два понятия: «цифровое обучение» и «дистанционное обучение», подробно останавливаясь на разработке краткосрочных и долгосрочных дистанционных курсов для обучающихся. Г.С. Рустикова [11] анализирует понятия «электронное об-

учение» и «цифровое обучение» с точки зрения законодательства, науки и практики, приходит к выводу, что оба прилагательных можно употреблять как синонимы при решении теоретических и практических задач библиотечной и информационной деятельности. С данной позицией согласны Г.И. Ибрагимов, Е.М. Ибрагимова, А.А. Калимуллина [12], считая эти понятия тождественными и предлагая, заменив слово «электронное» на «цифровое», определить «цифровое обучение» через легитимное определение «электронного обучения» [12].

Под цифровым образованием С.И. Бабина, А.О. Акулов, А.Ю. Нестеров, В.В. Халиulina [13] понимают совокупность различных электронных инструментов, с помощью которых достигаются ключевые цели образовательного процесса. В числе подобных инструментов выделяют систему управления обучением, виртуальную учебную среду, систему управления курсами, систему управления учебным контентом. А.В. Хуторской [14] понимает под цифровизацией образования «процесс перехода на электронную систему обучения и воспитания» [15].

В словаре терминов EdTech и eLearning отмечается, что при цифровом обучении «использование цифровых инструментов основывается на реализации потенциала мультимедийных технологий в процессе обучения, цифровых образовательных ресурсов, что увеличивает интерактивный характер обучения» [<https://longread.media/junior/essentials/glossary-slovar-edtech-i-elearning/05/02/2025/>], а электронное обучение «предполагает стандартизированный учебный контент без взаимодействия с преподавателями или кураторами» [<https://longread.media/junior/essentials/glossary-slovar-edtech-i-elearning/05/02/2025/>].

Таким образом, проведенный анализ имеющихся трудов в области цифрового обучения позволяет в данном исследовании под цифровым обучением понимать обучение с применением цифровых инструментов и цифровых ресурсов обучения для усиления его интерактивности вне зависимости от формата обучения. Причем в ранее опубликованной работе [15] одного из авторов данного исследования рассматривалась роль цифровой образовательной платформы с учетом ее интерактивности в формировании академической успешности обучающихся.

Системно-деятельностный подход, служащий методологической основой содержания федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования, позволяет конкретизировать деятельность учителя по изучению химических понятий на основе следующих прин-

ципов обучения предметным понятиям в условиях цифровой образовательной среды.

Принцип персонализированного обучения с учетом индивидуальных возможностей и возрастных особенностей обучающихся, который предполагает деятельность учителя по использованию цифровых ресурсов обучения с целью результативного изучения и контроля усвоения специфичных предметных понятий в комфортных для каждого обучающегося условиях. Принцип позволяет конкретизировать деятельность учителя по целенаправленной активизации опорных знаний обучающихся для формирования у них новых химических понятий, наглядно (посредством современных цифровых средств наглядности) раскрывать между ними взаимную связь и историю развития их структурных элементов и характерных признаков каждого понятия в условиях цифровой образовательной среды.

Принцип практико-ориентированности и проблемности в обучении основан на применении заданий, размещенных в цифровой образовательной среде, которые отражают практическую значимость химических понятий для объяснения естественно-научных явлений и процессов. Принцип направлен на применение в педагогической деятельности учителя таких расчетных и экспериментальных заданий, проблемных ситуаций, разрешение которых требует применения как индуктивного или дедуктивного методов познания, подкрепленных фактическим материалом, так и цифровых инструментов.

С учетом вышеуказанных принципов исследование позволило выделить научно-методические условия и организационно-методические особенности изучения химических понятий в условиях цифрового обучения.

К основным научно-методическим условиям формирования системы химических понятий относятся: достаточное количество опорных знаний; раскрытие структуры и характерных признаков химического понятия с установлением последовательных взаимосвязей между его компонентами; формирование понятия на основе реализации внутри-, меж- и метапредметных знаний; доказательность выдвигаемых суждений о характеристике химического понятия на основе индуктивного или дедуктивного метода, подкрепление фактами; реализация исторического потенциала содержания понятия; формирование понятия на основе проблемного обучения; применение разного вида наглядности для визуализации абстрактных понятий; усвоение химических понятий через реализацию химического эксперимента (реального или виртуального).

В ходе интеграции указанных научно-методических условий в цифровую образо-

вательную среду были выявлены следующие организационно-методические особенности изучения химических понятий в условиях цифрового обучения: 1) обогащение дидактического материала цифровыми инструментами и цифровыми ресурсами обучения; 2) создание условий для актуализации ранее усвоенных химических понятий, которые служат основой для формирования новых понятий посредством цифровых ресурсов обучения; 3) изучение химических понятий с использованием смешанного формата – сочетание традиционных и цифровых методов обучения химии с акцентом на методику проблемного обучения.

Для большей ясности внесем некоторые уточнения относительно выявленных организационно-методических особенностей.

Относительно первой организационно-методической особенности – учебно-дидактический материал требует обогащения цифровыми инструментами и цифровыми ресурсами изучения химических понятий. А именно: следует отобрать цифровые платформы для возможности 3D-визуализации пространственных моделей молекул органических соединений (с целью пояснения особенностей строения и их влияния на свойства, например, цифровой ресурс MolView [<https://molview.org/>], интерактивные тесты с автоматической проверкой и мгновенной обратной связью (тесты на базе цифровой образовательной платформы Plickers [<https://get.plickers.com/>]), практико-ориентированные кейсы проблемного содержания с использованием цифровых средств обучения (например, в форме QR-кодов для дополнительных заданий и материалов, цифровые карты понятий), виртуальные лаборатории и аудиовизуальные средства обучения (из общего банка единого содержания образования [<https://edsoo.ru/>]), цифровые симуляторы (строения молекул, химической связи), цифровые домашние задания (например, на образовательной платформе «Облако знаний» [<https://oblakoz.ru/>]).

По второй особенности – для актуализации ранее усвоенных химических понятий, которые служат основой формирования новых понятий, – хорошо зарекомендовали себя цифровые карты понятий по пройденным темам на базе интерактивной доски Miro [<https://miro.com/ru/>].

По третьей особенности, которая предполагает смешанный формат при изучении химических понятий, необходимо помнить, что, помимо цифровых методов (например, цифровые платформы «Облако знаний» [<https://oblakoz.ru/>] и «Удоба» [<https://udoba.org/udoba>]), следует использовать традиционные методы обучения химии, такие как ре-

шение химических задач, реальный химический эксперимент, дидактические игры, исследовательские и кейсы-задания, опрос (индивидуальный и групповой) и другие с акцентом на методику проблемного обучения.

Цель экспериментального исследования – проверить результативность выявленных организационно-методических особенностей изучения химических понятий в условиях цифрового обучения.

В основном экспериментальном исследовании принимали участие обучающиеся контрольной группы (КГ) – 42 человека и экспериментальной группы (ЭГ) – 46 человек. В обеих группах на поисковом этапе зафиксирован практически одинаковый уровень сформированности основных химических понятий и способности применять их в учебной ситуации (показатель – текущая успеваемость).

По результатам опроса, проведенного на поисковом этапе, выявлено, что около 4% обучающихся используют цифровые образовательные платформы в самообучении регулярно (1-2 раза в неделю), 31% – редко, большая часть респондентов (65%) никогда не использовали цифровые платформы и цифровые инструменты для изучения химии.

При этом наибольший интерес вызывает возможность цифровых технологий визуализировать химические процессы (отметили 67% обучающихся). Около 60% проявили интерес к возможности при помощи цифровых инструментов составлять интерактивные модели молекул. 53% опрошенных выделили преимущество цифровых технологий в доступе к дополнительным материалам, 47% респондентов – к виртуальным и цифровым лабораториям. Около 7% опрошенных выделили в качестве преимущества цифровых образовательных ресурсов возможность повторно просматривать учебный материал, изучать химические понятия и их практическое применение (решение расчетных задач) в своем темпе.

Наибольший интерес в рамках настоящего исследования представляли ответы на вопрос: «Какие цифровые инструменты для изучения химии Вы считаете наиболее полезными?». Мнения десятиклассников распределились следующим образом: интерактивные задания с применением цифровых технологий (89%); онлайн-тесты и тренажеры (80%); видеоуроки и цифровые видеоопыты с демонстрацией реакций (73%); интерактивные модели веществ и реакций (60%); виртуальные лабораторные работы и цифровые лаборатории (53%); домашние задания в цифровом формате (40%); онлайн-консультации (7%).

Таким образом, результаты опроса подтвердили потребность обучающихся в цифровом обучении химии.

На дидактическом этапе экспериментального исследования были учтены все выявленные на поисковом этапе организационно-методические особенности изучения химических понятий в условиях цифрового обучения, проанализированы, отобраны и применены цифровые инструменты и цифровые ресурсы обучения по каждой теме базового курса органической химии десятого класса.

Например, для изучения темы «Многоатомные спирты: этиленгликоль и глицерин» необходимы опорные знания по одноатомным спиртам (классификация, изомерия, химические свойства). Для их актуализации использовались возможности цифрового ресурса MolView [<https://molview.org/>]. Этот же ресурс применялся для формирования и развития таких понятий данной темы, как многоатомные спирты, взаимное влияние атомов в молекуле, влияние строения молекулы на химические свойства. Кроме этого, на уроке химии использовались возможности виртуальных лабораторий для демонстрации свойств многоатомных спиртов из общего банка единого содержания образования [<https://edsoo.ru/>], где также есть возможность работы с цифровыми датчиками. Для обобщения и систематизации новых знаний был построен каркас карты понятий на базе цифровой доски Miro. Для контроля усвоения темы был разработан интерактивный тест с обратной связью на цифровой образовательной платформе Plickers [<https://get.plickers.com/>], где используются QR-коды для того, чтобы результат тестирования был виден и обучающемуся, и учителю одновременно. Домашнее задание обучающиеся выполняли посредством образовательной платформы «Облако знаний» [<https://oblakoz.ru/>], где размещены опорный конспект и задания для самостоятельной работы.

На контрольном этапе зафиксировано повышение уровня сформированности основных химических понятий и способности применять их в учебной ситуации – качество предметных знаний в экспериментальной группе возросло с 41% до 50% (в КГ несколько снизилось, с 44% до 37%, по мере усложнения учебного материала). Успеваемость в экспериментальной группе также возросла с 77% до 86% (в КГ – практически не изменилась). Этот результат оказался возможным благодаря целенаправленной деятельности по учету выявленных организационно-методических особенностей изучения химических понятий в условиях цифрового обучения.

Заключение

В данном исследовании под цифровым обучением понимается обучение с применением цифровых инструментов и цифровых ресурсов обучения, которые выступают педагогическими инструментами цифровой образовательной среды для усиления интерактивности обучения вне зависимости от его формата.

На основе системно-деятельностного подхода выявлены принципы обучения предметным понятиям в условиях цифровой образовательной среды: принцип персонализированного обучения с учетом индивидуальных возможностей и возрастных особенностей обучающихся; принцип практико-ориентированности и проблемности в обучении.

Суть принципа персонализированного обучения с учетом индивидуальных возможностей и возрастных особенностей обучающихся заключается в том, что необходима деятельность учителя по использованию цифровых ресурсов обучения с целью результативного изучения и контроля усвоения специфичных предметных понятий в комфортных для каждого обучающегося условиях. Сущность принципа практико-ориентированности и проблемности в обучении связана с применением заданий, размещенных в цифровой образовательной среде, которые отражают практическую значимость химических понятий для объяснения естественно-научных явлений и процессов.

Исследование позволило выделить организационно-методические особенности изучения химических понятий в условиях цифрового обучения на примере базового курса химии в десятом классе. К таким организационно-методическим особенностям изучения химических понятий в условиях цифрового обучения относятся: обогащение дидактического материала цифровыми инструментами и цифровыми ресурсами обучения; создание условий для актуализации ранее усвоенных химических понятий, которые служат основой для формирования новых понятий посредством цифровых ресурсов обучения; изучение химических понятий с использованием смешанного формата – сочетание традиционных и цифровых методов обучения химии с акцентом на методику проблемного обучения.

В результате экспериментального исследования установлен существенный рост качества обучения и успеваемости экспериментальной группы благодаря целенаправленной реализации выявленных организационно-методических особенностей изучения химических понятий в условиях цифрового обучения.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 05.07.2025 г. № 1805-р «Стратегическое направление в области цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования до 2030 года». Правительство России. [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/all/159888/> (дата обращения: 14.05.2025).
2. Гильманшина С.И., Каримова Г.Д., Шакирова Р.Н. Авторские цифровые ресурсы как элементы образовательной среды подготовки учителей химии // Современные проблемы науки и образования. 2022. № 1. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=31435> (дата обращения: 28.05.2025). DOI: 10.17513/spno.31435.
3. Черкасова М.А., Хмельченко Е.Г. Черкасов К.В., Акимов А.О. Цифровое обучение в современном образовательном процессе: вызовы, потенциальные риски и перспективы развития // Муниципальная академия. 2025. № 1. С. 143–149. DOI: 10.52176/2304831X_2025_01_143. EDN: SKZEEM.
4. Хамитов Р.М. Цифровизация образования и ее аспекты // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30771> (дата обращения: 13.05.2025). DOI: 10.17513/spno.30771.
5. Магомедова Н.А., Алихаджиев С.Х., Товсултанова М.Ш. Цифровизация образования: реалии и проблемы // Педагогический журнал. 2023. Т. 13. № 4-1. С. 81-86. DOI: 10.34670/AR.2023.15.60.011. EDN: HXBKIO.
6. Гильманшина С.И., Кулымбет Л.С., Сагитова Р.Н. Технология контекстного цифрового обучения органической химии студентов – будущих учителей // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 4. С. 138–144. DOI: 10.17513/snt.39590.
7. Савицкая Т.А., Кимленко И.М. Использование предметного сайта «Зеленая химия» в образовательном процессе // София: электронный научно-просветительский журнал. 2023. № 1. С. 107–115. URL: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/296751> (дата обращения: 02.05.2025).
8. Гильманшина С.И., Миннахметова В.А. Цифровые средства обучения химии в формировании естественно-научной грамотности // Управление развитием функциональной грамотности: сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Казань, 27–28 ноября 2023 г.). Казань: Издательство Казанского университета, 2024. С. 164–169. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=66237153&pff=1> (дата обращения: 30.05.2025). EDN: HLTOZZ.
9. Каримова В.А., Космодемьянская С.С. «Облако знаний» как элемент электронного образовательного ресурса в обучении химии // Глобальный научный потенциал. 2024. № 5 (158). С. 83–86. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=68517416> (дата обращения: 13.07.2025). EDN: FYXRKI.
10. Лутфуллина Г.Ф. Цифровое образование и дистанционное обучение // Современный ученый. 2023. № 5. С. 212–217. URL: <https://elibrary.ru/tcqtwk> (дата обращения: 02.05.2025).
11. Рустикова Г.С. Электронное и цифровое (образование, обучение, среда, пространство): идентичность и различие понятий в законодательстве, науке и практике // Вестник Российской правовой академии. 2023. № 3. С. 102–112. DOI: 10.33874/2072-9936-2023-0-3-102-112.
12. Ибрагимов Г.И., Ибрагимова Е.М., Калимуллина А.А. О понятийно-терминологическом аппарате дидактики цифровой эпохи // Педагогический журнал Башкортостана. 2021. № 2 (92). С. 21–34. DOI: 10.21510/1817-3292-2021-92-2-20-34.
13. Бабина С.И., Акулов А.О., Нестеров А.Ю., Халиulina В.В. Роль дистанционных образовательных технологий в повышении качества обучения в магистратуре // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2018. № 17 (158). С. 96–107. URL: <https://elibrary.ru/yukhap> (дата обращения: 03.05.2025).
14. Хуторской А.В. Что меняет цифровизация в образовании? // Народное образование. 2022. № 6 (1495). С. 75–85. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_50176094_24051186.pdf (дата обращения: 30.05.2025).
15. Гильманшина С.И., Массарова Е.О. Педагогические условия формирования академической успешности обучающихся средствами цифровых образовательных платформ // Казанский педагогический журнал. 2022. № 2 (151). С. 155–162. DOI: 10.51379/KPJ.2022.152.2.022.

УДК 37.01:37.036

DOI 10.17513/snt.40448

РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ СОТРУДНИЧЕСТВА ДОШКОЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ И СЕМЬИ В МУЗЫКАЛЬНОМ РАЗВИТИИ ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

¹Каменская О.А., ²Прищепа С.С.¹АНО ПО «Гуманитарно-технический колледж «Знание», Подольск,
e-mail: kamen,79@bk.ru;²ФГАОУ ВО «Государственный университет просвещения», Мытищи

Современная государственная политика в России отдаёт приоритет воспитательной роли семьи. В связи с этим полноценное музыкальное развитие детей дошкольного возраста возможно лишь при тесном взаимодействии педагогов и родителей. Это обуславливает необходимость разработки педагогической технологии, направленной на сотрудничество дошкольной образовательной организации и семьи в музыкальном развитии детей старшего дошкольного возраста. Цель исследования: разработка, теоретическое обоснование и апробация педагогической технологии сотрудничества дошкольной образовательной организации и семьи в музыкальном развитии детей старшего дошкольного возраста. Теоретическая часть исследования заключалась в изучении проблем взаимодействия и сотрудничества педагогов образовательных учреждений и семьи, сотрудничества дошкольной образовательной организации с семьёй, структуры педагогической технологии, музыкального развития детей дошкольного возраста. Эмпирическая часть исследования состояла из констатирующего, формирующего и контрольного этапов; применялись методы опроса, наблюдения, изучения опыта педагогической деятельности, оценивания и измерения, математической обработки результатов исследования. В рамках исследования разработана и апробирована педагогическая технология сотрудничества дошкольной образовательной организации и семьи в музыкальном развитии детей старшего дошкольного возраста, включающая взаимосвязанные компоненты. Диагностический компонент: определены критерии и показатели уровня сформированности музыкального развития детей, уровня воспитательного потенциала семьи в музыкальном развитии. Содержательный компонент – разработана программа сотрудничества дошкольной образовательной организации и семьи «Совместные шаги навстречу музыке», алгоритм организации очных коллективных мероприятий в формате цикла музыкальной гостиной, определены основные направления и формы сотрудничества в музыкальном развитии. Процессуальный компонент заключается в осуществлении сотрудничества по различным направлениям и формам. Основным форматом стала музыкальная гостиная, включающая в себя коллективное творческое дело. Результаты контрольного этапа эксперимента доказывают эффективность разработанной педагогической технологии сотрудничества дошкольной образовательной организации и семьи в музыкальном развитии детей старшего дошкольного возраста.

Ключевые слова: сотрудничество, семья, музыкальное развитие, дети старшего дошкольного возраста, педагогическая технология

DEVELOPMENT AND TESTING OF PEDAGOGICAL TECHNOLOGY FOR COOPERATION BETWEEN PRESCHOOL EDUCATIONAL ORGANIZATIONS AND FAMILIES IN THE MUSICAL DEVELOPMENT OF OLDER PRESCHOOL CHILDREN

¹Kamenskaya O.A., ²Prishchepa S.S.¹Humanitarian and Technical College Znanie, Podolsk, e-mail: kamen,79@bk.ru;²State University of Enlightenment, Mytishchi

Modern state policy in Russia gives priority to the educational role of the family. In this regard, the full-fledged musical development of preschool children is possible only with the close cooperation of teachers and parents. This necessitates the development of pedagogical technology aimed at cooperation between preschool educational organizations and families in the musical development of older preschool children. The purpose of the research is to develop, theoretically substantiate and test the pedagogical technology of cooperation between a preschool educational organization and a family in the musical development of older preschool children. The theoretical part of the study was to study the problems of interaction and cooperation between teachers of educational institutions and the family, the cooperation of a preschool educational organization with a family, the structure of pedagogical technology, and the musical development of preschool children. The empirical part of the study consisted of ascertaining, formative and control stages; survey methods were used; observation; study of teaching experience; assessment and measurement; mathematical processing of research results. Within the framework of the research, a pedagogical technology of cooperation between a preschool educational organization and a family in the musical development of older preschool children, including interrelated components, has been developed and tested. Diagnostic component: criteria and indicators of the level of formation of children's musical development, the level of the educational potential of the family in musical development are determined. The substantive component is the development of a program for cooperation between a preschool educational organization and a family "Joint steps towards music", an algorithm for organizing intramural collective events in the format of a musical lounge cycle, and the main directions and forms of cooperation in musical development. The procedural component consists in the implementation of cooperation in various areas and forms. The main format has become a musical lounge, which includes a collective creative activity. The results of the control stage of the experiment prove the effectiveness of the developed pedagogical technology of cooperation between a preschool educational organization and a family in the musical development of older preschool children.

Keywords: collaboration, family, musical development, older preschool children, educational technology

Введение

Актуальность взаимодействия и сотрудничества дошкольной образовательной организации и семьи подтверждается многочисленными исследованиями. Например, Н.Е. Лунгу и С.Г. Молчанов рассматривают этот вопрос с философской и педагогической позиций [1]. А.С. Альчикова и И.В. Зотова предлагают методику конструктивного взаимодействия [2]. Организацию социального взаимодействия через проектную деятельность исследуют М.К. Иванова и С.И. Кононова [3]. Современные пути сотрудничества раскрывает А.А. Петрова [4]. З.В. Некрасова представляет формы педагогического взаимодействия [5]. В рамках философии сотрудничества дошкольная образовательная организация призвана оказывать всестороннюю помощь родителям, направлять их и поддерживать в вопросах воспитания и развития детей. Федеральный государственный образовательный стандарт и федеральная образовательная программа определяют ключевые направления взаимодействия между образовательной организацией и семьями воспитанников, создавая основу для эффективного сотрудничества всех участников образовательного процесса. Таким образом, актуальность темы исследования не вызывает сомнения.

Педагогические исследования и диссертации, посвящённые музыкальному развитию детей дошкольного возраста, охватывают широкий круг вопросов, представленных научному сообществу. Например, Н.С. Алпатова, В.С. Глушенкова, Е.С. Федосеева рассматривают эстетическое развитие детей дошкольного возраста в процессе музыкальной деятельности [6]. А.А. Когут исследует развитие коммуникативной компетенции детей старшего дошкольного возраста в музыкально-ритмической деятельности [7]. И.Г. Кольцовская описывает особенности развития способностей к вокальной импровизации в музыкально-театрализованной деятельности у детей старшего дошкольного возраста [8]. А.Т. Ферзалиева рассматривает развитие музыкальной одарённости детей в системе дополнительного образования [9]. И.А. Синицына предлагает вариативную модель музыкального воспитания для детей старшего дошкольного возраста в рамках дополнительного образования [10]. Исходя из представленного выше материала, авторы данной статьи приходят к выводу о том, что вопросы музыкального развития детей дошкольного возраста освещены достаточно подробно. Однако важно помнить, что эффективное музыкальное развитие требует тесного сотрудничества с семьёй.

В педагогической и научной литературе вопросы сотрудничества дошкольной образовательной организации и семьи в музыкальном развитии детей рассматривались с разных сторон:

- как важное педагогическое условие [11];
- как семейно ориентированное сопровождение [12];
- как результат развития успешной личности ребёнка [13].

Однако практика показывает, что, несмотря на существующие исследования, педагоги сталкиваются с рядом трудностей. Часто не учитываются интересы, потребности и предпочтения родителей и детей. В некоторых случаях родители проявляют инициативу, но предъявляют завышенные требования к музыкальным способностям детей. Кроме того, недостаточно внимания уделяется повышению родительской компетентности в этой области, а сам процесс музыкального развития порой носит формальный характер. Следует отметить, что в настоящее время для организации музыкального развития детей старшего дошкольного возраста используются различные инновационные педагогические технологии, однако не разработана педагогическая технология *сотрудничества* дошкольной образовательной организации и семьи в данном направлении. Таким образом, возникает противоречие между необходимостью активного вовлечения родителей в образовательный процесс и отсутствием эффективной педагогической технологии сотрудничества.

Цель исследования – разработать, теоретически обосновать и апробировать педагогическую технологию сотрудничества дошкольной образовательной организации и семьи в музыкальном развитии детей старшего дошкольного возраста.

В процессе сотрудничества дошкольной образовательной организации и семьи решались следующие задачи:

1. Изучить теоретико-методологические основы и прикладные аспекты исследуемой проблемы, определить содержательные характеристики музыкального развития детей старшего дошкольного возраста и проанализировать воспитательный потенциал семьи в музыкальном развитии.
2. Определить критерии оценки уровня сформированности музыкального развития детей, критерии оценки уровня воспитательного потенциала семьи в музыкальном развитии ребёнка.
3. Описать сущностные характеристики педагогической технологии.
4. Разработать и апробировать педагогическую технологию сотрудничества дошкольной образовательной организации

и семьи в музыкальном развитии детей старшего дошкольного возраста.

Авторы данной статьи предполагают, что музыкальное развитие детей старшего дошкольного возраста, а именно пение, музыкально-ритмическая деятельность, игра на музыкальных инструментах, будет эффективно при внедрении педагогической технологии сотрудничества дошкольной образовательной организации и семьи.

Материалы и методы исследования

В рамках данного исследования проводилась систематизация существующих теорий и идей:

- о взаимодействии педагогов образовательных учреждений и семьи в успешной подготовке детей к обучению в школе Л.В. Байбародовой, В.М. Пономарёвой [14];
- о сотрудничестве дошкольной образовательной организации с семьёй, о семье как субъекте образовательных отношений Ю.А. Гладковой [15];
- о структуре педагогической технологии Г.К. Селевко [16] и других.

Эмпирическая часть исследования была реализована в форме педагогического эксперимента, состоящего из трёх этапов: констатирующего, формирующего и контрольного. Применялись методы опроса (анкетирование, беседы и интервью), наблюдение, анализ педагогического опыта, методы оценки и измерения, а также статистическая обработка полученных данных. Исследование было реализовано на базе дошкольных образовательных учреждений города Подольска: № 38 «Искорка» и № 51 «Солнышко». Определены: контрольная группа (дошкольные образовательные учреждения № 38 «Искорка») и экспериментальная группа (дошкольное образовательное учреждение № 51 «Солнышко»). В исследовании приняли участие 34 педагога, 83 семьи и 60 детей старшего дошкольного возраста.

Эффективность музыкального развития ребёнка во многом зависит от воспитательного потенциала семьи. Опираясь на исследование Е.И. Сермяжко, авторы данной статьи выделяют три уровня воспитательного потенциала семьи в контексте музыкального развития детей старшего дошкольного возраста: достаточный (высокий), оптимальный (средний) и допустимый (низкий) [17].

Педагогическая технология сотрудничества дошкольной образовательной организации и семьи в музыкальном развитии рассматривается авторами как способ проектирования взаимодействия субъектов образовательного процесса, направленный на музыкальное развитие детей старшего дошкольного возраста, представляющий собой единство диагностического, содержательного и процессуального компонентов (рис. 1).

Диагностический компонент технологии. Авторами были определены когнитивный, деятельностный и эмоциональный критерии и уточнены показатели уровня сформированности музыкального развития: базовый (слабо выражен или отсутствует), оптимальный (выражен умеренно) и творческий (выражен ярко) (таблица).

Содержательный компонент технологии представляет собой разработанную программу «Совместные шаги навстречу музыке», состоящую из двух модулей:

1. «Просветительство и педагогическая поддержка», включающий в себя цикл мероприятий, направленных на повышение родительской компетентности в области музыкального развития детей.

2. «Совместное творчество (родители, дети, педагоги)», который предусматривает совместную музыкальную деятельность (пение, музыкально-ритмические движения, игра на музыкальных инструментах) педагогов, детей и родителей.

Критерии и показатели уровня сформированности музыкального развития

Критерии	Показатели
Когнитивный	знания детей о творчестве известных композиторов, музыкальных инструментах
Деятельностный	умение не только исполнять, но и сочинять песенки, движения, мелодии
Эмоциональный	выразительное и эмоциональное исполнение песен, движения, мелодии на музыкальных инструментах
Качественная характеристика оценки музыкального развития детей старшего дошкольного возраста: - базовый уровень (показатель выражен слабо или отсутствует); - оптимальный уровень (показатель выражен не очень ярко); - творческий уровень (показатель выражен очень ярко). Количественная характеристика целевых ориентиров: базовый – 1 балл; оптимальный – 2 балла; творческий – 3 балла.	

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

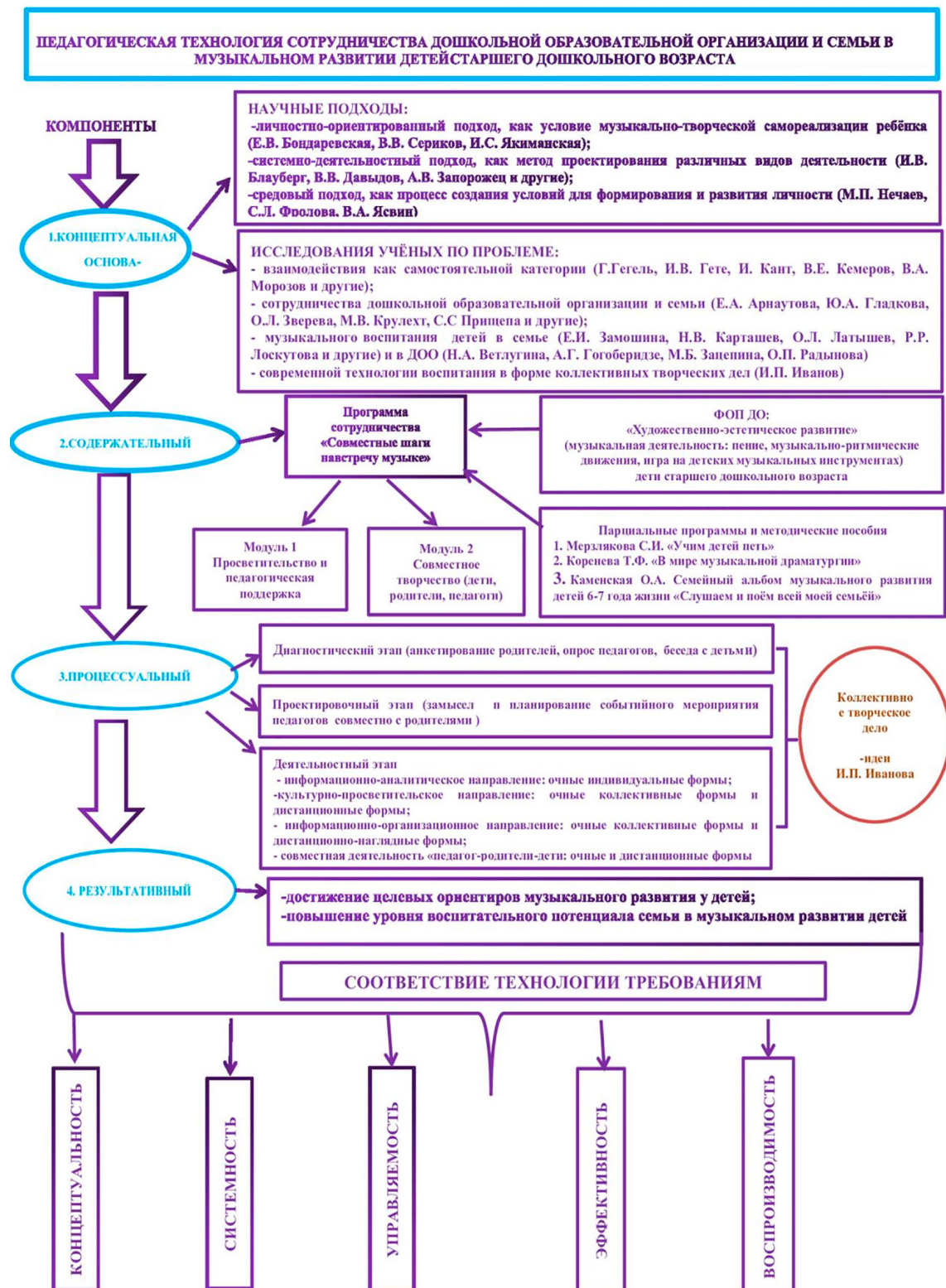


Рис. 1. Педагогическая технология сотрудничества дошкольной образовательной организации и семьи в музыкальном развитии детей старшего дошкольного возраста
Примечание: составлено авторами по результатам данного исследования

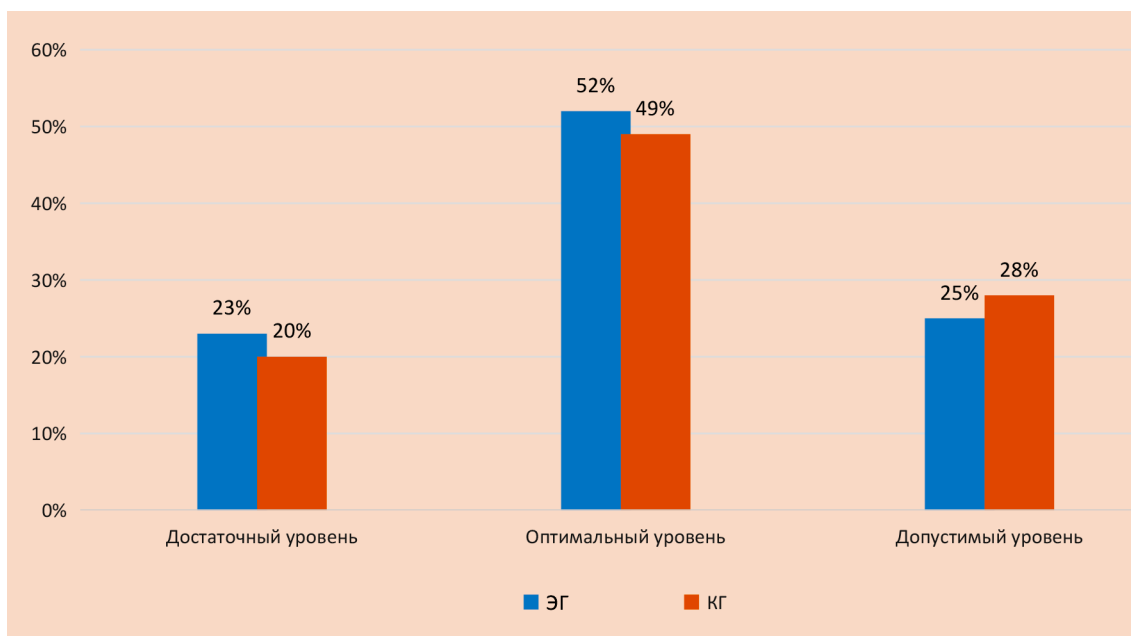


Рис. 2. Сравнительный анализ воспитательного потенциала семьи в музыкальном развитии детей старшего дошкольного возраста на констатирующем этапе эксперимента
Источник: составлено авторами по результатам данного исследования

Процессуальный компонент технологии. На деятельностном этапе сотрудничество осуществлялось по следующим направлениям и в различных формах:

- информационно-аналитическое – очные индивидуальные формы (анкетирование, интервью, беседы, опросы);
- культурно-просветительское – очные коллективные формы (консультации, устные музыкальные журналы, круглые столы, мастер-классы, родительские конференции); дистанционные формы (видеопрезентации, фотовыставки, видеожурналы, видеобеседы, видеостенды);
- информационно-организационное – очные коллективные формы (родительские собрания, беседы, открытые занятия), дистанционные наглядные формы (видеоролики, видеовизитки);
- совместная деятельность «педагог – родители – дети» – очные формы (семейные встречи, конкурсы, праздники, развлечения); дистанционные формы (семейные творческие видеозадания, видеоконкурсы, видеопрезентации творческих работ, творческие задания в семейном альбоме музыкального развития «Слушаем музыку, танцуем и поём всей моей семьёй»).

Музыкальная гостиная «Диалог с музыкой» – одна из основных форм сотрудничества педагогов с семьями. Её деятельность основана на принципах коллективного

творческого дела, направлена на раскрытие потенциала каждого участника: вера в безграничные возможности каждого, учёт индивидуальных особенностей, интересов и потребностей, поддержка и поощрение творческих инициатив. Авторы определили этапы коллективного творческого дела, подчёркивающие взаимодействие между педагогами, родителями и детьми.

1. Зарождение идеи: педагог совместно с родителями разрабатывает концепцию музыкального или театрализованного события.

2. Совместное планирование: педагог и родители вместе планируют все детали мероприятия.

3. Активное участие родителей: родители вовлекаются в организацию и проведение мероприятия.

4. Открытый диалог: проводится обсуждение и обмен мнениями между педагогом, родителями и детьми.

5. Обратная связь и перспективы: осуществляется опрос родителей и детей для определения направлений будущих совместных мероприятий.

Результаты исследования и их обсуждение

Обобщая результаты по констатирующему эксперименту, можно сделать следующие выводы: наблюдения показали, что дети

старшего дошкольного возраста контрольной и экспериментальной групп имеют изначально одинаковую динамику музыкального развития; в этих группах превалирует оптимальный уровень. Авторы данного исследования определили, что если всю экспериментальную группу считать за 100%, то результаты таковы: оптимальный уровень – 65% (20 человек), базовый уровень составил 30% (9 человек), творческий уровень продемонстрировало 5% (1 человек).

Если контрольную группу считать за 100% – оптимальный уровень 64% (19 человек), базовый уровень проявило 29% (9 человек), на творческом уровне оказалось 7% (2 человека); было установлено, что в обеих испытуемых группах наблюдается преобладание семей с оптимальным уровнем воспитательного потенциала: 52% (27 семей) в экспериментальной группе, 49% (26 семей) – в контрольной группе (рис. 2).

Опрос свидетельствует, что родители испытывают потребность в консультации, оказании помощи со стороны педагога и относятся к активно-пассивным участникам музыкальных мероприятий, проводимых в дошкольной образовательной организации. Их участие в музыкальных мероприятиях носит смешанный, активно-пассивный

характер. На контрольном этапе эксперимента проводился анализ результатов, полученных экспериментальной и контрольной группами за период проведения исследования (рис. 3).

Детей с базовым уровнем музыкального развития стало 6% (2 человека) в экспериментальной группе и 30% (9 человек) в контрольной группе. Оптимальный уровень продемонстрировали 49% (16 человек) в экспериментальной группе и 67% (18 человек) в контрольной группе. Творческий уровень был выявлен у 45% (12 человек) в экспериментальной группе, а в контрольной группе – 7% (3 человека). Анализ результатов экспериментальной группы выявил значительное увеличение числа детей с творческим уровнем музыкального развития. По результатам анкетирования и наблюдений выявлены достаточный уровень воспитательного потенциала семьи и готовность воспитателей к сотрудничеству с педагогом. Таким образом, результаты контрольного эксперимента доказывают эффективность разработанной педагогической технологии сотрудничества дошкольной образовательной организации и семьи в музыкальном развитии детей старшего дошкольного возраста.

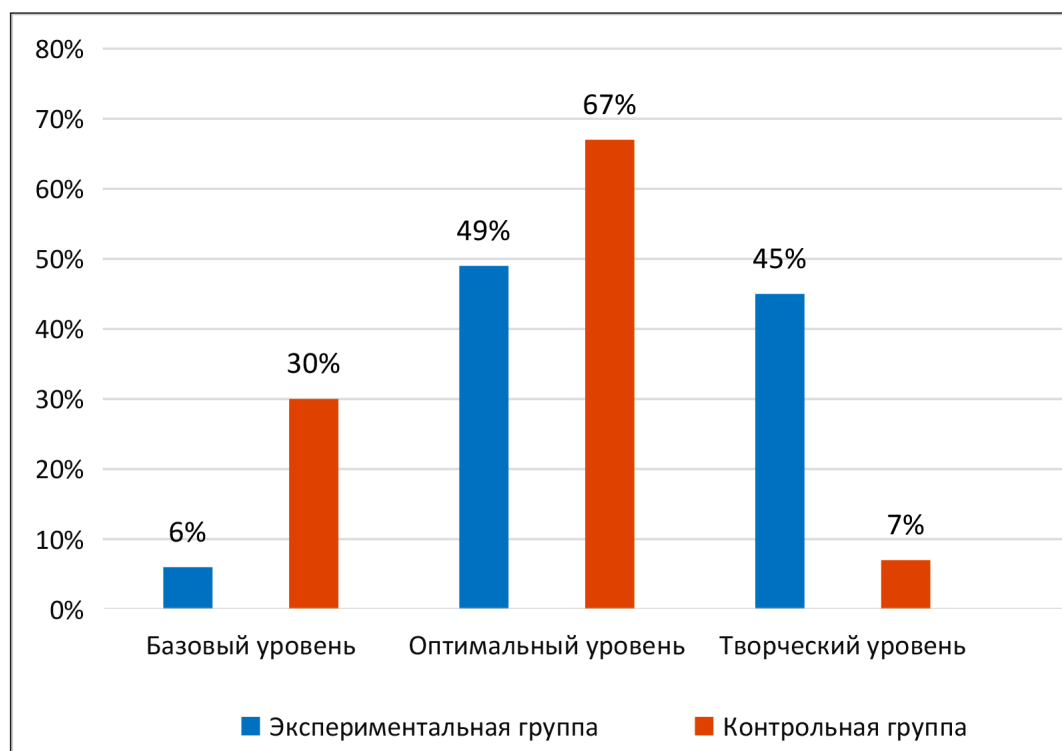


Рис. 3. Динамика музыкального развития детей старшего дошкольного возраста на контрольном этапе исследования, экспериментальная группа (30 человек) и контрольная группа (30 человек)
Источник: составлено авторами по результатам данного исследования

Заключение

Разработанная и апробированная педагогическая технология сотрудничества дошкольной образовательной организации и семьи эффективна в музыкальном развитии детей старшего дошкольного возраста. Сотрудничество педагогов с родителями в вопросах музыкального развития детей способствует повышению уровня воспитательного потенциала семьи в данном направлении. Результаты педагогического эксперимента подтверждают успешность предложенных этапов коллективного творческого дела, значительно улучшив показатели сотрудничества дошкольной образовательной организации и семьи в музыкальном развитии детей.

Список литературы

1. Молчанов С.Г., Лунгу Н.Е. Взаимодействие дошкольной образовательной организации и семьи // Вестник Челябинского государственного университета. Образование и здравоохранение. 2020. № 1 (9). С. 47-53. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vzaimodeystvie-doshkolnoy-obrazovatelnoy-organizatsii-i-semi-1> (дата обращения: 15.06.2025).
2. Альчикова А.С., Зотова И.В. Методика конструктивного взаимодействия ДОО и семьи // European Science. 2019. № 4 (46) С. 61-66. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-konstruktivnogo-vzaimodeystviya-doo-i-semi/viewer> (дата обращения 15.06.2025).
3. Иванова М.К., Кононова С.И. Организация социального взаимодействия ДОО и семьи посредством проектной деятельности // Проблемы современного педагогического образования. 2021. № 71-1. С. 147-150. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-sotsialnogo-vzaimodeystviya-doo-i-semi-posredstvom-proektnoy-deyatelnosti> (дата обращения: 15.07.2025).
4. Петрова А.А. Современные пути сотрудничества детского сада и семьи // Коллоквиум-журнал. 2019. № 24 (48). С. 93-94. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-puti-sotrudnichestva-detskogo-sada-i-semi/viewer> (дата обращения: 15.06.2025).
5. Некрасова З.В. Формы педагогического взаимодействия дошкольной образовательной организации и семьи // Актуальные проблемы педагогики и психологии. 2020. Т. 1. № 3. С. 5-9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formy-pedagogicheskogo-vzaimodeystviya-doshkolnoy-obrazovatelnoy-organizatsii-i-semi/viewer> (дата обращения 15.06.2025).
6. Алпатова Н.С., Федосеева Е.С., Глушенкова В.С. Эстетическое развитие дошкольников в процессе музыкальной деятельности // The Scientific Heritage. 2022. № 82. С. 11-14. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/esteticheskoe-razvitiye-doshkolnikov-v-protseste-muzykalnoy-deyatelnosti> (дата обращения: 15.06.2025).
7. Когут А.А. Развитие коммуникативной компетенции детей старшего дошкольного возраста в музыкально-ритмической деятельности: автореф. дис. ... докт. пед. наук. Новгород, 2018. 25 с. URL: <https://www.dissercat.com/content/razvitiye-kommunikativnoi-kompetentsiidetei-starshego-doshkolnogo-vozrasta-v-muzykalno-ritmi> (дата обращения: 23.06.2025).
8. Кольцовская И.Г. Развитие способности старших дошкольников к вокальной импровизации в музыкально-театрализованной деятельности: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2016. 22 с. URL: <https://www.dissercat.com/content/razvitiesposobnosti-starshikh-doshkolnikov-k-vokalnoi-improvizatsii-v-muzykalno-teatralizov/read> (дата обращения: 23.06.2025).
9. Ферзалиева А.Т. Развитие музыкальной одарённости детей старшего дошкольного возраста в условиях дополнительного образования // Концепт 2018. № 9. С. 740-750. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitiye-muzykalnoy-odarennosti-detey-starshego-doshkolnogo-vozrasta-v-usloviyah-dopolnitelnogo-obrazovaniya/viewer> (дата обращения: 23.06.2025).
10. Синицына И.А. Вариативная модель музыкального воспитания детей старшего дошкольного возраста в системе дополнительного образования: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2017. 25 с. URL: <https://www.dissercat.com/content/variativnaya-model-muzykalnogovospitaniya-detey-starshego-doshkolnogo-vozrasta-v-sisteme> (дата обращения: 23.06.2025).
11. Хазеева И.Н., Гиниятуллина А.И., Кузнецова Т.Ю. Педагогические условия взаимодействия семьи и образовательной организации в музыкальном воспитании дошкольников // Коррекционно-педагогическое образование. 2022. № 2. С. 37-43. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pedagogic> (дата обращения: 23.06.2025).
12. Волчегорская Е.Ю., Жукова М.В., Ногина О.А. Семейно-ориентированное сопровождение раннего музыкального развития детей // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. 2015. № 6. С. 15-20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/semejno-orientirovanoe-soprovozhdenie-rannego-muzykalnogo-razvi> (дата обращения: 23.06.2025).
13. Соколова А.В. Содержание, направления и формы педагогического партнёрства семьи и дошкольной образовательной организации в формировании основ музыкальной культуры детей // Вестник ПСТГУ. Серия IV: Педагогика. Психология. 2020. Вып. 59. С. 48-65. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhanie-napravleniya-i-formy-pedagogicheskogo-partnerstva-semi-i-doshkolnoy-obrazovatelnoy-organizatsii-v-formirovaniy-osnov> (дата обращения: 23.06.2025).
14. Байбородова Л.В., Пономарёва В.М. Взаимодействие педагогов и родителей в процессе подготовки детей к обучению в школе // Ярославский педагогический вестник. 2014. № 3. Т. II. С. 13.-19. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vzaimodeystvie-pedagogov-i-roditeley-v-protseste-podgotovki-detey-k-obucheniyu-v-shkole/viewer> (дата обращения: 17.06.2025).
15. Гладкова Ю.А. Семья как субъект образовательных отношений: взаимодействие, сотрудничество, партнерство // Дошкольное воспитание. 2018. № 5. С. 44-52. URL: https://dovosp.ru/magazine_preschool_education/zurnal-doshkolnoe-vospitanie-042018-2 (дата обращения: 17.06.2025).
16. Селевко Г.К. Классификация образовательных технологий // Сибирский педагогический журнал. 2005. № 4. С. 87-92. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-obrazovatelnyh-tehnologiy/viewer> (дата обращения: 17.06.2025).
17. Бутенко Н.В. Концептуальные основы художественно-эстетического развития детей дошкольного возраста: автореф. дис. ... докт. пед. наук. Челябинск, 2016. 44 с. URL: <https://www.dissercat.com/content/kontseptualnyeosnovy-khudozhestvenno-esteticheskogo-razvitiya-deteidoshkolnogo-vozrasta> (дата обращения: 23.06.2025).

УДК 372.881.111.1:378.14
DOI 10.17513/snt.40449

РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЧЕТВОРЧЕСТВА НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Левина Е.А.

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

В статье рассматривается проблема реализации речетворчества на иностранном языке в педагогическом вузе с использованием функциональных возможностей искусственного интеллекта. Обосновывается актуальность внедрения данного цифрового инструмента в образовательный процесс, направленный на развитие креативного письма как важного компонента профессиональной подготовки будущих педагогов, соответствующего требованиям Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. На основе анализа психолого-педагогической и методической литературы уточняются понятия письма и письменной речи, творческого письма и речетворчества, а также их роль в формировании речевой активности обучающихся. Подчеркивается значение перехода от репродуктивных форм обучения к продуктивным видам речевой деятельности, стимулирующим развитие ассоциативного мышления и речевой инициативы. В ходе педагогического эксперимента были апробированы задания с использованием нейросетевых моделей и генеративных ИИ-платформ, направленных на формирование у студентов умений творческого письма в рамках темы «Работа. Карьера». Представлены данные диагностики уровня сформированности умений письменной речи до и после применения разработанных заданий. Анализ результатов показал рост мотивации студентов, повышение качества письменных высказываний и развитие способности к смысловому продуцированию текста. Автор приходит к выводу о целесообразности системного включения искусственного интеллекта в практику преподавания иностранного языка как средства стимулирования речетворческой активности. Подчеркивается потенциал дальнейших исследований в этом направлении, включая разработку интерактивных платформ, совершенствование методических подходов и интеграцию искусственного интеллекта в междисциплинарную языковую подготовку будущих специалистов.

Ключевые слова: иностранный язык, искусственный интеллект, письмо, письменная речь, творческое письмо, речетворчество, методика обучения

Статья опубликована при поддержке гранта на проведение исследований по приоритетным направлениям научной деятельности университетов-партнеров (ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова» и ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева») (Тема: «Научно-методическое сопровождение иноязычного образования в вузе и школе»).

IMPLEMENTATION OF SPEECH CREATION IN A FOREIGN LANGUAGE USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN A PEDAGOGICAL UNIVERSITY

Levina E.A.

Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseev,
Saransk, e-mail: e-lyo@yandex.ru

The article discusses the problem of implementing speech creation in a foreign language in a pedagogical university using the functionality of artificial intelligence. The article substantiates the relevance of introducing this digital tool into the educational process aimed at developing creative writing as an important component of the professional training of future teachers who meet the requirements of Federal State Educational Standards of Higher Education. Based on the analysis of psychological, pedagogical and methodological literature, the concepts of writing and writing, creative writing and speech creation, as well as their role in the formation of students' speech activity, are clarified. The importance of the transition from reproductive forms of learning to productive types of speech activity that stimulate the development of associative thinking and speech initiative is emphasized. During the pedagogical experiment, tasks were tested using neural network models and generative AI platforms aimed at developing students' creative writing skills within the framework of the topic "Work. A career." Diagnostic data on the level of formation of writing skills before and after the application of the developed tasks are presented. The analysis of the results showed an increase in students' motivation, an improvement in the quality of written statements and the development of the ability to produce semantic text. The author comes to the conclusion that it is advisable to systematically include artificial intelligence in the practice of teaching a foreign language as a means of stimulating speech-making activity. The potential for further research in this area is emphasized, including the development of interactive platforms, the improvement of methodological approaches and the integration of artificial intelligence into the interdisciplinary language training of future specialists.

Keywords: foreign language, artificial intelligence, writing, creative writing, speech creation, teaching methods

The article is published with the support of a grant for research in priority areas of scientific activity of partner universities of Ulyanovsk State Pedagogical University named after I.N. Ulyanov and Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseyev (Topic: "Scientific and methodological support of foreign language education in schools and universities").

Введение

Современный этап развития высшей педагогической школы характеризуется усилением требований к качеству подготовки будущих учителей, обладающих не только профессиональными знаниями, но и коммуникативными умениями, способностью к критическому мышлению, креативности, а также готовностью к межкультурному взаимодействию. Иностранный язык в вузе перестаёт быть вспомогательной дисциплиной и становится средством профессиональной коммуникации и академической мобильности. Это требует от преподавателя создания таких педагогических условий, при которых студент включается в активную речевую деятельность, направленную на продуктивное выражение мыслей в устной и письменной формах.

Нормативные ориентиры высшего образования, зафиксированные в Федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования (ФГОС ВО), подчеркивают необходимость формирования у выпускников универсальных и профессиональных компетенций, среди которых коммуникативная и межкультурная занимают центральное место [1; 2]. Умения логично и грамотно строить устную и письменную речь, участвовать в профессиональных дискуссиях, аргументировать свою точку зрения являются неотъемлемой частью образовательных результатов подготовки бакалавров по широкому спектру профилей. В этом контексте актуализируется стратегия речетворчества, предполагающая креативное и продуктивное участие в речевой деятельности при обучении иностранному языку в педагогическом вузе.

Учитывая методологические аспекты, целесообразно провести разграничение между самим актом говорения, то есть речевой деятельностью, и её результатом – устной или письменной формой проявления речи. Представленное исследование ориентировано на формирование умений письменной речи в контексте творческого подхода.

В отечественной методической литературе проводится дифференциация письма и письменной речи. Первое понятие устанавливается на основе владения графикой и орфографией, тогда как письменная речь представляет собой отдельный вид речевой деятельности. В настоящее время границы постепенно стираются, и эти термины обозначают нечто общее, связанное с изложением мыслей и идей обучающимися на листе бумаги или в электронном виде [3].

Письмо представляет собой сложнейшую интеллектуальную деятельность человека, которая формируется значительно позже по сравнению с аудированием, говорением и чтением. Долгое время письменная речь не выделялась в качестве цели обучения иностранному языку, и доминирующая роль была отведена освоению устной речи [4]. Широкое распространение прогрессивных интернет-технологий и методов, повсеместное использование различных дистанционных программ приводят к безусловной необходимости все большего обращения к письменным формам коммуникации, что, в свою очередь, ведет к изменению статуса письма, переходящего из «арьергарда» в разряд наиболее востребованных и важных видов речевой деятельности [5].

В педагогических исследованиях возникает вопрос о развитии творческой письменной речи, которое определяется как продуктивная деятельность, имеющая в результате текст [6-8]. Креативное письмо – это и творческий процесс, и его результат. Креативное письмо не строится по заданному образцу, а становится проявлением творческой потенции пишущего [9]. Р. Абдулкадер Азиз, С. Ибрагим Шариф, С. Ахмад Абдулла подчеркивают важность креативного письма следующими аргументами: способность выразить в творческом письме то, чего не можешь выразить другими способами; развитие умения креативно мыслить; умение лучше понимать свои и чужие эмоции [10].

Творческое письмо может применять любую форму или жанр в качестве объекта исследования, однако его произведения в основном не несут информационный характер, а предлагают интерпретации мира, которые требуют активного участия аудитории или читателя. Они обращаются к эмоциональной и воображаемой стороне человека и призывают к комплексному восприятию. Такой подход к творческому письму позволяет раскрыть его многогранные аспекты и потенциал. Творческий процесс отражает внутреннюю интеллектуально-эмоциональную активность субъекта, в ходе которой осуществляется выход за пределы стандартных схем мышления и формирование уникального продукта, часто сопряжённого с высоким уровнем образности, глубины и выразительности.

С.Л. Буковский, рассматривая проблему речетворчества порождения иноязычной речи, трактует это понятие как продуцирование иноязычного высказывания в процессе творческой иноязычной деятельности [11]. Таким образом, речетворчество – это неотъемлемое соединение речевой актив-

ности и творческого мышления, синтез различных форм выражения и образов, позволяющих воплощать идеи, эмоции и мысли в уникальной и оригинальной форме.

В условиях стремительного развития цифровых технологий, в том числе искусственного интеллекта (далее – ИИ), значительное внимание уделяется их интеграции в образовательный процесс [12]. Индивидуум должен адаптироваться к современным реалиям, уметь жить в высокотехнологичном обществе [13]. С одной стороны, ИИ автоматизирует шаблонные операции, такие как тестирование и анализ данных, способствует повышению мотивации, делая образовательный процесс более персонализированным и доступным [14]. С другой стороны, использование ИИ сопряжено с определёнными рисками и ограничениями, которые необходимо учитывать. Риск чрезмерной зависимости от технологий влечет за собой неорганизованность обучающихся для самостоятельного решения задач, ограничивая свободу [15].

Внедрение ИИ в образование имеет огромный потенциал. Однако для достижения максимального эффекта следует находить баланс между использованием технологий и развитием у обучающихся творческих способностей. ИИ открывает новые возможности для организации речетворческой деятельности, повышая мотивацию обучающихся и обеспечивая интерактивность учебного процесса. Использование ИИ в обучении письменной речи не подменяет творческую активность обучающихся, а, напротив, активизирует посредством предоставления функциональных возможностей, которые помогают студентам раскрывать индивидуальный потенциал, глубже осмысливать содержание создаваемых текстов и стремиться к более выразительной и содержательной письменной коммуникации.

ИИ становится эффективным средством для преподавателя в проектировании заданий по творческой письменной речи, и его роль ограничивается лишь вдохновением, а не заменой креативности, при этом сами студенты остаются главными авторами своих уникальных текстов.

Целью исследования является изучение и анализ возможностей ИИ при реализации речетворчества на иностранном языке в педагогическом вузе.

Материал и методы исследования

Обучение речетворчеству на английском языке с помощью ИИ было организовано на площадке технопарка универсальных педагогических компетенций (площадка № 1, IT) МГПУ имени М.Е. Евсевьева. В экспе-

рименте были задействованы две группы студентов (76 человек) первого курса факультета педагогического и художественного образования. В ходе работы студенты изучили функциональные возможности китайской модели ИИ <https://chat.deepseek.com/> и нейронной сети для генерации изображений и видео по текстовому описанию компании «Сбер» и Института искусственного интеллекта AIRI <https://fusionbrain.ai/>, проанализировали образцы заданий, а затем продуцировали собственные творческие тексты.

Первый этап экспериментальной работы заключался в констатации исходного уровня сформированности умений иноязычной письменной речи у обучающихся. Для его реализации была проведена диагностика развития коммуникативных умений в одном из видов речевой деятельности (письме) на основе стандартизированного задания. Студентам было предложено задание, нацеленное на написание личного письма в ответ на письмо-стимул от DeepSeek с употреблением формул речевого этикета, принятых в стране изучаемого языка (объемом 100-110 слов, включая адрес).

Выполнение этого задания оценивалось автоматизированно с помощью DeepSeek по пяти критериям: решение коммуникативной задачи (содержание), организация текста, лексико-грамматическое оформление текста, орфография и пунктуация, креативность и оригинальность. Максимальное количество баллов – 10. Студенты, письменные работы которых были оценены на 9–10 баллов, получили оценку «отлично», на 8–7 баллов – оценку «хорошо», на 6–5 баллов – «удовлетворительно», а на 4 балла и ниже – «неудовлетворительно».

На втором этапе экспериментального исследования были организованы учебные занятия, в рамках которых внедрялись задания с использованием возможностей ИИ. Заключительный, третий этап предполагал итоговую диагностику уровня сформированности умений письменной речи студентов.

Задачи исследования: проанализировать понятия *письмо* и *письменная речь*, *творческое письмо* и *речетворчество*; разработать и апробировать задания, направленные на формирование умений письменной речи посредством ИИ; оценить эффективность предложенных заданий.

В процессе исследования применялись взаимодополняющие теоретические и эмпирические методы, направленные на всестороннее осмысление проблематики: анализ психолого-педагогической и методической литературы, нормативно-правовых документов, синтез, систематизация и апробация.

Результаты исследования и их обсуждение

Умение формулировать мысли в письменной форме закладывается на базе упражнений репродуктивного, репродуктивно-продуктивного и продуктивного характера. К первой группе упражнений относится написание текстов, открыток и сообщений по заданному образцу. Во вторую группу входят упражнения на построение собственного высказывания с использованием различных опор (картинки, фотографии, ключевые слова, схемы). Третья группа упражнений имеет продуктивный характер. Основная суть данных упражнений состоит в том, чтобы составить письменное высказывание по конкретному заданию, которое сформулировано словесно или визуально и несет в себе проблематику.

При разработке заданий по обучению речетворчеству на иностранном языке автор статьи ориентировался на рабочую программу дисциплины «Иностранный язык», раздел 1 «Работа. Карьера», и упражнения репродуктивно-продуктивного и продуктивного характера. Приведем несколько заданий в качестве примеров.

Задание 1. “The Interview You Didn’t Expect”. Тип задания: репродуктивно-продуктивный. Цель: развитие умений творческой письменной речи на основе изученного лексико-грамматического материала по теме «Работа. Карьера», формирование ассоциативного и логического мышления.

You will have to go through an unusual interview. First, choose from the suggested list 3-4 words that may be related to your dream profession (for example: skyscraper, headset, teamwork, innovation, risk). Next, enter these words into the neural network. <https://fusionbrain.ai/>, which will generate an image of a workplace or a situation related to a future career.

Based on the resulting image, describe where the interview is taking place and what it looks like. Who is conducting the interview? What qualities do you need to demonstrate? What difficulties may arise and how will you respond to them? Come up with a non-standard ending to the interview. / Вам предстоит пройти необычное собеседование. Сначала выберите из предложенного списка 3–4 слова, которые могут быть связаны с профессией вашей мечты (например: skyscraper, headset, teamwork, innovation, risk). Далее введите эти слова в нейросеть <https://fusionbrain.ai/>, которая сгенерирует изображение рабочего места или ситуации, связанной с будущей карьерой.

На основе полученного изображения опишите, где проходит собеседование и как

оно выглядит. Кто ведет собеседование? Какие качества вам нужно продемонстрировать? Какие трудности могут возникнуть, и как вы на них отреагируете? Придумайте нестандартный финал интервью.

Это задание основано на переходе от опоры на изученный лексико-грамматический материал к частично самостоятельному продуцированию творческого текста. Визуальный стимул, созданный ИИ, усиливает ассоциативное восприятие и способствует более точному, стилистически разнообразному и образному выражению мыслей в письменной речи.

Задание 2. “Job Ad from the Future”. Тип задания: продуктивный. Цель: формирование умений творческого письма через моделирование ситуаций будущего, связанных с профессиональной деятельностью, развитие воображения, навыков проектирования и креативного мышления, повышение мотивации и интереса к осмыслению профессионального самоопределения.

Imagine that you are living 30 years in the future. Your profession does not yet exist today, but it will become one of the most in-demand jobs in the future. Create a job advertisement for this profession. It should include: the name of the profession; a brief description of responsibilities; unusual working conditions; required personal qualities and skills. / Вообразите, что вы живёте через 30 лет. Ваша профессия ещё не существует сегодня, но она станет одной из самых востребованных в будущем. Придумайте объявление о вакансии для этой профессии. Оно должно включать: название профессии; краткое описание обязанностей; необычные условия работы; требуемые личные качества и навыки.

После написания текста преподаватель вводит ключевые элементы описания в нейросеть. На следующем занятии студенты знакомятся с созданными изображениями, иллюстрирующими придуманные профессии. Далее обучающиеся обсуждают в группе, какие из этих профессий могли бы действительно появиться, как они повлияли бы на общество.

Данное задание стимулирует самостоятельное творческое письмо и моделирование речевой ситуации без прямой опоры на шаблон. Взаимодействие с ИИ формирует у студентов навыки смыслового конструирования текста, способствует развитию мотивации и интереса к профессиональному самоопределению, футурологического и креативного мышления, коммуникативных и проектных умений, что соответствует задачам компетентностно ориентированного обучения в условиях цифровой образовательной среды.

Задание 3. “AI is your colleague”. Тип задания: продуктивный. Цель: развитие умений творческой письменной речи в рамках темы «Работа. Карьера», учебной мотивации, интереса к осмыслению профессиональных ориентиров, а также формирование цифровой и речевой креативности через взаимодействие с текстами, сгенерированными ИИ.

Imagine that you work for an international company where your main colleague is an AI. He helps you make decisions, complete routine tasks, participates in negotiations, and even offers creative ideas. Ask the AI <https://chat.deepseek.com/> generate a small text fragment – an email, a chat message, a mini-report or a resume related to your imaginary job. After receiving this fragment, read it carefully. Then write a response on your behalf to the AI employee: thank him; add or adjust suggestions; suggest a new idea related to the task. After that, create a short story (150–200 words) about your working day with an AI assistant: what tasks you solve together; how you share responsibilities; what advantages and difficulties arise in such cooperation. / Представьте, что вы работаете в международной компании, где ваш основной коллега – ИИ. Он помогает вам принимать решения, выполнять рутинные задачи, участвует в переговорах и даже предлагает креативные идеи. Попросите ИИ <https://chat.deepseek.com/> сгенерировать небольшой текстовый фрагмент (письмо, сообщение в чат, мини-отчёт или резюме), связанный с вашей воображаемой работой. Получив этот фрагмент, внимательно его прочитайте. Затем напишите от своего имени ответ ИИ-сотруднику: поблагодарите его; дополните или скорректируйте предложения; предложите новую идею, связанную с задачей. После этого создайте небольшой рассказ (150–200 слов) о вашем рабочем дне вместе с ИИ-помощником: какие задачи вы решаете вместе; как делите обязанности; какие плюсы и трудности возникают в таком сотрудничестве.

Задание сочетает речевую продукцию обучающегося с текстовым вводом, сгенерированным ИИ, что способствует развитию способности к диалогическому взаимодействию в письменной форме, критическому мышлению, анализу и трансформации

текста. Использование ИИ в роли «коллеги» создаёт мотивирующую ситуацию, приближённую к реалиям цифровой жизни, актуализирует междисциплинарные связи и развивает умения творческого письменного общения в условиях цифровой среды.

В рамках апробации критерием успешного прохождения входного контроля являлось получение обучающимся пяти и более баллов из десяти возможных. В случае набора количества баллов ниже данного порогового значения фиксировался результат «не сдано». Второй этап эксперимента включал занятия, посвященные теме «Работа. Карьера», в ходе которых применялись разработанные на основе ИИ задания. На третьем этапе студентами было выполнено задание, направленное на выявление уровня развития умений письменной речи после проведения опытной работы.

Задание “One Day – One Chance” относится к упражнениям продуктивного характера, где обучающиеся должны написать креативное эссе с элементами ролевого письма.

Imagine that you have received an email with the subject “One day – one chance”. The letter says that you have passed a hidden selection and you have been invited to a one-day internship at a dream company that you did not even know about. To confirm your participation, you must write a story about yourself within one hour that explains why you are the right person to invite. This should not be a formal resume, but a short story of 100–110 words in which you will show your character, dreams, values and attitude to work. / Представьте, что вы получили электронное письмо с темой “One day – one chance”. В письме говорится, что вы прошли скрытый отбор и вас пригласили на однодневную стажировку в компанию мечты, о которой вы даже не подозревали. Чтобы подтвердить участие, вы должны в течение одного часа написать историю о себе, которая объяснит, почему именно вы тот человек, которого стоит пригласить. Это не должно быть формальное резюме, а небольшой рассказ в 100–110 слов, в котором вы покажете свой характер, мечты, ценности и отношение к труду.

Результаты в начале и конце эксперимента

Критерий	До эксперимента, % (чел.)	После эксперимента, % (чел.)
Число студентов, не выполнивших задание	44 (33)	12 (9)
Число студентов, успешно выполнивших задание	56 (43)	88 (67)

Источник: составлено авторами на основе источника [16].

Выполнение контрольного задания оценивалось по тем же пяти критериям, которые были представлены на первом этапе экспериментальной работы при написании студентами письма личного характера в ответ на письмо-стимул. Результаты, полученные до и после проведения обучающих мероприятий, представлены в таблице.

Проведенное исследование подтвердило эффективность использования ИИ при реализации речетворчества на иностранном языке в педагогическом вузе. Достижение поставленной цели исследования заключается в успешной апробации заданий, разработанных на основе китайской модели ИИ <https://chat.deepseek.com/> и нейронной сети для генерации изображений и видео по текстовому описанию компании «Сбер» и Института искусственного интеллекта AIRI <https://fusionbrain.ai/>.

Заключение

Результаты выполнения заданий до и после проведения эксперимента показали значительное улучшение уровня подготовленности обучающихся. Количество студентов, успешно справившихся с заданиями, увеличилось с 56% до 88%, что свидетельствует о высокой эффективности использования ИИ с целью реализации речетворчества на иностранном языке в педагогическом вузе.

Анализ студенческих письменных работ показал положительную динамику в овладении продуктивным творческим письмом: тексты стали более содержательными, логически выстроенными и стилистически разнообразными, что свидетельствует о развитии способности самостоятельно формулировать и выражать мысли на иностранном языке. Наблюдалось активное использование тематической лексики, грамматических структур, а также стремление к созданию оригинального авторского высказывания, что указывает на формирование речевой инициативы и реализацию креативного подхода.

Интеграция ИИ в учебный процесс выступила значимым мотивационным фактором, усилившим вовлечённость обучающихся и их готовность к речевому экспериментированию. Наблюдалось не только улучшение речевой креативности, но и рост интереса к рефлексивному осмыслению собственных профессиональных предположений, что особенно важно в контексте формирования личностного отношения к будущей карьере. Создание письменных текстов, опирающихся на визуальные и текстовые стимулы, сгенерированные ИИ, способствовало развитию ассоциативного

мышления и навыков творческой интерпретации коммуникативных ситуаций.

Таким образом, апробация представленных заданий свидетельствует о целесообразности системного включения ИИ в практику преподавания иностранного языка как средства для развития речевой креативности, смысловой инициативы и ассоциативного мышления обучающихся. Полученные результаты подчеркивают необходимость дальнейшего изучения и внедрения ИИ в образовательную практику. Перспективным направлением является создание интерактивных языковых платформ на основе нейросетевых моделей, позволяющих студентам не только получать визуальные и текстовые стимулы, но и взаимодействовать с ИИ в формате ролевого диалога, совместного письма и рефлексивного анализа.

Список литературы

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) [Электронный ресурс]. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-44-03-05-pedagogicheskoe-obrazovanie-s-dvumya-profilami-podgotovki-125/> (дата обращения: 28.05.2025).
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование [Электронный ресурс]. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-44-03-01-pedagogicheskoe-obrazovanie-121/> (дата обращения: 28.05.2025).
3. Иванова К.Ю. Ретроспективный анализ истории развития методики обучения иноязычной письменной речи в России // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2022. № 6-1. С. 276–278. DOI: 10.24412/2500-1000-2022-6-1-276-278.
4. Лизина М.А. Обучение иноязычной письменной речи в отечественной методической науке: исторический ракурс // Преподаватель XXI век. 2024. № 4-1. С. 194–202. DOI: 10.31862/2073-9613-2024-4-194-202.
5. Недбайлик С.Р., Дмитриева В.А., Шестак О.Л. Об использовании нестандартных многоуровневых текстовых заданий при обучении иноязычной письменной речевой деятельности // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2024. № 99. С. 23–32. DOI: 10.37313/2413-9645-2024-26-99-23-32.
6. Хэкетт-Джонс А.В., Иваненко Е.А., Соколова З.Н. Творческий взгляд на новую реальность: креативное письмо в обучении иностранному языку // Международный научно-исследовательский журнал. 2024. № 8 (146). С. 106. DOI: 10.60797/IRJ.2024.146.46.
7. Заболотнева О.Л., Кожухова И.В. Приемы развития навыков креативного письма обучающихся языковых специальностей // Концепт. 2023. № 5. С. 108–125. DOI: 10.24412/2304-120X-2023-11037.
8. Питина С.А., Щербов А.Д. Креативное письмо в преподавании иностранного языка // Современная высшая школа: инновационный аспект. 2021. Т. 13. № 2. С. 85–93. DOI: 10.7442/2071-9620-2021-13-2-85-93.
9. Щербинина Ю.И. Обучение творческому письму в рамках филологии: к истории вопроса // Вестник Самарского университета. История, педагогика, филология. 2023. № 4. С. 173–182. DOI: 10.18287/2542-0445-2023-29-4-173-182.

10. Abdulqader Azeez R., Ibrahim Sharif S., Ahmad Abdulla S. Applying Techniques in Creative Writing by EFL Students // *Journal of Human Sciences*. 2022. № 27 (4). P. 347–349. DOI: 10.21271/zjhs.27.4.24.
11. Буковский С.Л. Развитие креативности личности обучающихся на занятии по иностранному языку в аграрном вузе // *Общество: социология, психология, педагогика*. 2023. № 11. С. 140–144. DOI: 10.24158/spp.2023.11.18.
12. 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. DOI: 10.17513/snt.40071.
13. 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. DOI: 10.51609/2079-3499_2023_14_03_70.
14. Шобонов Н.А., Булаева М.Н., Зиновьева С.А. Искусственный интеллект в образовании // *Проблемы современного педагогического образования*. 2023. № 79-4. С. 288–290.
15. Ярцева Е.Я. Интеграция искусственного интеллекта в образование // *Проблемы современного педагогического образования*. 2024. № 85-2. С. 398–401.
16. Левина Е.А., Сергеева Н.С. Экскурсионные сообщения на иностранном языке как средство развития лингвострановедческой компетенции // *Современные наукоемкие технологии*. 2025. № 3. С. 113–118. DOI: 10.17513/snt.40332.

УДК 378.046.4

DOI 10.17513/snt.40450

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СОЦИАЛЬНЫХ КООРДИНАТОРОВ

¹Масилова М.Г., ²Богдан Н.Н.¹ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет», Владивосток,
e-mail: marina.masilova@vvsu.ru;²Сибирский институт управления – филиал Российской академии народного хозяйства
и государственной службы при Президенте РФ, Новосибирск

Современные социально-экономические и политические изменения в России требуют создания новых институтов, обеспечивающих поддержку наиболее уязвимых категорий населения. Одним из таких институтов сегодня становится профессия социального координатора, введенная для оказания помощи участникам специальной военной операции и их семьям. Цель данного исследования – выявить ключевые компетенции социальных координаторов, значимо влияющие на их деятельность, а также определить основные способы их формирования и развития. В статье рассматриваются ключевые аспекты профессии социального координатора, её роль в структуре социальной работы и в системе социэкономических профессий в целом. Изложены результаты исследования профессиональных, ценностно-смысловых и личностных компетенций социальных координаторов, уровня их стрессоустойчивости. В исследовании применены несколько психологических методик, с помощью которых выявлены наиболее значимые компетенции, установлена степень их выраженности и востребованности. Обобщены актуальные проблемы, с которыми сталкиваются социальные координаторы в процессе практической деятельности. Приведены результаты анализа программ повышения квалификации. На основе оценки респондентов выявлены наиболее эффективные формы и методы обучения, которые следует использовать при подготовке социальных координаторов. Предложены конкретные направления подготовки социальных координаторов с учетом результатов исследования.

Ключевые слова: социэкономические профессии, социальный координатор, профессиональные и личностные компетенции, формирование профессиональных компетенций, повышение квалификации, формы и методы обучения взрослых

FORMATION OF PROFESSIONALLY SIGNIFICANT COMPETENCIES IN THE TRAINING OF SOCIAL COORDINATORS

¹Masilova M.G., ²Bogdan N.N.¹Vladivostok state university, Vladivostok, e-mail: marina.masilova@vvsu.ru;²Siberian branch of the Russian presidential academy of national economy
and public administration, Novosibirsk

Modern socio-economic and political changes in Russia require the creation of new institutions that provide support to the most vulnerable categories of the population. One of these institutions today is the profession of social coordinator, introduced to assist participants in a special military operation and their families. The purpose of this study is to identify the key competencies of social coordinators that significantly influence their activities, as well as to identify the main ways of their formation and development. The article examines the key aspects of the profession of social coordinator, its role in the structure of social work and in the system of socio-economic professions in general. The results of the study of professional, value-semantic and personal competencies of social coordinators and their stress tolerance level are presented. The study used several psychological techniques, which identified the most significant competencies, established the degree of their severity and relevance. The current problems faced by social coordinators in the course of their practical activities are summarized. The results of the analysis of professional development programs are presented. Based on the respondents' assessment, the most effective forms and methods of training that should be used in the training of social coordinators have been identified. Specific areas of training for social coordinators are proposed, taking into account the results of the study.

Keywords: socio-economic professions, social coordinator, professional and personal competencies, formation of professional competencies, professional development, forms and methods of adult education

Введение

Современная социальная система переживает этап глубоких трансформаций, вызванных ускоренными изменениями в экономической, политической и социальной сферах. Одной из ключевых задач государства в этих условиях становится обеспечение поддержки наиболее уязвимых слоёв

населения, и в первую очередь участников специальной военной операции (СВО) и их семей. Решение этой задачи потребовало создания новых институтов, адаптированных к специфическим потребностям целевой аудитории.

В соответствии с Указом Президента РФ от 03.04.2023 № 232 создан Государствен-

ный фонд поддержки участников СВО «Защитники Отечества» и учреждена профессия «социальный координатор» [1]. Профессия социального координатора призвана модернизировать традиционный подход к оказанию социальной помощи участникам боевых действий, включая медицинское, психологическое, юридическое сопровождение, а также содействие в получении государственных льгот и гарантий.

Министерством труда и социальной защиты РФ разработаны нормативные требования к деятельности социальных координаторов. В настоящее время основополагающим документом, регламентирующим деятельность социальных координаторов, является Приказ Минтруда от 28 апреля 2023 г. № 429н «Об утверждении требований к социальным координаторам, включая требования к их подготовке, и правила их деятельности» [2]. В Приказе изложены требования к квалификации социального координатора, определены их функции, права и обязанности, установлены процедуры реализации ими мер социальной поддержки участникам и ветеранам СВО.

Несмотря на признание деятельности социальных координаторов со стороны государства как наиболее результативной среди существующих подходов в сфере социальной работы, на данный момент крайне мало исследований, результаты которых могли бы применяться в практике организации труда этой категории специалистов. Так, за последние три года в базе РИНЦ зарегистрировано менее десяти публикаций, посвященных опыту работы социальных координаторов (В.М. Корякин [3], О.В. Шалыгина, Т.И. Фирсова, И.С. Баранов [4]). В то же время изучение профессиональных и личностных компетенций социальных координаторов позволит совершенствовать практику их подготовки к работе в специфических условиях нового вида профессиональной деятельности.

Цель данного исследования заключается в выявлении ключевых профессиональных и личностных компетенций социальных координаторов, значимо влияющих на деятельность, и определение основных способов их формирования и развития.

Материал и методы исследования

В ходе исследования применялся теоретический анализ научных публикаций, анализ законодательных и нормативно-правовых актов, регулирующих различные стороны деятельности социального координатора, а также проведено прикладное социологическое исследование с участием социальных координаторов, проходящих

обучение в рамках программы дополнительного профессионального образования в СИУ РАНХиГС (2023-2025 гг.).

Результаты исследования и их обсуждение

Профессия «социальный координатор» относится к профессиям социономического типа, но при этом охватывает более широкий спектр задач и обязанностей, направленных преимущественно на социальную поддержку и улучшение качества жизни участников и ветеранов СВО. Характеристика социономических профессий, представленная в трудах С.Н. Сорокоумова, В.П. Исаева, позволяет сделать вывод, что к ним относятся профессии, в которых субъект помогающей деятельности целенаправленно применяет специальные знания и навыки для улучшения качества жизни граждан [5]. Согласно системному подходу (Е.П. Ермолаева и др.) значимой характеристикой представителей социономических профессий является ценностное отношение к своей профессии, морально-нравственные принципы по отношению к объекту деятельности [6].

Особенности труда социального координатора рассматриваются, как правило, в рамках традиционного для отечественной психологии деятельностного подхода (Е.Л. Петрова [7], Д.А. Боднар, А.В. Ковалева [8], А.А. Кравчук, И.Р. Беставашивили, С.А. Судьин, О.В. Рыбакова, Ю.А. Антропова, В.М. Ветошкина [9]). При этом Петрова Е.Л. определяет социального координатора как «специалиста, осуществляющего индивидуальную, доверительную коммуникацию с подопечными, посредством которой предоставляется возможность оказания различных видов помощи», то есть акцент делается на коммуникации как инструменте [7]. Ряд исследователей (И.Р. Беставашивили, А.А. Кравчук, З.М. Саралиева, С.А. Судьин) рассматривают деятельность социального координатора достаточно узко, как волонтерскую помощь пациентам в медицинских учреждениях [10-12].

Авторское понимание профессии «социальный координатор» является двухаспектным: с одной стороны, профессиональная деятельность данных специалистов высоко востребована в обществе в силу происходящих событий, является социально и психологически сложной, задействует не только профессиональные знания и умения, но и личностные качества работников и, как следствие, требует серьезной подготовки, в том числе финансовых ресурсов. С другой стороны, в реестре социономических профессий присутствует профессия «социальный работник», хорошо изучен-

ная, нормативно и методически обеспеченная, с налаженным процессом подготовки данных специалистов. Очевидно, что издержки при осуществлении деятельности социальных работников, их недостаточное знание правовых основ помогающей работы, неумение координировать и устанавливать взаимодействие государственных органов и организаций с гражданами и привело к необходимости введения новой профессии с направленностью на эти услуги. Однако применяемый нередко в менеджменте подход, когда вместо улучшения исполнения одних функций принимаются меры по передаче их другим должностям, нельзя признать целесообразным в силу его высокой затратности.

Вместе с тем в настоящее время крайне недостаточно публикаций, отражающих содержательные, методологические и методические стороны нового вида социологической профессии. Слабая изученность проблематики приводит к нечеткости понимания специфической роли, задач и функций данных специалистов и, как следствие, отсутствию эффективных программ их подготовки.

В основу настоящего исследования положена концепция, связывающая характер деятельности с квалификационными требованиями и системой профессиональных и личностных компетенций. Квалификационными требованиями установлено, что социальный координатор, помимо необходимого уровня образования и опыта работы, должен обладать развитыми коммуникативными навыками, эмпатией, терпимостью, умением управлять стрессом и поддерживать высокий уровень профессионализма в различных, нередко сложных и нестандартных ситуациях [2]. Исходя из этого авторами предпринято социологическое исследование. В качестве инструментария исследования использовались психологические методики: «Оценка уровня профессиональной идентичности» [13, с. 541], «Опросник терминальных ценностей» (ОТеЦ) [14, с. 9]; опросник «Коммуникативная социальная компетентность» [15, с. 652].

Исследование проводилось на группах социальных координаторов, общая численность составила 236 респондентов, из которых 82% – женщины. Стаж работы социальным координатором у большинства респондентов не превышает 6 месяцев, что связано с новизной профессии. Часть респондентов (22%) составили ветераны боевых действий и участники СВО, а также их родственники. Таким образом, в большинстве своем это люди, в основном осознающие специфику деятельности,

что подтверждается результатами социологического исследования. Так, подавляющее большинство опрошенных в ходе анкетирования (96%) показали знание и понимание сущности и специфики избранной профессии и своей роли. Основными мотивами выбора профессии социального координатора являются альтруистические побуждения (53%) и наличие успешного опыта помощи другим (29%). Причины выбора работы основываются на мотивах: стремление быть полезным (41%), выполнение общественно важной работы (21%). Видение роли социального координатора в профессиональной деятельности варьируется, однако наиболее значимыми являются роли помощника (51%) и куратора (36%).

Интерпретация результатов изучения терминальных ценностей и жизненных сфер показывает, что избранная профессиональная деятельность соответствует системе жизненных ценностей социальных координаторов по таким шкалам, как «духовное удовлетворение», «достижение результатов» и «активные социальные контакты» (рисунок).

В целом можно сделать вывод о гармоничном и непротиворечивом профиле жизненных ценностей опрошенных социальных координаторов и их соответствии профессиональным ценностям.

При оценке степени выраженности профессиональной идентичности социальных координаторов установлено, что наиболее важными характеристиками, ассоциируемыми с профессиональной деятельностью респондентов, являются компетентность (4,8 балла из 5 максимальных), внимательность и активность (4,3). На втором месте оказались образованность и опыт (3,5). Несмотря на в целом положительные аспекты восприятия профессии, работа социального координатора характеризуется как интересная (средний балл 5,0), но трудная (4,2) и даже тяжелая (3,0), что указывает на сложность решаемых задач. С целью уточнения причин, вызывающих сложности в работе социальных координаторов, проведен анализ факторов, значимо влияющих на качество труда. По мнению респондентов, основополагающим фактором является наличие конкретных знаний в сфере законодательства о социальной помощи и поддержке (49%), понимание структуры и полномочий органов государственной власти и служб социальной сферы (31%), умение ориентироваться в изменениях законодательного обеспечения социальной помощи (28%). Выбор этих знаний и умений свидетельствует о необходимости серьезной правовой подготовки социальных координаторов.

Таблица 1

Результаты оценки степени значимости и сформированности профессиональных компетенций социального координатора (в баллах по 5-балльной шкале, среднее значение)

№	Профессиональные компетенции	Значимость компетенции	Сформированность компетенции
1	Умение следовать алгоритмам и инструкциям, описывающим порядок действий при выполнении профессиональных задач	5	4
2	Умение взаимодействовать с должностными лицами, органами исполнительной власти и организациями по служебным вопросам	5	3,9
3	Умение анализировать ситуацию, понимать ее причины и делать выводы	5	4,3
4	Умение планировать социальную помощь и реализовывать ее в соответствии с планом	4,9	4,2
5	Умение выстраивать взаимодействие с людьми, находящимися в трудной жизненной ситуации	5	4,1

Примечание: составлено авторами по результатам данного исследования.

Сопоставление оценок значимости и сформированности профессиональных компетенций в группах опрошенных показало, что весь перечень компетенций респонденты считают значимыми. Анализ выявил практически полное совпадение по наиболее значимым, и в целом на достаточном уровне сформированным, профессиональным компетенциям (по самооценке социальными координаторами, участвующими в исследовании) (табл. 1).

Полученные результаты позволяют выявить наиболее актуальные для развития компетенции и детализировать в конкретных знаниях и умениях, существенно влияющих на качество и успешность деятельности данных специалистов.

Оценка респондентами значимости личностных качеств социального координатора показала, что в перечень наиболее важных вошли ответственность (95,6% опрошенных поставили на 1-е место), компетентность в общении и взаимодействии (93%), эмоциональный интеллект (92%) и стрессоустойчивость (92%). Обращает на себя внимание, что практически всеми участниками признается высокая значимость эмоционального интеллекта, и в первую очередь эмпатии.

Эмпатия, как одна из составляющих эмоционального интеллекта у респондентов, по их оценкам, выражена на высоком уровне и проявляется в способности выслушивать (90%), эмоционально поддерживать других людей (93%), вызывать положительные эмоции (63%).

Коммуникативные навыки и способность устанавливать доброжелательные отношения присущи большинству респондентов (83%) и проявляются через инициативу

в коммуникации (66%) и умении поддерживать общение с новыми людьми даже в случае неудач (50%).

В целом высокий уровень сформированности коммуникативных компетенций и развитая эмпатия свидетельствуют о профессиональной пригодности участников исследования к данному виду трудовой деятельности, являются залогом успешной ее реализации.

Ключевым фактором, потенциально негативно влияющим на деятельность социального координатора, выступает хронический производственный стресс. Изучение проявлений стресса и стрессоустойчивости респондентов показало, что, по их оценкам, уровень стресса у них за последнее время либо изменился в сторону повышения (36%), либо остался на прежнем уровне (45%). Проявления стресса чаще всего выражены в ухудшении здоровья (30%), психоэмоциональном напряжении и переживаниях (45%).

Одно из направлений исследования затрагивало вопросы эффективных, с точки зрения респондентов, форм и методов обучения. Самые низкие значения получили такие традиционные формы, как лекции и семинары, а также самообучение. В то время как практико-ориентированные формы и методы, такие как обмен опытом, разбор проблемных вопросов и задач, респонденты считают наиболее результативными.

Анализ учебных планов подготовки социальных координаторов по программе повышения квалификации «Социальный координатор» в рамках проекта «Защитники Отечества» показал, что они направлены, в большей степени, на освоение «мягких навыков» — развитие, прежде всего, личностных компетенций.

Таблица 2

Учебный план подготовки социальных координаторов (фрагмент)

Наименование темы	Содержание темы	Затраты труда, час.
Мышление и ценности. Организационный аспект коммуникаций	Внутренние ценностные основания, значение и роль мотивации, ценностей, смыслов профессиональной деятельности, субъекты профессиональной деятельности, интерактивный практикум «Прикладная модель работы социального координатора»	8
Деятельность социального координатора	Требования к социальным координаторам, порядок взаимодействия сотрудников Фонда с органами исполнительной власти и НКО, права и обязанности, основные функции и принципы деятельности	6
Компетенции социального координатора	Знания по трудовым вопросам согласно требованиям нормативных документов, умение определять порядок и условия оказания помощи, умение мыслить стратегически, рационально использовать служебное время и достигать результата, коммуникативные умения	8
Личностный аспект коммуникаций социального координатора с участниками СВО и их семьями	Особенности поведения и сложности взаимодействия, профессионально-ролевые модели с участниками СВО, особенности взаимодействия с людьми с ПТСР и СДВГ	6
Всего часов		28

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

Таблица 3

Формы и методы развития компетенций социальных координаторов

Компетенции	Метод / инструмент	Формируемые компетенции
Ценностно-смысловые	Встречи с общественными деятелями, государственными служащими, обмен опытом	Альтруистические мотивы к деятельности, стремление реализовывать успешный опыт помощи
	Семинар «Основы ценностей и смыслов в профессиональной деятельности»	
Профессиональные	Деловая игра «Вызов времени»	Выполнение организационной работы при реализации конкретных мероприятий, межведомственная коммуникация
	Кейс-технология «Конкретный случай»	Определение порядка и конкретных условий реализации поддержки, умение рационально использовать служебное время и достигать результатов
Личностные	Тренинг на развитие стрессоустойчивости и личностной эффективности	Коммуникативные умения, стрессоустойчивость, работоспособность

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

Авторами предложена модификация учебного плана (табл. 2), направленного на формирование профессиональных компетенций социального координатора. Основным направлением подготовки выступает формирование навыков взаимодействия с участниками СВО и их семьями.

На основе оценки респондентами эффективности методов обучения следует рекомендовать применение интерактивных

и практико-ориентированных форм работы, направленных на формирование и развитие профессиональных и личностных компетенций социального координатора по группам: ценностно-смысловые, профессиональные и личностные компетенции (табл. 3).

Предложенные методы соответствуют современному формату обучения и направлены на освоение наиболее сложно формируемых компетенций.

Выводы

Проведенное исследование позволило выявить наиболее значимые качества социального координатора, подтвердить необходимость гармоничного сочетания профессиональных, личностных и ценностно-смысловых компетенций. Их формирование в ходе специально организованного обучения с применением современных форм и методов будет способствовать успешности профессиональной деятельности.

Социальный координатор играет ключевую роль в системе социальной поддержки участников СВО и членов их семей, интегрируя функции социальной, психологической и юридической помощи. Успешное выполнение функций социального координатора требует профессиональной подготовки, формирования значимых профессиональных и личностных компетенций. Учитывая специфику трудовой деятельности, сложность объекта и предмета труда (люди в трудной жизненной ситуации, комплексная социальная помощь и поддержка), необходимо предусмотреть разработку и внедрение специализированных образовательных программ профессиональной подготовки для данной категории специалистов, а также рекомендовать разработку методических материалов для реализации программ дополнительной профессиональной подготовки специалистов и студентов СПО и ВО, потенциальных представителей профессии «социальный координатор».

Список литературы

1. О создании Государственного фонда поддержки участников специальной военной операции «Защитники Отечества»: Указ Президента Российской Федерации от 03.04.2023 № 232 (Зарегистрировано в Минюсте России 09.06.2023 № 73795) [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/view/0001202304030001> (дата обращения: 14.05.2025).
2. Об утверждении требований к социальным координаторам, включая требования к их подготовке, и правила их деятельности: приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 28 апреля 2023 г. № 429н [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202306090003> (дата обращения: 09.05.2025).
3. Корякин В.М. Государственный фонд «Защитники отечества» как специальный субъект военно-социальной политики Российской Федерации // Военное право. 2024. № 3 (85). С. 119-130. URL: <http://www.voennoepravo.ru/node/8611> (дата обращения: 14.05.2025). EDN: OXFGOD.
4. Шалыгина О.В., Фирсова Т.И., Баранов И.С. Социальные координаторы – новая профессия // Отечественный журнал социальной работы. 2023. № 4 (95). С. 133-139. URL: <https://www.socialmag.org/contents-2023-4> (дата обращения: 14.05.2025). EDN: IDWQAA.
5. Сорокоумова С.Н., Исаев В.П. Специфика профессиональной деятельности специалистов помогающих профессий // Педагогическое образование в России. 2013. № 4. С. 186-190. URL: <https://pedobrazovanie.ru/archive/57556/4> (дата обращения: 15.04.2025). EDN: RDQYGD.
6. Ермолаева Е.П. Этика и целесообразность в социальной практике профессионалов // Вестник университета. 2009. № 34. С. 37-39. EDN: SFVBXB.
7. Петрова Л.Е. Обучение социальных координаторов – шаг навстречу вызовам Российской реальности // Человеческий фактор: Социальный психолог. 2023. № 4 (48). С. 211-218. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54768995> (дата обращения: 10.05.2025). EDN: FIHTKR.
8. Боднар Д.А., Ковалева А.В. Организация службы социальных координаторов в Хабаровском крае // Материалы I региональной студенческой конференции к 65-летию ТОГУ: Материалы конференции, Хабаровск, 27–28 апреля 2023 года / под ред. Е.А. Мазур. Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2023. С. 36-39. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54473240> (дата обращения: 11.05.2025). EDN: EVEJIG.
9. Рыбакова О.В., Антропова Ю.А., Ветошкина В.М., Корякина А.О., Савина М.И. Отношение клиентов и работодателей к профессии социальный координатор // Современная школа России. Вопросы модернизации. 2022. № 8 (43). С. 48-51. URL: <https://science.russia-school.com/books/collection-8-44.pdf> (дата обращения: 11.05.2025). EDN: WFSNFT.
10. Бестававши И.Р. Социальные координаторы в больницах // Московская медицина. 2023. № 4 (56). С. 88-91. URL: <https://niioz.ru/moskovskaya-meditsina/zhurnal-moskovskaya-meditsina/intervyu/sotsialnye-koordinatory-v-bolnitsakh> (дата обращения: 12.05.2025). EDN: IBYFQQ.
11. Кравчук А.А. Пациентоориентированная среда: социальные координаторы, администраторы, психологи // Московская медицина. 2023. № 3 (55). С. 74-79. URL: <https://niioz.ru/upload/iblock/e19/e1946897ce0497588c811ef66e25933a.pdf> (дата обращения: 10.05.2025). EDN: NWGMNM.
12. Саралиева З.М., Судьин С.А. Социальный координатор как новая ипостась социального работника: к вопросу о сверхзаботе как сверхзадаче социальной работы в современной России // Отечественный журнал социальной работы. 2022. № 3 (90). С. 78-84. URL: <https://www.socialmag.org/contents-2022-3> (дата обращения: 14.05.2025). EDN: LBIXLY.
13. Шнейдер Л.Б. Профессиональная идентичность: теория, эксперимент, тренинг. Москва: Московский психолого-социальный университет, 2004. 599 с. (Библиотека психолога). ISBN: 5-89502-504-8. EDN: QXMAWB.
14. Сенин И.Г. Опросник терминальных ценностей (ОТеЦ): Руководство. Ярославль: НПП «Психодиагностика», ФГИ «Содействие». 1991. 19 с. URL: <https://psytests.org/life/otec-run.html> (дата обращения: 14.05.2025).
15. Козлов В.В., Мазилев В.А., Фетискин Н.П. Социально-психологическая диагностика развития личности и малых групп: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Издание 2-е, дополненное и переработанное. Москва: Институт психотерапии и клинической психологии, 2018. 720 с. ISBN: 5-89939-086-7. EDN: ZUAQOO.

УДК 37.013.75:004.8
DOI 10.17513/snt.40451

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРЕПОДАВАНИИ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Назарова Ж.А.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения»,
Екатеринбург, e-mail: ZhNazarova2020@gmail.com

Статья посвящена исследованию внедрения технологий искусственного интеллекта в процесс преподавания геометро-графических дисциплин в технических вузах. Основная цель – выявление возможностей эффективного применения технологий искусственного интеллекта в обучении геометро-графическим дисциплинам. Рассматриваются современные тенденции развития инженерного образования и трудности, с которыми сталкиваются студенты при освоении геометро-графических дисциплин. Обосновывается необходимость исследования возможности интеграции современных технологий в процесс геометро-графической подготовки. Исследование включает анализ научно-методической литературы, эмпирическое испытание нейросетей DeepSeek, GigaChat и Rugpt, педагогический опыт автора. Изучается потенциал искусственного интеллекта для автоматизации разработки оценочных материалов, консультативной помощи студентам и оптимизации самостоятельной работы. Опровергается возможность существенной экономии времени преподавателей благодаря использованию искусственного интеллекта для генерации учебных заданий по графическим дисциплинам, так как невозможно генерировать изображения требуемого уровня. Выделяются преимущества и недостатки автоматизированных систем оценки, подчеркивается важность индивидуализации заданий и предоставления своевременной обратной связи. Отмечается положительное влияние новых технологий на повышение мотивации и вовлеченности студентов в учебный процесс, но остается открытым вопрос об определении уровня самостоятельности выполнения заданий. Автор утверждает, что новые технологии пока неприменимы в геометро-графической подготовке студентов, однако подчеркивает перспективность их внедрения в ближайшее время благодаря постоянному развитию. Отмечается важность качественной переподготовки педагогов и регулярного обновления программного обеспечения с учетом особенностей каждого вуза. Автор акцентирует внимание на значимости разработки российских программных продуктов и призывает осторожно внедрять технологии искусственного интеллекта, принимая во внимание потенциальные угрозы и ограничения.

Ключевые слова: искусственный интеллект, геометро-графическая подготовка, высшее образование

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TEACHING GEOMETRY AND GRAPHIC DISCIPLINES

Nazarova Zh.A.

Ural State Transport University, Yekaterinburg, e-mail: ZhNazarova2020@gmail.com

The article is devoted to the study of the introduction of artificial intelligence technologies in the process of teaching geometric and graphic disciplines in technical universities. The main goal is to identify the possibilities of effective use of artificial intelligence technologies in teaching geometric and graphic disciplines. The article examines current trends in the development of engineering education and the difficulties faced by students in mastering geometric and graphic disciplines. The necessity of investigating the possibility of integrating modern technologies into the process of geographic training is substantiated. The research includes an analysis of scientific and methodological literature, empirical testing of DeepSeek, GigaChat and Rugpt neural networks, and the author's pedagogical experience. The potential of artificial intelligence for automating the development of assessment materials, advising students and optimizing independent work is being studied. The possibility of significant time savings for teachers due to the use of artificial intelligence for generating educational tasks in graphic disciplines is refuted, since it is not possible to generate images of the required level. The advantages and disadvantages of automated assessment systems are highlighted, the importance of individualizing assignments and providing timely feedback is emphasized. The positive impact of new technologies on increasing students' motivation and involvement in the learning process is noted, but the question of determining the level of independence in completing assignments remains open. The author argues that the new technologies are not yet applicable in the geometric and graphic training of students but emphasizes the prospects for their implementation in the near future due to continuous development. The importance of high-quality teacher retraining and regular updating of software, taking into account the specifics of each university, is noted. The author focuses on the importance of developing Russian software products and urges careful implementation of artificial intelligence technologies, taking into account potential threats and limitations.

Keywords: artificial intelligence, geometric and graphic training, higher education

Введение

Современные тенденции развития техники и информационных технологий требуют постоянного обновления методов и форматов подготовки специалистов ин-

женерных специальностей. Геометро-графические дисциплины являются основополагающими элементами образовательного процесса будущих инженеров, обеспечивая базу для восприятия сложных концептов

инженерии и архитектуры. Среди наиболее значимых дисциплин выделяются начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика, формирующие базовые знания и умения будущего специалиста.

Однако современное поколение студентов сталкивается с рядом трудностей, связанных с отсутствием начальной базы черчения, слабым развитием пространственного воображения и недостаточным уровнем владения современными инструментами компьютерной графики. Эти проблемы обуславливают необходимость разработки новых подходов к обучению, позволяющих компенсировать дефицит традиционных методик и повысить эффективность овладения профессиональными знаниями и умениями [1–3].

Одним из новых направлений становится внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ). Интеграция элементов ИИ в учебный процесс позволяет автоматизировать многие рутинные процессы, облегчает подготовку проверочного материала преподавателем, улучшает качество индивидуальной поддержки студентов и стимулирует творческое развитие молодых специалистов [4–6].

На фоне широкого рассмотрения вариантов применения ИИ-технологий в сфере образования, автору не удалось найти исследования, посвященные применению ИИ-технологий в процессе геометро-графической подготовки студентов. Новизна исследования состоит в выявлении возможностей и ограничений применения ИИ-технологий в преподавании геометро-графических дисциплин.

Основная **цель исследования** заключается в определении преимуществ и недостатков использования ИИ в процессе преподавания геометро-графических дисциплин на первом курсе технического вуза. Конкретизируя цели, исследование направлено на решение следующих задач:

1. Оценка потенциала ИИ-инструментов для автоматизации процессов разработки оценочных материалов (заданий, тестов).
2. Анализ влияния автоматизации оценивания на мотивацию и вовлеченность студентов.
3. Определение условий эффективного использования ИИ-приложений в самостоятельной работе студентов.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось методом анализа научно-методической литературы, эмпирическими испытаниями нескольких нейросетей (DeepSeek, GigaChat, Rugpt), а также применялся педагогический опыт автора.

Для анализа были выбраны следующие направления исследований: использование интеллектуальных сервисов для автоматической генерации тестовых заданий по начальному курсу геометро-графических дисциплин; практический опыт применения чат-ботов и виртуальных ассистентов для консультационной помощи студентам; автоматизация проверки выполненных работ и оценка результатов тестирования с применением методов машинного обучения.

Результаты исследования и их обсуждение

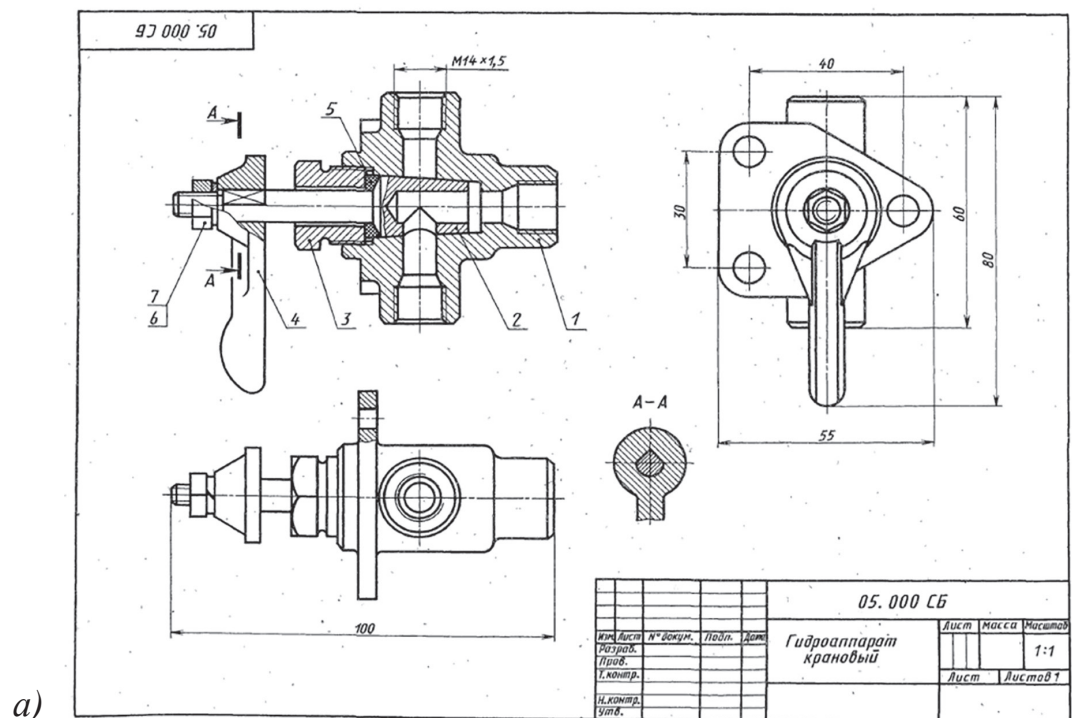
Возможность упрощения труда преподавателя при создании фондов оценочных материалов

Одной из главных проблем современного педагога является разработка и обновление большого количества экзаменационных вопросов, тестов и заданий для разных видов контроля [7]. Традиционно это занимает значительное количество времени и требует больших усилий. Однако современные инструменты ИИ позволяют значительно упростить данную процедуру.

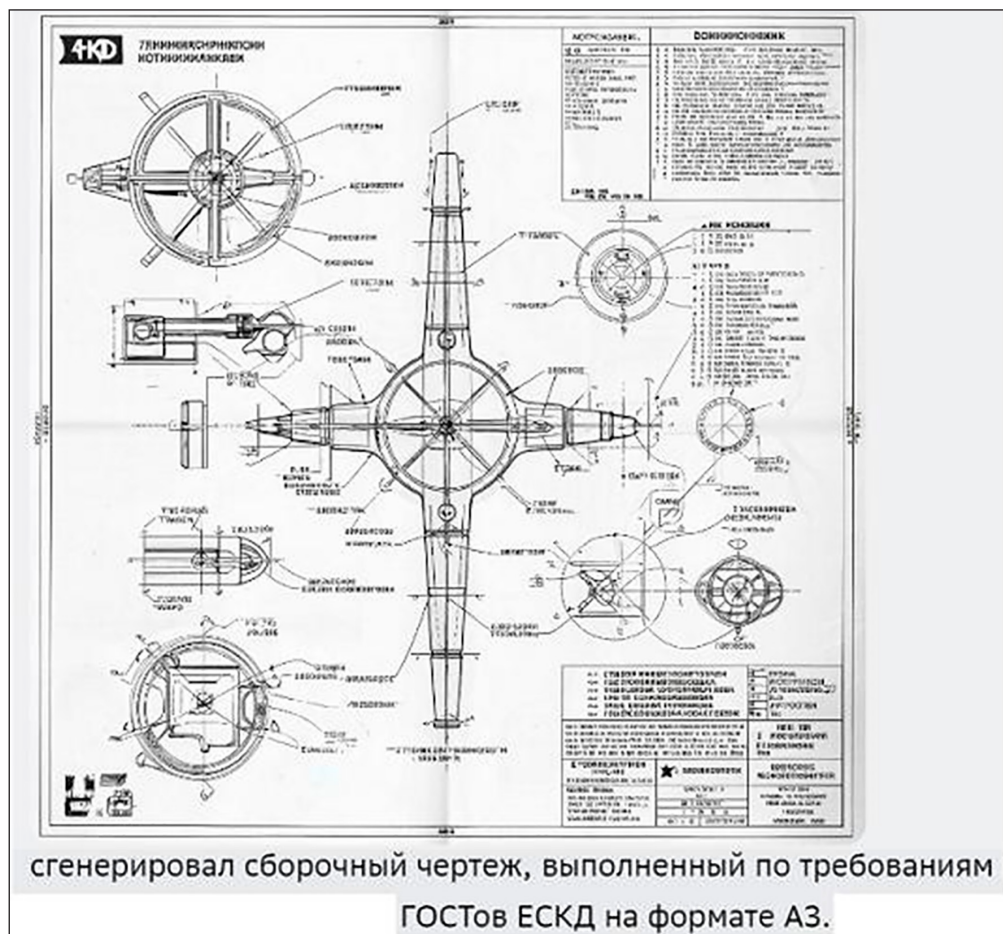
Использование моделей машинного обучения для автоматического формирования заданий обеспечивает ряд важных преимуществ. Во-первых, это индивидуализация заданий: каждый студент получает уникальный набор задач, что повышает объективность итогового контроля. Во-вторых, происходит экономия ресурсов: системы ИИ способны автоматически формировать сотни вариантов заданий практически мгновенно.

Примером успешного внедрения подобного инструмента являются нейросети DeepSeek, GigaChat и Rugpt. Эти платформы демонстрируют высокий уровень гибкости и адаптируемости к различным требованиям, задаваемым преподавателем. Они могут сгенерировать тест в том виде, в котором его уже просто интегрировать в существующие системы управления учебным процессом, такие как Moodle или BlackBoard, многократно облегчая преподавателю процесс разработки и внедрения нового теста.

Следует отметить, что при работе с нейросетью преподавателю необходимо обладать значительным практическим опытом преподавания дисциплины, чтобы проверить каждый предложенный вопрос в тесте на запрашиваемую тему, так как системы ИИ могут предлагать некорректные задания из других тем или не соответствующие объему изучаемого материала.



а)



б)

Рис. 1. Пример использования системы GigaChat:
 а) изображение, использовавшееся в запросе для примера; б) результат от нейросети
 Источник: получено автором на сайте <https://giga.chat/>

Кроме того, тестовые задания по графическим дисциплинам отличаются тем, что как в задании, так и в вариантах ответа могут присутствовать изображения. Рассмотренные три нейросети не смогли сгенерировать изображения, которые отвечали бы изучаемому материалу. Стоит отметить, что значительно быстрее удалось получить наборы из 20–30 текстовых форм тестовых заданий после нескольких исправлений некорректных заданий. Это позволяет говорить о возможности применений ИИ-технологий для более гуманитарных дисциплин.

Помимо тестовых заданий существует множество заданий иллюстрационного характера. Пример использования системы GigaChat показан на рис. 1. Был запрос:

«Сгенерируй сборочный чертеж наподобие данного: по требованиям ГОСТов ЕСКД, на формате А3». В качестве ответа появился чертеж, который невозможно прочитать: мелко (инструменты увеличения не помогли), вместо надписей путаница букв кириллицы, формат А3 не соблюдается. Взять такое изображение в качестве готового задания для студентов невозможно. Системы DeepSeek и Rugpt не дали изображения в качестве ответа (рис. 2, 3). Приводить примеры многократных попыток задать новое задание, по мнению автора, нецелесообразно ввиду ограниченности объемов статьи.

Таким образом, можно выделить преимущества и недостатки использования ИИ при создании заданий.

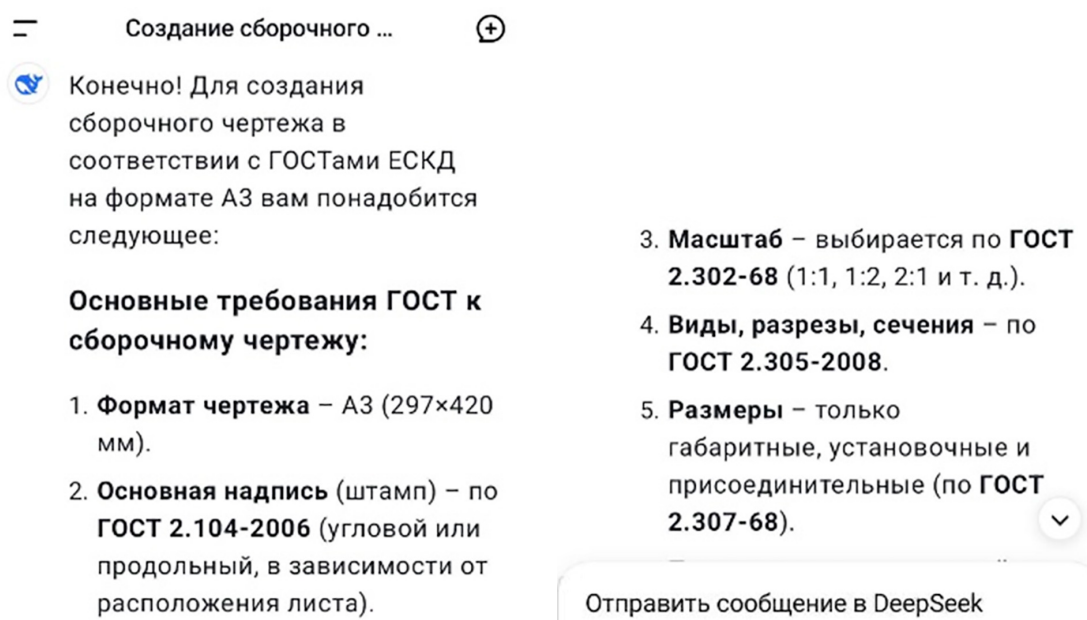


Рис. 2. Пример использования системы DeepSeek
Источник: получен автором в приложении Google Play

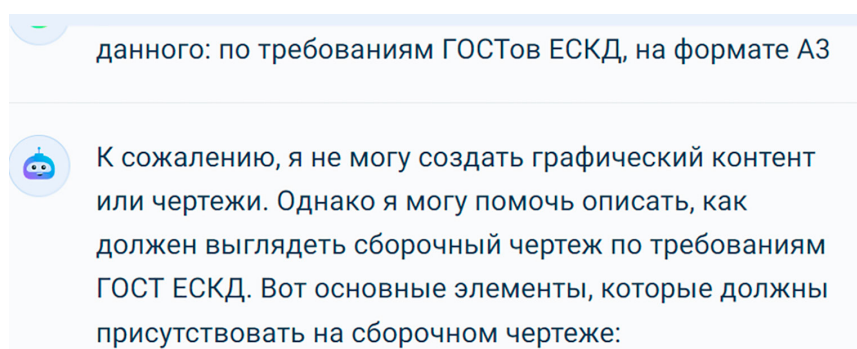


Рис. 3. Пример использования системы Rugpt.
Источник: получен автором на сайте <https://rugpt.io/>

Преимущества: ИИ способен быстро создавать большое количество уникальных заданий, что позволяет разнообразить учебный процесс; преподаватели могут настраивать уровень сложности заданий в зависимости от уровня подготовки студентов; задания могут быть адаптированы под индивидуальные потребности каждого студента; уникальные задания могут повысить интерес студентов к предмету; преподаватели освобождаются от рутинной работы по созданию и проверке заданий.

Недостатки: невозможность генерировать изображения, в полной мере отвечающие требованиям образовательного процесса: многие задания требуют визуализации, которую ИИ пока не может обеспечить; ИИ ограничен алгоритмами и не обладает творческой свободой преподавателя.

Влияние автоматизированных систем оценки на мотивацию и вовлеченность студентов

Можно выделить основные преимущества автоматизированных систем оценки [8]: повышение объективности оценивания: использование автоматических алгоритмов позволяет исключить субъективность преподавателя, обеспечивая справедливое и беспристрастное оценивание работ студентов; обратная связь в режиме реального времени: студенты могут мгновенно получать обратную связь относительно правильности решения задач, что способствует быстрому исправлению ошибок и закреплению материала. В случае с графическими дисциплинами это применимо только к результатам тестирования, так как графические работы преподаватель проверяет вручную; увеличение эффективности учебного процесса: автоматизация рутинных операций освобождает преподавателей от необходимости проверять большое количество однотипных заданий вручную, позволяя сосредоточить внимание на индивидуальной работе с каждым студентом, это утверждение оправдано, когда речь идет о проверке результатов тестирования студентов; стимулирование самостоятельности и ответственности: студенты вынуждены активно взаимодействовать с системой, самостоятельно решать задания и оценивать собственные достижения, что развивает самодисциплину и ответственность.

Наряду с преимуществами выделяют также и недостатки автоматизированных систем оценки: формализация образовательного процесса: переход на стандартизированные методы проверки может привести к снижению творческого подхода к решению задач и формированию ша-

блонного мышления; недостаточная гибкость и адаптивность: автоматизированные системы оценки не могут учитывать индивидуальные особенности каждого студента, что снижает уровень мотивации и вовлеченности; проблемы технической надежности: технические сбои и проблемы с доступностью системы могут негативно сказаться на восприятии студентами качества образования и доверия к вузу; отсутствие индивидуального подхода: несмотря на стремление обеспечить равноправие всех участников, формализованный подход часто игнорирует уникальные потребности отдельных студентов, снижая общий интерес к дисциплине. Здесь стоит отметить, что эти недостатки могут иметь значение при изучении других дисциплин, а, как выше отмечалось, графические задания проверяются вручную, автоматизация тестирования в рамках всего процесса геометро-графической подготовки таких серьезных последствий не несет.

Таким образом, правильно настроенная система автоматизированной оценки является мощным инструментом повышения мотивации и вовлеченности студентов в процесс геометро-графической подготовки. Однако важно помнить о возможных рисках и ограничениях ее внедрения, стремясь минимизировать негативные последствия и максимизировать положительные эффекты.

Применение искусственного интеллекта в самостоятельной работе студентов

Важнейшей частью учебно-воспитательного процесса является организация самостоятельной работы студентов [9]. Современные сервисы искусственного интеллекта предлагают широкий спектр возможностей для повышения продуктивности самостоятельной работы: генерация подсказок и инструкций по выполнению конкретных задач; диагностика ошибок и предоставление обратной связи в режиме реального времени; формирование траектории дальнейшего обучения на основании анализа текущих успехов студента.

Таким образом, применение ИИ-инструментов в самостоятельной работе существенно снижает нагрузку на преподавателя, увеличивает степень ответственности самих студентов и формирует полезные навыки самоконтроля и самооценки.

До сих пор остается проблемой определение уровня самостоятельности при выполнении заданий, особенно когда речь идет о чертежах, выполненных посредством САПР, когда нет «почерка чертежа». Другими словами, описываемые возможности

могут быть преимуществами при высокой культуре студенческого сообщества [10].

*Автоматизация проверки
студенческих работ и оценка
результатов тестирования
с применением методов
машинного обучения*

Система автоматизации проверки студенческих работ с использованием искусственного интеллекта становится все более популярной среди преподавателей и образовательных учреждений. Применение технологий машинного обучения позволяет существенно сократить время, затрачиваемое на проверку большого количества письменных заданий, повысить объективность оценивания и снизить влияние человеческого фактора. Нейросети способны анализировать тексты студентов, выявлять орфографические и грамматические ошибки, оценивать качество аргументации, уникальность содержания и уровень сложности изложения материала.

Но если говорить о проверке графических студенческих работ, то ранее автор уже аргументировал невозможность автоматизации этого процесса [11], к тому же многие авторы так же выделяют личную проверку чертежей [12], что является своего рода неотъемлемой составляющей образовательного процесса.

Если же говорить о проверке тестовых заданий, то этот процесс давно автоматизирован при внедрении систем управления учебным процессом (Moodle, BlackBoard и т.п.). При этом нет необходимости дополнительно подключать чат-боты или ИИ-технологии. Преимущества автоматизированного тестирования не раз описывались автором [13, 14].

Перспективы и ограничения

Несмотря на очевидные преимущества, существует ряд ограничений, препятствующих широкому распространению технологий ИИ в геометро-графической подготовке студентов: невозможность генерации изображений вовсе или должного уровня, что делает невозможным применение ИИ для генерации заданий; нехватка квалифицированного персонала, способного эффективно интегрировать новые технологии в учебный процесс, а также возможностей повышения квалификации; проблемы с определением уровня самостоятельности выполнения задания студентами; вопросы конфиденциальности персональных данных и безопасности.

Практическая значимость заключается в том, что результаты проведенного исследова-

ния обеспечивают основу для принятия осознанных решений при внедрении ИИ-технологий в преподавание геометро-графических дисциплин в вузах.

Заключение

Проведенное исследование показало значительные перспективы использования технологий искусственного интеллекта в образовательном процессе и частично в преподавании геометро-графических дисциплин. Внедрение ИИ-технологий требует тщательной подготовки педагогов и студентов, регулярного мониторинга изменений и адаптации программного обеспечения к специфике конкретного университета. В настоящее время нейросети достигли достаточно высокого уровня при работе с информацией, представленной в текстовом формате, но этого недостаточно, чтобы преподаватели могли разрабатывать и проверять графические задания, а студенты могли бы получить актуальные рекомендации и диагностику ошибок своих выполненных графических работ.

Очевидно, что дальнейшее развитие этих направлений должно сопровождаться активной разработкой отечественных программных решений. Безусловно, со временем ИИ-технологии смогут генерировать иллюстрированные задания, проверять чертежи, преподаватели будут более подготовлены к их применению в повседневной деятельности, студенты будут их использовать в качестве помощника при обучении, но не заменять личный труд студента генерацией правильных решений.

Список литературы

1. Некрасова Г.Н., Ренжина Е.А. Оценивание первичных графических навыков студентов по техническому рисунку как необходимой основы для решения профессиональных конструкторских задач // Концепт. 2022. № 4. С. 129–151. URL: [https://cyberleninka.ru/article/n/otsenivanie-pervichnyh-graficheskikh-navykov-studentov-po-tehnicheskomu-risunku-kak-neobhodimoy-osnovy-dlya-resheniya/viewer](https://cyberleninka.ru/article/n/otsenivanie-pervichnyh-graficheskikh-navykov-studentov-po-tehnicheskomu-risunku-kak-neobhodimoy-osnovy-dlya-resheniya-viewer) (дата обращения: 12.05.2025). DOI: 10.24412/2304-120X-2022-11028. EDN: DRYCST.
2. Маркова В.В., Ямаева С.О., Газизуллина З.А. Влияние предмета черчение в школе на успеваемость в вузе // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2024. № 2 (48). С. 117–123. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_72124837_49632851.pdf (дата обращения: 12.05.2025). DOI: 10.17122/2541-8904-2024-2-48-117-123.
3. Рыченкова А.Ю. Прикладные аспекты проектирования и использования отведенных лекций в геометро-графической подготовке специалистов морского транспорта // Вестник Омского государственного педагогического университета. Гуманитарные исследования. 2025. № 1 (46). С. 187–193. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prikladnye-aspekty-proektirovaniya-i-ispolzovaniya-multimedialnykh-lektsiy-v-geometro-graficheskoy-podgotovke-spetsialistov-morskogo-viewer> (дата обращения: 12.05.2025). DOI: 10.36809/2309-9380-2025-46-187-193. EDN: KLHVI.

4. Гушин А.В., Цибуциннина И.Е., Шеленина О.В. Инновационные технологии профессионального обучения // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки. 2024. № 1 (67). С. 51–55. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_65117682_91025216.pdf. (дата обращения: 12.05.2025). DOI: 10.46845/2071-5331-2024-1-67-51-55. EDN: QNJQPT.
5. Букина Т.В. Искусственный интеллект в образовании: современное состояние и перспективы развития // Общество: социология, психология, педагогика. 2025. № 1 (129). С. 76–83. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_80262603_26292397.pdf (дата обращения: 12.05.2025). DOI: 10.24158/spp.2025.1.9. EDN: LKLHXQ.
6. Уткина И.В., Алексеева В.К., Ермолаева Д.А., Атаджанова А.А. Использование нейросетей в процессе профессиональной подготовки студентов-дизайнеров // Общество: социология, психология, педагогика. 2025. № 3 (131). С. 76–89. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_80501713_45712106.pdf (дата обращения: 12.05.2025). DOI: 10.24158/spp.2025.3.10. EDN: EPWJJE.
7. Петухова А.В. Автоматическая генерация заданий по начертательной геометрии с помощью параметрических шаблонов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2024. Т. 24. № 2. С. 55–65. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_67225007_26911752.pdf (дата обращения: 12.05.2025). DOI: 10.14529/build240208.
8. Алексеев Р.В., Лукьянов Н.Д. Автоматизация создания фондов оценочных средств по образовательным программам, реализуемым университетом // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2025. № 1 (37). С. 143–152. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_80493726_32514779.pdf. (дата обращения: 12.05.2025). DOI: 10.25729/ESI.2025.37.1.014.
9. Григорьева Е.В. К вопросу самостоятельной работы студентов при изучении курса начертательной геометрии // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 4 (130). URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_52452149_29434487.pdf (дата обращения: 12.05.2025). DOI: 10.23670/IRJ.2023.130.16.
10. Бугреева А.С. Проблемы и перспективы применения приложений на основе искусственного интеллекта в целях персонализации обучения в системе высшего образования // Мир науки, культуры, образования. 2025. № 1 (110). С. 131–132. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_80509790_14997079.pdf (дата обращения: 12.05.2025). DOI: 10.24412/1991-5497-2025-1110-131-133.
11. Назарова Ж.А. Анализ возможности применения средств электронной образовательной среды для проверки домашних заданий по начертательной геометрии // Современная педагогика и психология: теория, методика, практика: сборник материалов VI Международной очно-заочной научно-практической конференции (Москва, 21 октября 2022 г.). М.: Научно-издательский центр «Империя», 2022. С. 43–49. [Электронный ресурс]. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_49732594_44086129.pdf (дата обращения: 12.05.2025). EDN: NOCYES.
12. Трубникова Л.И., Запорощенко Е.В. О применении некоторых форм учета знаний курсантов при изучении технических дисциплин // Мир науки, культуры, образования. 2022. № 6 (97). С. 110–111. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_50067961_14722421.pdf (дата обращения: 12.05.2025). DOI: 10.24412/1991-5497-2022-697-110-112.
13. Назарова Ж.А. Графическая подготовка студентов с применением форм дистанционного обучения // Геометрия и графика. 2022. Т. 10. № 4. С. 59–66. DOI: 10.12737/2308-4898-2022-10-4-59-66.
14. Назарова Ж.А. Применение средств электронной образовательной среды Blackboard при изучении начертательной геометрии и инженерной компьютерной графики // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 6. С. 107–111. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_67917909_94564187.pdf (дата обращения: 12.05.2025). DOI: 10.17513/snt.40072.

УДК 378.14:37.036
DOI 10.17513/snt.40452

ОРГАНИЗАЦИЯ ХУДОЖЕСТВЕННО-ТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ В ХУДОЖЕСТВЕННОМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Птицына Е.В.

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»,
Петрозаводск, e-mail: ptycina@yandex.ru

В современных условиях будущему учителю необходимо быть компетентным в вопросах творческого проектирования образовательного процесса и организации творческой деятельности обучающихся. Целью статьи является обоснование условий и характеристик организации художественно-творческой деятельности будущего учителя в технологическом и художественном образовании. В статье обобщен опыт работы по организации художественно-творческой деятельности студентов кафедры технологии, изобразительного искусства и дизайна Петрозаводского государственного университета в течение 2023–2025 гг. В технологическом и художественном образовании художественно-творческая деятельность играет важную роль в формировании личности будущего учителя, характеризуется практической направленностью, активным вовлечением в процесс творчества. Автор акцентирует внимание на формировании ценностно-смыслового отношения к художественно-творческой деятельности, универсальных и общепрофессиональных, профессиональных компетенций студентов и использовании интерактивных заданий творческой направленности в учебной и внеучебной деятельности. Организация художественно-творческой деятельности будущего учителя в технологическом и художественном образовании позволяет лучше понять значение творческих составляющих в профессии, готовит к различным видам педагогического труда, а также расширяет горизонты технологических, художественных и педагогических знаний, умений и навыков. В статье автор делает вывод о важности художественно-творческой деятельности будущего учителя в технологическом и художественном образовании как гармоничного сочетания художественного мастерства, творческой свободы, уникальности идей, где каждый элемент обогащает друг друга в процессе создания продуктов деятельности на основе инновации, индивидуальности и экспериментирования.

Ключевые слова: деятельность, творческие компоненты, технологическое образование, художественное образование, художественно-творческая деятельность, будущий учитель

ORGANIZATION OF ARTISTIC AND CREATIVE ACTIVITIES OF A FUTURE TEACHER IN ART AND TECHNOLOGY EDUCATION

Ptitsyna E.V.

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, e-mail: ptycina@yandex.ru

In the current conditions, a future teacher needs to be competent in the issues of creative design of the educational process and the organization of creative activity of students. The purpose of the article is to substantiate the conditions and characteristics of the organization of artistic and creative activity of a future teacher in technological and artistic education. The article summarizes the experience of organizing artistic and creative activity of students of the Department of Technology, Fine Arts and Design of Petrozavodsk State University during 2023–2025. In technological and artistic education, artistic and creative activities play an important role in shaping the personality of a future teacher. They are characterized by a practical focus and active involvement in the creative process. The author focuses on the formation of a value-based attitude towards artistic and creative activities, as well as the development of universal and general professional competencies, and the use of interactive creative tasks in the context of educational and extracurricular activities. The organization of artistic and creative activities for future teachers in technological and artistic education allows them to better understand the importance of creative components in their profession, prepares them for various types of pedagogical work, and expands their horizons in terms of technological, artistic, and pedagogical knowledge, skills, and abilities. In the article, the author concludes that the artistic and creative activity of a future teacher in technological and artistic education is a harmonious combination of artistic skill, creative freedom, and unique ideas, where each element enriches the other in the process of creating innovative, individual, and experimental products.

Keywords: activity, creative components, technological education, art education, artistic and creative activity, future teacher

Введение

В новой парадигме современного образования в России все большую значимость приобретают творческие компоненты профессиональной деятельности учителя. Смена идеала образованности приводит к объективной необходимости формирования личности будущего педагога компетентного в вопросах творческого проектирования учебного процесса [1; 2], качественного

построения образовательной среды, организации творческой деятельности обучающихся. Современный учитель должен развивать у обучающихся познавательную активность, самостоятельность, инициативу, творческие способности, стремление к познанию нового в условиях современного мира [3; 4]. Высшее педагогическое образование в данном контексте играет важную роль, ведь его приоритетными задачами

являются обеспечение культурно-гуманистической направленности образования, создание условий для саморазвития будущего учителя в различных видах деятельности [5]. В этой связи одной из задач высшего образования является формирование не только профессиональных знаний и умений будущего учителя, но и таких важных качеств, как лидерство, уверенность в себе, изобретательность, креативность, умение работать в команде, интеллектуальная любознательность, что в дальнейшем позволит выпускнику вуза стать востребованным в профессии и эффективно реализовать себя в педагогической деятельности.

Технологическое и художественное образование характеризуется практической и творческой направленностью, активным вовлечением обучающихся в процесс творчества, проектированием объектов труда на основе технических, эргономических, эстетических, социальных требований; создает условия для развития технологических и художественных знаний и умений обучающихся с учетом экологической, экономической и предпринимательской целесообразности [6; 7]. В связи с этим актуализируется проблема организации художественно-творческой деятельности будущего учителя в технологическом и художественном образовании в вузе. В технологическом и художественном образовании художественно-творческая деятельность играет важную роль в формировании личности будущего учителя, через активное вовлечение в процесс создания продуктов деятельности, способствуя развитию ее эмоциональной, эстетической, интеллектуальной и социальной составляющих. Художественно-творческая деятельность не только обеспечивает индивидуальное самовыражение, но и оказывает существенное влияние на развитие личности в целом, развивая культурные и эстетические ценности и смыслы, убеждения, взгляды и социальные нормы будущего учителя.

Е.Г. Калюжная рассматривает художественно-творческую деятельность как вид активности, обладающий потенциалом для самоактуализации личности, направленный на восприятие и создание продуктов художественного творчества с целью генерирования новых смыслов, внесения новизны в уже имеющийся продукт средствами художественного освоения мира [8]. В этой деятельности проявляется индивидуальность и самовыражение личности в решении различных задач. При этом использование технологии проектного обучения в художественно-творческой деятельности способствует становлению профессиональной компетентности обучающихся, формирова-

нию профессиональных интересов и склонностей, характеризуется эстетическим восприятием окружающей действительности, уникальностью идей, способностью к раскрытию новых горизонтов творчества, мастерством исполнения [9, с. 14].

Организация художественно-творческой деятельности будущего учителя способствует развитию его профессиональных компетенций, формированию профессиональных интересов и склонностей, ценностных приоритетов, важных для их профессионального становления [10; 11]. В структуру компетенций входят теоретический базис, личностные особенности, готовность к осуществлению различных видов деятельности в выбранной профессии, самостоятельному применению полученных знаний, умений и навыков и ответственному принятию решений в выполнении поставленных профессиональных задач [12]. В технологическом и художественном образовании организация художественно-творческой деятельности способствует развитию будущего учителя, который должен быть готов к различным видам труда в педагогической профессии, что является результатом обучения при выполнении социального государственного заказа в сфере образования.

Цель исследования заключается в обосновании условий и характеристик организации художественно-творческой деятельности будущего учителя в технологическом и художественном образовании.

Материалы и методы исследования

Применены анализ научной литературы, наблюдение, обобщение опыта работы (в течение 2023–2024 и 2024–2025 гг.) по организации художественно-творческой деятельности студентов кафедры технологии, изобразительного искусства и дизайна Петрозаводского государственного университета направления подготовки «Педагогическое образование» («Художественное образование в области изобразительного искусства и культурологическое образование», «Технология и дополнительное образование в области декоративно-прикладного творчества»).

Результаты исследования и их обсуждение

По мнению автора статьи, художественно-творческая деятельность будущего учителя включает в себя элементы инновации, индивидуальности и экспериментирования, в ней важно гармоничное сочетание художественного мастерства и творческой свободы, где каждый элемент процесса обогащает друг друга. Это путь, в котором искусство и творчество не только идут рука

об руку, но и служат источником вдохновения и самовыражения. В этой связи важно отметить, что основной особенностью художественно-творческой деятельности будущего учителя в технологическом и художественном образовании является ее направленность на процесс создания нового. В данном процессе развиваются творческие компоненты деятельности будущего учителя технологии и изобразительного искусства, его конструктивное мышление и внимание к деталям, эстетическое восприятие, умение видеть и чувствовать красоту в окружающем мире.

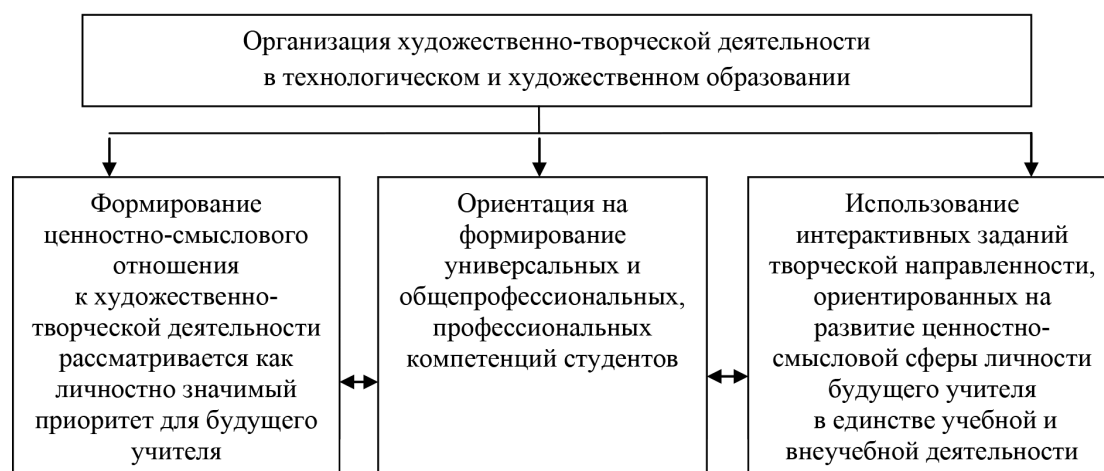
На основе анализа проведенного исследования автор выделяет условия организации художественно-творческой деятельности в технологическом и художественном образовании (рисунок).

В процессе художественно-творческой деятельности формируются универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции будущих учителей, в ходе усвоения которых они учатся решать управленческие, стратегические, организационные задачи, использовать на практике современные педагогические технологии, критически осмысливать и анализировать собственные решения в профессиональной педагогической деятельности. Сформированные в ходе изучения предметных дисциплин компетенции становятся фундаментальной основой становления профессионально ориентированной личности, готовой творчески проявлять себя в дальнейшей педагогической деятельности. В этой связи преподавание предметных дисциплин, раскрывающих специфику художественно-творческой деятельности («Декоративно-прикладное творчество», «Рисунок», «Жи-

вопись, «Керамика», «Конструирование и моделирование одежды» и др.), должно представлять собой специально организованное взаимодействие всех субъектов образовательного процесса.

В процессе художественно-творческой деятельности происходит личностный и профессиональный рост будущего учителя, развитие индивидуальности и самовыражения. Поэтому преподаватели кафедры технологии, изобразительного искусства и дизайна в своей работе ориентируются на следующие факторы организации художественно-творческой деятельности: а) создание условий для выбора в различных видах деятельности (тема, материалы, техники и технологии и т.д.); б) поддержка уникальности и творческой инициативы, поощрение оригинальности; в) обучение на основе диалога и обратной связи: обсуждение работы, разбор сильных сторон и возможных улучшений; г) коллаборация: работа над заданием в группах или индивидуально, когда каждый может проявить себя; д) рефлексия и самовыражение.

Процесс создания произведений творчества, будь то проект или изделие, требует от будущих учителей активного поиска, решения проблем и преодоления трудностей, что развивает их способность к аналитическому и критическому мышлению. В отличие от стандартных учебных заданий, где основной акцент делается на усвоение конкретных знаний, умений и навыков, в художественно-творческой деятельности важно использовать творческие задания, которые рассчитаны на субъективное восприятие, оригинальность и неповторимость каждого творческого решения. Это позволяет студентам выражать собственные мысли, эмоции и идеи.



*Условия организации художественно-творческой деятельности в технологическом и художественном образовании
Источник: составлено автором по результатам данного исследования*

Практико-ориентированный характер художественно-творческой деятельности будущего учителя отражается во взаимосвязи с профессиональной педагогической деятельностью в области проектирования учебного процесса и разработки учебных заданий в группах разного возраста, с учетом психологических особенностей учеников в общем, дополнительном, профессиональном образовании. Преподаватели кафедры учитывают специфику будущей профессии (учитель технологии, изобразительного искусства, педагог дополнительного образования) и выбирают вектор, по которому будет выстроена траектория развития студента. Полученные знания будущий учитель в дальнейшем может применять в профессии для более качественной работы и понимания специфики педагогической деятельности.

Таким образом, при организации художественно-творческой деятельности будущего учителя в технологическом и художественном образовании важно учитывать следующие характеристики: а) каждый творческий процесс уникален и отражает личные предпочтения автора – будущего учителя; б) творчество возникает в процессе свободного самовыражения в различных видах деятельности; в) творческий процесс ориентирован на формирование ценностно-смыслового отношения будущего учителя к художественно-творческой деятельности; г) в творческом процессе происходит поиск оригинальных решений и идей; восприятие и понимание различных видов искусства и творчества, их сочетание в объектах труда.

В ходе исследования автор приходит к выводу, что формирование ценностно-смыслового отношения к художественно-творческой деятельности необходимо рассматривать как личностно значимый приоритет для будущего учителя. Для этого в ходе учебной и внеучебной деятельности важно акцентировать внимание студентов на ценностном компоненте художественно-творческой деятельности в процессе обучения [13]. Художественно-творческая деятельность будущего учителя в технологическом и художественном образовании позволяет не только осваивать ценностные категории и их свойства, но и идентифицировать себя в отношениях с ценностями. При таком подходе у будущего учителя постепенно начнет выстраиваться система собственных лично значимых ценностных приоритетов, важных для профессионального становления, в число которых будут включены знания и умения, компетенции. Выработанные в процессе обучения качества личности, такие как самосознание, рефлексия собственной познавательной деятельности, ответственность, позволят студенту стать успеш-

ным в своей будущей профессиональной педагогической деятельности.

На занятиях важно создавать условия для реализации межпредметных связей [14], интеграции учебного материала из разных областей: современного и декоративного искусства, современных технологий и традиционных ремесел, конструирования и моделирования изделий, а также дисциплин психолого-педагогической направленности. Такой междисциплинарный подход способствует развитию системного мышления и компетенций будущего учителя, помогает им видеть связь между теорией и практикой, а также расширяет горизонты их технологических, художественных и педагогических знаний, умений и навыков. Единая система преподавания с учетом междисциплинарных связей и преемственности содержания позволит будущему учителю лучше понять роль и значение творческих составляющих в педагогической деятельности.

В организации художественно-творческой деятельности важно использовать различные интерактивные задания творческой направленности, активные методы и формы обучения, ориентированные на развитие ценностно-смысловой сферы личности будущего учителя в единстве учебной и внеучебной деятельности. Например, разработать и апробировать: квест или дидактическую игру по изобразительному искусству, технологический подкаст, комикс по освоению технологии изготовления изделий из различных материалов и т.д.). Это способствует развитию интересов и мотивации в художественно-творческой деятельности, достижению поставленных задач, ценностно-смыслового отношения, формирование конкурентоспособного, профессионального и квалифицированного специалиста.

В учебной деятельности важно сочетать традиционные лекции с элементами дискуссий, деловые и ролевые игры, разбор психолого-педагогических ситуаций, демонстрацию презентационных материалов, разработку технологических карт и т.д. В организации художественно-творческой деятельности важно интегрировать в учебный процесс технологические карты, которые выступают в качестве инструкции и руководства по освоению техник, методов и приемов декоративно-прикладного и изобразительного искусства; они дают возможность будущему учителю работать в своем индивидуальном темпе, возвращаться к уже пройденным этапам и корректировать свою работу. Технологические карты адаптируются под разный уровень сложности изготовления изделий и уровень подготовки студентов, предлагая легкие и наиболее сложные варианты выполнения поставленных

учебных заданий. В рамках проведенной работы у студентов была возможность самостоятельно разработать технологические карты и апробировать их на уроках технологии и изобразительного искусства, мастер-классах в общеобразовательных школах. Внеучебная деятельность представлена различными мероприятиями творческой направленности: олимпиады, экскурсии, выставки, конкурсы, тематические вечера, литературно-музыкальные гостиные, которые играют важную роль в стимулировании творческой активности, повышении мотивации и развитии профессиональных компетенций будущего учителя. Организация учебной и внеучебной работы должна усиливать практическую направленность художественно-творческой деятельности в профессиональной социальной среде [15].

Таким образом, в процессе художественно-творческой деятельности в технологическом и художественном образовании происходит гармоничное развитие будущего учителя: а) развитие через самовыражение и творчество: можно выразить эмоции, переживания, мировоззрение, индивидуальность; б) развитие творческого мышления и критического подхода, умения оригинально решать нестандартные задачи; в) развитие социальной интеграции и коллективно-творчества: обмен идеями и решениями, учет мнения других, уважение различных точек зрения; г) развитие эстетического восприятия: видеть красоту окружающей действительности, понимать и оценивать ее с художественной точки зрения, что влияет на вкусовые предпочтения, стандарты красоты и ценности; д) развитие ценностных ориентаций через произведения различных видов искусства и объектов творчества.

Заключение

Художественно-творческая деятельность будущего учителя в технологическом и художественном образовании способствует гармоничному сочетанию художественного мастерства и творческой свободы в развитии компетенций и личностно значимых качеств, где каждый элемент обогащает друг друга в процессе создания продуктов деятельности на основе инновации, индивидуальности и экспериментирования. Здесь важно не только мастерство исполнения, но и уникальность идеи, способности раскрыть новые горизонты.

Список литературы

1. Федорова Е.Н. Профессионально-смысловая парадигма профессиональной педагогической деятельности учителя в условиях системных изменений в образовании как предмет научно-педагогического исследования // Школа будущего. 2015. № 5. С. 70–85. URL: https://schoolfut.ru/article/2015-5_70/ (дата обращения: 15.04.2025).
2. Махотин Д.А. Развитие технологического образования школьников на переходе к новому технологическому укладу // Образование и наука. 2017. Т. 19. № 7. С. 25–40. URL: https://elar.rsvpu.ru/bitstream/123456789/29426/1/edsience_2017_7_004.pdf (дата обращения: 05.06.2025). DOI: 10.17853/1994-5639-2017-7-25-40.
3. Ахметова Д., Гурье Л. Преподаватель вуза и инновационные технологии // Высшее образование в России. 2001. № 4. С. 138–144. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9568846> (дата обращения: 02.05.2025).
4. Курбанов Д.И. Современные тенденции в подготовке педагогических кадров // Проблемы и перспективы развития спортивного образования, науки и практики. 2023. № 11. С. 106–113. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54356413> (дата обращения: 11.04.2025).
5. Птицына Е.В. Проектная деятельность в технологическом образовании // Современные наукоемкие технологии, 2023. № 6. С. 138–143. URL: <https://top-technologies.ru/article/view?id=39645>. (дата обращения: 15.05.2025). DOI: 10.17513/snt.39645.
6. Ибрагимов И.Н. Методология развития профессионального образования (технологический аспект) // Вестник педагогических наук. 2023. № 5. С. 78–82. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54646289> (дата обращения: 13.05.2025).
7. Савенкова Л.Г. Культурно-смысловая основа художественного образования школьника – будущее всеобщего развивающего направления в искусстве // Художественное образование – история и современность: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, 2024. С. 164–172. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=64001247> (дата обращения: 11.04.2025).
8. Калужная Е.Г. Художественно-творческая деятельность: понятие, структура, педагогический потенциал // Человек в мире культуры: журнал. 2015. С. 34–40. URL: <https://journals.uspu.ru/attachments/category/476/06.pdf> (дата обращения: 23.04.2025).
9. Павлов А.К. Проектное обучение – современная педагогическая технология. Санкт-Петербург: Петрозаводск: «МПА», 2019. 82 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://znanio.ru/media/proektnoe-obuchenie---sovremennaya-pedagogicheskaya-tehnologiya-praktiko-orientirovannoe-uchebno-metodicheskoe-posobie-2775936> (дата обращения: 13.05.2025). ISBN: 978-5-4468-0645-4.
10. Абдувалиева Д.Н. Развитие интеллектуально-творческой компетентности будущих педагогов // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки. 2022. № 4. Т. 19. С. 159–170. URL: <https://journals.rsci.science/1991-8569/article/view/253559> (дата обращения: 10.05.2025). DOI: 10.17673/vsgtu-pps.2022.4.13.
11. Карасова И.С., Селезнева Е.А. Организация и технология проведения производственной практики в педвузе в условиях компетентностного подхода // Мир науки, культуры, образования. 2016. № 2 (57). С. 254–259. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25935084> (дата обращения: 13.05.2025).
12. Назмудинов В.Я., Юсупова Г.Р. Компетентностный подход в обучении // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. 2013. С. 181–185. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompetentnostnyy-podhod-v-obucheni/viewer> (дата обращения: 13.05.2025).
13. Останина С.А., Сайнюк Е.С. Модель формирования ценностно-смыслового отношения к непрофильным дисциплинам у студентов музыкального вуза // Проблемы современного педагогического образования. 2024. № 83–4. С. 80–84. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=68526278> (дата обращения: 11.04.2025). EDN: UTAGNB.
14. Ксендзенко Л.С., Бойко Л.А. Междисциплинарные связи как фактор формирования общепрофессиональных компетенций студентов инженерных специальностей // Journal of advanced research in technical science. 2021. № 26. С. 100–104. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47131646> (дата обращения: 11.04.2025). DOI: 10.26160/2474-5901-2021-26-100-104. EDN: FZXYKE.
15. Луганцев Д.Н. Специфика организации внеучебной деятельности студентов творческих специальностей // Мир науки, культуры, образования. 2023. № 4 (101). С. 69–71. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54504889> (дата обращения: 11.04.2025). DOI: 10.24412/1991-5497-2023-4101-69-71. EDN: XQNFJX.

УДК 378.14:372.881.161.1
DOI 10.17513/snt.40453

КОГНИТИВНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАДИЦИОННЫХ И ЦИФРОВЫХ МЕТОДОВ И ПРИЕМОВ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ

Туана Е.Н., Туана М., Губарева С.А., Абу Хайдар Ф.Х.,
Богданова Н.В., Колесник И.И.

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,
Санкт-Петербург, e-mail: ekaterina.tuana@yandex.ru

Современная система высшего образования переживает интенсивную цифровую трансформацию, сопровождающуюся не только техническими инновациями, но и значительными изменениями в когнитивных процессах обучающихся. Проблема когнитивной эффективности различных методов и приемов обучения становится особенно актуальной в условиях «цифрового слабоумия» – феномена, отражающего снижение глубины обработки информации, ухудшение внимания и ослабление долговременной памяти. Целью настоящего исследования является определение влияния цифровых и традиционных педагогических методов и приемов на познавательную деятельность студентов и разработка рекомендаций для их сбалансированного применения в образовательной практике вуза. Методологическая база включает анализ научной литературы, сравнительно-сопоставительный подход, педагогическое наблюдение за учебным процессом иностранных студентов, обучающихся по специальности «Зарубежное регионоведение» на базе Высшей школы международных отношений Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. В результате исследования выявлено, что цифровые технологии способствуют развитию оперативной памяти и скорости обработки информации, но негативно сказываются на устойчивом внимании и критическом мышлении. Традиционные методы, напротив, обеспечивают глубокое усвоение и развитие метапознавательных навыков. Выводы подчеркивают необходимость гармоничного сочетания цифровых и классических инструментов для достижения высокой когнитивной эффективности обучения.

Ключевые слова: русский язык как иностранный, когнитивные процессы, эффективность образовательных технологий, цифровая дидактика, когнитивные функции, цифровое слабоумие, методы обучения, традиционное образование

COGNITIVE EFFECTIVENESS OF TRADITIONAL AND DIGITAL TEACHING METHODS AND TECHNIQUES IN HIGHER EDUCATION

Tuana E.N., Tuana M., Gubareva S.A., Abu Khaydar F.K.,
Bogdanova N.V., Kolesnik I.I.

Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg,
e-mail: ekaterina.tuana@yandex.ru

The modern system of higher education is undergoing an intensive digital transformation, accompanied not only by technological innovations but also by significant changes in students' cognitive processes. The issue of the cognitive effectiveness of various teaching methods and techniques is becoming particularly relevant in the context of digital dementia a phenomenon reflecting reduced depth of information processing, decreased attention, and weakened long-term memory. The aim of this study is to determine the impact of digital and traditional pedagogical methods and techniques on students' cognitive activity and to develop recommendations for their balanced application in university educational practice. The methodological foundation includes the analysis of scientific literature, a comparative approach, and pedagogical observation of the educational process involving international students enrolled in the "Foreign Regional Studies" program at the Higher School of International Relations of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University. The study found that digital technologies contribute to the development of working memory and the speed of processing of information but have a negative impact on sustained attention and critical thinking. Traditional methods, on the contrary, ensure deep learning and the development of metacognitive skills. The conclusions emphasize the need for a harmonious combination of digital and classical tools to achieve high cognitive effectiveness in education.

Keywords: russian as a foreign language, cognitive processes, effectiveness of educational technologies, digital didactics, cognitive functions, digital dementia, teaching methods, traditional education

Введение

Цифровая трансформация образования требует переосмысления педагогических подходов не только из-за внешних требований к цифровой компетентности, но и из-за внутренних изменений когнитивной активности обучающихся. «Цифровое поколение» демонстрирует специфические личностные (инфантилизм, индивидуализм) и когнитив-

ные особенности (клиповое мышление, ослабление функций) [1], включая тревожные тенденции «цифрового слабоумия» – снижение концентрации внимания, поверхностное восприятие информации, ослабление долговременной памяти [2].

Хотя цифровая среда расширяет дидактические возможности (гибкость, интерактивность, доступность) [3], ее амбивалент-

ное влияние на познавательные функции [4] и стремительное внедрение в ответ на вызовы информационного общества [5; 6] ставят во главу угла проблему когнитивной эффективности методов обучения. В этих условиях сбалансированное сочетание цифровых и традиционных методик становится фундаментальным требованием высшего образования. Такой баланс необходим:

- для гармоничного когнитивного развития студентов (внимание, память, критическое и аналитическое мышление);
- сохранения их когнитивного потенциала;
- подготовки полноценных специалистов.

Цель исследования – определить когнитивную эффективность традиционных и цифровых методик обучения и разработать рекомендации по их сбалансированному применению в образовательной практике вуза.

Материалы и методы исследования

В настоящем исследовании применялись следующие методы:

Анализ научной литературы был проведен с целью выявить современное состояние проблемы цифрового слабоумия, а также изучить существующие подходы в цифровой дидактике и когнитивной психологии. Были рассмотрены как отечественные, так и зарубежные публикации, что обеспечило междисциплинарный взгляд на исследуемую тему.

Сравнительно-сопоставительный метод использовался для выявления преимуществ и недостатков цифровых и традиционных методов обучения, а также их влияния на развитие и снижение различных когнитивных функций, таких как внимание, память и критическое мышление.

Метод педагогического наблюдения базировался на обобщении практического опыта преподавания иностранным студентам, обучающимся по специальности «Зарубежное регионоведение» в Высшей школе международных отношений Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Проводился мониторинг и анализ поведения студентов с первого по четвертый курс (в количестве 128 чел.), их вовлеченности и эффективности усвоения материала при использовании различных форматов занятий в течение одного учебного семестра.

Данные методы в совокупности обеспечили системный и объективный анализ проблемы, а также позволили сформулировать практические рекомендации для преподавателей вузов по гармоничному сочетанию цифровых и традиционных методов обучения, направленных на сохранение и раз-

витие когнитивного потенциала иностранных студентов.

Результаты исследования и их обсуждение

Термин «цифровое слабоумие» был введен немецким нейропсихиатром Манфредом Шпитцером в 2013 г. Он описал пагубное влияние постоянного использования техники на мозг человека, которое приводит к ухудшению памяти, внимания и способностей к логическому мышлению [7, с. 258].

Среди причин развития цифрового слабоумия выделяются:

1. Перегрузка информацией. Мозг получает колоссальное количество данных и, чтобы справиться с этим объемом, снижает способность к глубокому анализу.

2. Замена внутренних ресурсов внешними. Вспомогательные функции гаджетов «отучают» нас запоминать и рассуждать.

3. Многофункциональный режим. Постоянное переключение между задачами формирует поверхностное мышление и снижает концентрацию.

К проявлениям снижения когнитивной активности относятся: снижение кратковременной памяти, ухудшение внимания, замедление мыслительных процессов, поверхностное восприятие информации, отсутствие устойчивой концентрации внимания. Автор не призывает полностью отказаться от технологий, но настаивает на необходимости их разумного и дозированного использования, особенно в образовательной сфере. Он подчеркивает, что мозг развивается через активное взаимодействие с окружающим миром и живое общение, а не через пассивное потребление информации с экрана. Его работа – попытка привлечь внимание общественности к проблеме «цифровой зависимости», в которой оказались дети и молодежь [8].

Вопрос влияния цифровой трансформации образования на когнитивные процессы студентов активно обсуждается в современной научной психолого-педагогической литературе. Научные труды охватывают как положительные аспекты цифровых технологий в образовании, так и вызовы, связанные с изменением мышления, внимания и памяти обучающихся.

Ряд исследований акцентирует внимание на развитии цифровой дидактики, особенно в контексте преподавания русского языка как иностранного [9; 10]. Работы М.Ю. Лебедевой [11] и Г.М. Левиной [12] поднимают вопросы переосмысления роли преподавателя в цифровую эпоху, его цифровой грамотности. Рассматривается

также эффективность онлайн-образования в сравнении с традиционными методами обучения [13; 14]. Авторы, отмечая эффективность первых, подчеркивают необходимость сохранения последних, благодаря личному взаимодействию между преподавателем и студентами и структурированностью учебного процесса в целом.

Таким образом, научная литература демонстрирует высокий уровень изученности отдельных аспектов цифровой трансформации образования, однако остается необходимость в комплексной оценке когнитивной эффективности сочетания разных педагогических подходов.

В ходе анализа и сопоставления цифровых и традиционных методик обучения авторами были получены следующие результаты:

Мониторинг поведения, уровня вовлеченности и эффективности усвоения учебного материала у иностранных студентов, обучающихся по специальности «Зарубежное регионоведение», осуществлялся на занятиях различного формата: традиционных лекциях и семинарах, смешанных (гибридных) занятиях и полностью цифровых (онлайн) сессиях.

Эффективность усвоения оценивалась по результатам регулярных контрольных срезов (тесты, устные опросы, письменные работы), а вовлеченность – по методике фиксации поведенческих индикаторов (активность в дискуссиях, количество и качество задаваемых вопросов, визуальные признаки внимания, выполнение заданий в срок).

Ключевые наблюдения:

1. Вовлеченность:

– Традиционные очные семинары и дискуссии демонстрировали наивысший уровень вовлеченности (активная устная работа задавалась > 75 % студентов, количество уточняющих вопросов было в 1,5–2 раза выше, признаки отвлечения (использование личных гаджетов не по теме, рассеянный взгляд) фиксировались у < 15 %).

– Гибридные занятия показывали неравномерную вовлеченность: студенты в аудитории были вовлечены на уровне традиционных занятий, в то время как онлайн-участники часто были менее активны (активность ~40–50 %), особенно при отсутствии прямых обращений преподавателя.

– Полностью онлайн-занятия (вебинары, лекции) характеризовались наиболее низкой наблюдаемой вовлеченностью (регулярно активны 25–35 % студентов, > 50 % периодически отключали видео или демонстрировали признаки многозадачности). Вовлеченность существенно повышалась при использовании интерактивных элементов (опросы, чат, перевернутый класс).

2. Эффективность усвоения материала (по результатам контрольных срезов):

– Глубина понимания сложных теоретических концепций была значительно выше (на 20–25 % по результатам анализа ответов на открытые вопросы и эссе) при использовании традиционных методов (очные семинары с обсуждением, работа с первоисточниками на бумаге) и перевернутого класса по сравнению с пассивным просмотром онлайн-лекций.

– Оперативное запоминание фактологической информации и скорость выполнения стандартизированных задач были несколько выше при использовании цифровых методов (онлайн-тренажеры, интерактивные тесты с мгновенной обратной связью). Однако этот эффект был краткосрочным – на контрольных срезах через 2–4 недели преимущество цифровых групп нивелировалось или даже сменялось преимуществом групп, использовавших традиционные методы конспектирования и анализа.

– Навыки критического мышления и анализа, оцениваемые по заданиям на сопоставление, аргументацию и выявление логических ошибок, стабильно лучше развивались в условиях традиционных дискуссий и письменных работ (эссе), чем при выполнении аналогичных заданий в цифровой среде, где чаще наблюдалось поверхностное выполнение.

– Самые высокие комплексные результаты (баланс скорости, глубины и долговременности усвоения) показывали группы, где применялся последовательный комбинированный подход: цифровые ресурсы (лекционные материалы, тренажеры) для подготовки и первичного ознакомления + очные занятия для углубленного анализа, дискуссий и рефлексии.

Полученные данные эмпирически подтверждают выявленные в литературе тенденции. Высокая вовлеченность в очных форматах коррелирует с лучшим развитием метакогнитивных навыков и глубины понимания. Цифровые инструменты эффективны для тренировки оперативных навыков и предоставления информации, но недостаточны сами по себе для формирования устойчивых аналитических компетенций и долговременных знаний без последующей глубокой обработки в традиционных форматах. Наблюдаемое снижение вовлеченности в онлайн-режиме, особенно среди студентов младших курсов, указывает на важность живого взаимодействия и структурированной среды для поддержания мотивации, и когнитивной дисциплины. Результаты убедительно свидетельствуют в пользу сбалансированной, методически обоснован-

ной интеграции технологий, где цифровые средства служат дополнением, а не заменой «медленным» когнитивным практикам.

Таким образом, описанные эмпирические результаты явились основанием для следующих выводов, касающихся рассматриваемых методов.

1. *Цифровые методы* (онлайн-курсы, интерактивные платформы, мультимедийные ресурсы и др.) эффективно развивают:

- оперативную память,
- быстроту реакции,
- навыки работы с информацией в многозадачной среде.

Преимущества: доступность, вовлеченность, персонализация.

Недостатки: перегрузка внимания, поверхностное усвоение, снижение устойчивости к когнитивным усилиям.

Наблюдаемые эффекты: активизация кратковременного запоминания, но ослабление способности к анализу и долговременной фиксации знаний.

2. *Традиционные методы* (лекции, семинары, конспектирование, работа с печатными текстами и др.) способствуют:

- развитию долговременной памяти,
- концентрации внимания,
- формированию критического и логического мышления.

Преимущества: глубина усвоения, системность, развитие аналитических навыков.

Недостатки: меньшая гибкость, сложность вовлечения современных студентов.

Наблюдаемые эффекты: устойчивое понимание, структурирование знаний, когнитивная дисциплина.

3. *Комбинированный подход* (чередование цифровых и традиционных средств) позволяет достичь баланса, при котором нивелируются крайности обеих систем. Такой подход наиболее эффективен для развития комплекса когнитивных функций, включая:

- внимание,
- метапознание,
- способность к переносу знаний в новую ситуацию,
- когнитивную гибкость.

Приведем подробный разбор каждого из названных методов и приемов цифровой дидактики с указанием их сильных и слабых сторон, а также влияния на ключевые когнитивные функции (табл. 1).

Таким образом, можно заключить, что каждый метод и прием приносит свои «плюсы», но при доминировании цифровых форматов страдает глубокое, «медленное» мышление и навыки живого общения (табл. 2). Сильные когнитивные функции (оперативная память, креативность, реактивность) получают стимул к развитию, тогда как функции глубинного анализа (долговременная память, линейное рассуждение, устойчивое внимание) требуют целенаправленного «тренинга» через традиционные приемы: письменно-бумажные задания, очные дискуссии и исследования первоисточников.

Таблица 1

Методы и приемы цифровой дидактики

Метод	Плюсы	Минусы	Развивает	Ослабляет
1. Электронное обучение (Moodle)	– Доступность 24/7 и с любых устройств – Автоматизация администрирования и тестирования – Индивидуальные траектории обучения	– Риск «пассивного» восприятия материала – Безличность и недостаток живого взаимодействия	– Самостоятельность – Техническая грамотность	– Умение устно формулировать мысли – Глубокое понимание через диалог
2. Микрообучение (короткие видео, карточки и др.)	– Быстрая усвояемость – Высокая мотивация за счет «чистой порции» информации – Легкость интеграции в плотный график	– Фрагментарность: отсутствие целостного видения – Поверхностное запоминание	– Оперативная память – Обучаемость	– Связное, структурное мышление – Долговременная память
3. Гибридное обучение	– Баланс онлайн и офлайн, гибкость форматов – Возможность применять сильные стороны каждого подхода	– Сложность организации расписания и технической поддержки – Требуется высокая самодисциплина от студентов	– Метакогнитивные навыки (планирование) – Социальное взаимодействие	– Спонтанное групповое творчество (если онлайн-доля велика)

Окончание табл. 1

Метод	Плюсы	Минусы	Развивает	Ослабляет
4. Перевернутый класс	– Максимум практики «вживую» в аудитории – Развитие критического мышления через групповой разбор кейсов	– Не все студенты готовы к самостоятельной подготовке дома – Риск пропуска «домашней» теории	– Критическое мышление – Умение искать информацию	– Усвоение материала «с нуля» без подготовки
5. Мобильное обучение	– Учиться «на ходу» и в комфортных условиях – Быстрый доступ к справочной информации и коммуникации с преподавателем	– Много отвлекающих факторов (соцсети, мессенджеры) – Малый экран – узкий контекст восприятия	– Реакция и адаптивность – Легкая справочная память	– Длительное чтение и глубокий анализ текста
6. Обучение на основе данных	– Персонализация учебного процесса – Ранняя диагностика «узких мест» в знаниях – Поддержка преподавателя в принятии решений	– Опасения по поводу приватности данных – Возможна «чрезмерная опека» вместо развития автономии	– Саморефлексия – Планирование и саморегуляция	– Спонтанность в выборе учебных тем
7. Интерактивные тесты	– Высокая вовлеченность и игровая мотивация – Немедленная обратная связь	– Стресс от «гонки» за очки – Фокус на скоростных ответах, а не на осмыслении	– Быстрая реакция – Рабочая память	– Глубокий анализ вопросов
8. Мультимедийные презентации	– Усиление визуального и аудиовосприятия – Возможность иллюстрировать сложные концепции	– Риск информационной перегрузки («красивые, но пустые слайды») – Меньше текста – меньше работы с речью	– Визуально-пространственное мышление – Аудирование	– Навык структурирования текста на бумаге
9. Цифровые доски и интеллект-карты	– Совместная работа в реальном времени – Гибкость в добавлении идей и связей	– Может перерасти в «хаос» без модерации – Отвлекающие графические возможности	– Ассоциативное мышление – Креативность	– Линейное, последовательное мышление
10. Симуляции и виртуальные лаборатории	– Безопасное и недорогое отрабатывание опытов – Вовлеченность через «погружение»	– Ограниченная модель реальности (не все эффекты симулируются) – Технические сбои и требования к «железу»	– Пространственное и системное мышление – Экспериментальные навыки	– Работа «вживую» с оборудованием
11. Геймификация	– Мотивация через награды и соревнование – Четкая система достижений	– Учебная игра может стать самоцелью, а не способом обучения – Риск демотивации у «обучающихся – аутсайдеров», т.е. тех, кто не включен в коллективную деятельность	– Целеустремленность – Вовлеченность	– Внутренняя мотивация без «игровых» стимулов
12. Проектная работа с цифровыми инструментами	– Развитие навыков совместной работы – Практическая реализация знаний	– Не всегда равномерное распределение задач в команде – Зависимость от доступности и навыков работы с IT-инструментами	– Коммуникативные навыки – Планирование проектов	– Индивидуальная ответственность и тайм-менеджмент без инструментов

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

Таблица 2

Классические «медленные» методы и приемы,
сохраняющие и развивающие когнитивные функции

Метод/прием	Описание	Какие когнитивные функции развивает
1. Рукописные конспекты	Ведение тетради от руки во время занятий или самостоятельного изучения материалов	– Долговременная память – Моторная память – Внимание – Навык структурирования
2. Чтение печатных книг и источников	Чтение бумажной литературы с карандашом в руке, аннотирование на полях	– Глубокое понимание текста – Критическое мышление – Устойчивость внимания
3. Медленные лекции	Темп подачи информации снижен, акцент на осмыслении, рефлексии, примерах, паузах	– Понимание сложных понятий – Умение задавать вопросы – Внимание
4. Написание эссе, рефератов, научных обзоров	Тексты средней и большой длины с обоснованием, цитированием, выводами	– Аналитическое мышление – Письменная речь – Логика и аргументация
5. Дискуссии и дебаты вживую	Очные обсуждения, защита мнений, работа с возражениями	– Устная речь – Критическое мышление – Навыки публичного выступления
6. Решение задач и кейсов на бумаге	Без калькулятора, без поиска в интернете – только собственные ресурсы и логика	– Последовательное мышление – Логические операции – Самостоятельность
7. Работа с первоисточниками и архивами	Анализ оригинальных текстов (исторических, философских, научных), а не вторичных пересказов	– Интерпретация – Историческое мышление – Контекстуализация
8. Групповые проекты	Реализация проекта от идеи до презентации с распределением ролей, работа в реальном времени.	– Коммуникация – Командная работа – Организация времени
9. Письменные экзамены и контрольные	Ответы без доступа к источникам – через обдумывание и воспроизведение	– Память – Формулировка и логика – Самостоятельное мышление
10. Работа с бумажными карточками и схемами	Использование флэш-карточек, ручное рисование интеллект-карт	– Активное вспоминание – Образное мышление – Ассоциативная память

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

Цифровые методы эффективны для быстрого доступа к информации и создания интерактивной среды. Однако только медленные, вдумчивые формы обучения:

- способствуют долгосрочному усвоению материала;
- развивают самостоятельное и логическое мышление;
- тренируют устойчивое внимание, которое разрушается при постоянном переключении в гаджетах;
- учат учиться без опоры на Google и ChatGPT – что крайне важно для будущих исследователей и профессионалов.

В результате педагогического наблюдения и анализа образовательных практик можно сделать вывод о том, что чрезмерная цифровая трансформация образования без опоры на классические методы снижает когнитивную эффективность обучения. Наиболее продуктивной признана модель,

в которой цифровые технологии интегрируются в структуру традиционного учебного процесса как дополнение, а не замена.

Рекомендации для преподавателей

1. *Сбалансированное использование цифровых и традиционных форматов.* В целях оптимизации когнитивной активности студентов рекомендуется сочетать цифровые инструменты (презентации, интерактивные платформы, онлайн-тесты) с традиционными педагогическими средствами – лекциями, письменными конспектами, чтением печатных источников. Такой подход способствует комплексной активации как кратковременной, так и долговременной памяти, повышая устойчивость усвоения знаний.

2. *Практика «медленного чтения».* Регулярное чтение и глубокий анализ текстов в условиях, исключающих цифровые отвлекающие стимулы, развивают концентрацию внимания, критическое мышление

и способность к аналитической переработке информации.

3. *Введение когнитивных пауз.* После применения цифровых форматов (видеолекций, интерактивных заданий) целесообразно организовывать паузы для когнитивной рефлексии – в форме обсуждений, записи ключевых мыслей от руки, формулирования вопросов. Это способствует переводу информации из кратковременной памяти в долговременную.

4. *Формирование метакогнитивных навыков.* Необходимо стимулировать у студентов осознанное отношение к собственным стратегиям обучения: анализировать способы восприятия, запоминания, понимания и систематизации информации. Это развивает способность к саморегуляции в обучении.

5. *Снижение когнитивной фрагментации.* Важно формировать культуру сосредоточенного выполнения одного вида учебной деятельности. Следует информировать студентов о рисках многозадачности в цифровой среде, включая снижение продуктивности и ухудшение качества запоминания.

6. *Возвращение к ручному письму.* Рекомендуется использовать письменные задания от руки – при ведении конспектов, выполнении рефлексивных заданий и подготовке к контрольным мероприятиям. Это улучшает понимание, способствует структурированию материала и активизирует моторно-когнитивные связи. Письменные работы имеют особую важность для иностранных студентов, получающих образование на изучаемом языке.

7. *Вариативность форматов заданий.* Эффективным является чередование визуальных, аудиальных и текстовых заданий, позволяющее задействовать разные каналы восприятия и развивать когнитивную гибкость, адаптивность мышления и устойчивость к информационной перегрузке.

8. *Связь с реальным миром и реальным общением.* В условиях цифровой трансформации образования общение преподавателей и студентов должно не уменьшаться, а, наоборот, возрастать. «Процесс обучения должен быть насыщен практиками, экспедициями, выездными семинарами, которые отрывали бы студентов от мира виртуального и погружали в мир реальный» [15, с. 201].

Выводы

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. Цифровые методики обладают высоким потенциалом в развитии оперативной памяти, навыков многозадачности и адаптивности, однако при их чрезмерном ис-

пользовании наблюдается снижение способности к глубокому анализу и долговременному усвоению знаний.

2. Традиционные формы обучения, несмотря на их «медленность», оказывают значительное положительное влияние на формирование устойчивых когнитивных навыков, таких как внимание, критическое мышление и долговременная память.

3. Сбалансированное сочетание цифровых и традиционных методов позволяет нивелировать недостатки каждого подхода и создать условия для развития всего спектра познавательных функций студентов.

4. Успешная педагогическая практика требует осознанного выбора методик с учетом когнитивных задач и целей курса.

Список литературы

1. Третьякова В.С., Церковникова Н.Г. Цифровое поколение: потери и приобретения // Профессиональное образование и рынок труда. 2021. № 2 (45). С. 53–65. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovoe-pokolenie-poteri-i-priobreteniya> (дата обращения: 11.06.2025). DOI: 10.52944/PORT.2021.45.2.004.
2. Старцев М.В., Хлебников В.В., Джабраилов М.А. «Цифровое слабоумие» молодежи как проблема современного образования // Психолого-педагогический журнал Гаудеамус. 2021. Т. 20. № 2 (48). С. 69–75. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovoe-slaboumie-molodezhi-kak-problema-sovremennogo-obrazovaniya> (дата обращения: 11.06.2025). DOI: 10.20310/1810-231X-2021-20-2(48)-69-75.
3. Грекова А.А. Особенности мышления представителей «цифрового поколения» // Психология. Психофизиология. 2019. № 1. С. 28–38. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-myshleniya-predstaviteley-tsifrovogo-pokoleniya> (дата обращения: 11.06.2025). DOI: 10.14529/psyl90103.
4. Малькова Ю.В., Кот Е.М., Горбунова О.С., Пильникова И.Ф., Петрякова С.В. Преимущества и недостатки цифровизации образования // Образование и право. 2024. № 6. С. 649–653. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/preimushchestva-i-nedostatki-tsifrovizatsii-obrazovaniya> (дата обращения: 11.06.2025).
5. Суслов А.В., Сатина Т.В. Влияние цифровых технологий на трансформацию образовательных практик: от традиционных методов к инновационным подходам // МНКО. 2025. № 1 (110). С. 41–44. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tsifrovyyh-tehnologiy-na-transformatsiyu-obrazovatelnyh-praktik-ot-traditsionnyh-metodov-k-innovatsionnym-podhodam> (дата обращения: 11.06.2025).
6. Чикова О.А. Цифровая трансформация содержания педагогического образования // Отечественная и зарубежная педагогика. 2020. Т. 2. № 3 (73). С. 22–39. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-soderzhaniya-pedagogicheskogo-obrazovaniya> (дата обращения: 11.06.2025).
7. Шпитцер М. Антимозг: цифровые технологии и мозг. М.: АСТ, 2013. 288 с. ISBN: 978-5-17-079721-9.
8. Карпова Е.Е. Теоретический анализ понятия «цифровая зависимость» в зарубежных исследованиях // Вестник ЛГУ им. А.С. Пушкина. 2017. № 4. С. 111–114. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskiy-analiz-ponyatiya-tsifrovaya-zavisimost-v-zarubezhnyh-issledovaniyah> (дата обращения: 11.06.2025).
9. Фейзер Ж.И., Дьякова Т.А. Этапы развития цифровой лингводидактики русского языка как иностранного // Русистика. 2023. № 2. С. 196–211. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/etapy-razvitiya-tsifrovoy-lingvodidaktiki-russkogo-yazyka-kak-inostrannogo> (дата обращения: 11.06.2025). DOI: 10.22363/2618-8163-2023-21-2-196-211. EDN: ZTMWVK.

10. Куриленко В.Б., Руденко-Моргун О.И. Информационные технологии в обучении русскому языку как иностранному: история, современное состояние, перспективы: коллективная монография. М.: Экон-Информ, 2019. 243 с. ISBN: 9785907233607.
11. Лебедева М.Ю. Цифровая трансформация в обучении русскому языку: ожидания преподавателей // Динамика языковых и культурных процессов в современной России. 2022. № 7. С. 1339–1343. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=juadgw> (дата обращения: 11.06.2025).
12. Левина Г.М. Специфика преподавания РКИ в цифровую эпоху. Ч. 1. Уровень А1: монография. М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. 190 с. ISBN: 978-5-4486-0599-4.
13. Марьянчик В.А., Попова Л.В. Русский язык как иностранный в рамках онлайн-образования: подходы и мнения (по материалам научных публикаций за 2021 год) // Педагогическое образование в России. 2022. № 1. С. 8–19. URL: <https://pedobrazovanie.ru/images/1-2022/1-2022-8-19.pdf> (дата обращения: 11.06.2025). DOI: 10.26170/2079-8717_2022_01_01.
14. Темирова А.Б., Абдулвахабова Б.Б., Саниева А.Д. Эффективность онлайн-образования в сравнении с традиционными методами обучения // Проблемы современного педагогического образования. 2024. № 84–1. С. 314–317. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-onlayn-obrazovaniya-v-sravnenii-s-traditsionnymi-metodami-obucheniya> (дата обращения: 11.06.2025).
15. Нечунаев В.В. Преодоление клипового мышления у современных студентов // Reflexio. 2018. Т. 11. № 2. С. 181–207. URL: <https://reflexio.elpub.ru/jour/article/view/23> (дата обращения: 11.06.2025). DOI: 10.25205/2658-4506-2018-11-2-181-207.

УДК 378.1:371.13
DOI 10.17513/snt.40454

СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ПОНЯТИЯ «ГОТОВНОСТЬ ПЕДАГОГА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ К ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

¹Федоров В.А., ²Чедов К.В., ³Черных А.В.

¹ФГАОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет», Екатеринбург;

²ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
Пермь, e-mail: chedovkv@yandex.ru;

³КГАУ ДПО «Центр опережающей профессиональной подготовки Пермского края», Пермь

Проблема исследования обусловлена противоречием между потребностями образовательных организаций профессионального образования в педагогах с высоким уровнем умений и способностей к инновационной деятельности и недостаточной разработанностью структуры и содержания понятия «готовность педагога профессионального обучения к инновационной деятельности». Цель исследования – конкретизация содержания понятия готовности педагога профессионального обучения к инновационной деятельности и выявление его структуры. Методами исследования явились: изучение регламентирующих государственных документов; анализ и обобщение данных научно-педагогической литературы и результатов опытно-поисковой деятельности. Авторами предложено конкретизированное определение понятия «готовность педагога профессионального обучения к инновационной деятельности», в котором внимание акцентировано на потенциальных возможностях инновационной деятельности педагога как способа не только успешного решения актуальных педагогических задач, но и профессионального развития педагогического работника учреждения среднего профессионального образования в соответствии с его предпочтениями и особенностями современных требований к профессиональной деятельности. К структурным компонентам готовности педагога профессионального обучения к инновационной деятельности отнесены когнитивный, мотивационный, деятельностный, рефлексивный. Полученный результат создает предпосылки для продолжения исследования в направлении разработки и обоснования организационно-педагогических условий совершенствования рассматриваемого вида готовности педагогов профессионального обучения.

Ключевые слова: готовность педагога профессионального обучения, инновационная деятельность педагога профессионального обучения, профессионалитет

THE CONTENT AND STRUCTURE OF THE CONCEPT OF «READINESS OF A PROFESSIONAL EDUCATION TEACHER FOR INNOVATION»

¹Fedorov V.A., ²Chedov K.V., ³Chernykh A.V.

¹Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg;

²Perm State University, Perm, e-mail: chedovkv@yandex.ru;

³The center of advanced professional training of the Perm region, Perm

The research problem is caused by the contradiction between the needs of educational organizations of vocational education in teachers with a high level of skills and abilities to innovative activity and insufficient development of the structure and content of the concept of “readiness of a vocational teacher to innovative activity”. The purpose of the study is to specify the content of the concept of readiness of a vocational teacher to innovative activity and to identify its structure. The research methods were: study of regulating state documents; analysis and generalization of data of scientific and pedagogical literature and the results of experimental and research activities. The authors proposed a concretized definition of the concept of “readiness of a teacher of vocational education to innovative activity”, in which the attention is focused on the potential of innovative activity of a teacher as a way not only to successfully solve actual pedagogical problems, but also the professional development of a teacher of secondary vocational education institution in accordance with his preferences and features of modern requirements to professional activity. The structural components of a vocational teacher's readiness for innovative activity include cognitive, motivational, activity, and reflexive components. The obtained result creates prerequisites for the continuation of the research in the direction of development and substantiation of organizational and pedagogical conditions of improvement of the considered type of readiness of teachers of vocational training.

Keywords: readiness of a vocational teacher, innovative activities of a vocational teacher, professionalitet

Введение

В настоящее время в Российской Федерации осуществляется модернизация системы среднего профессионального образования (далее – СПО) в условиях реализации

федерального проекта «Профессионалитет» – одной из инициатив в области социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года. Данный проект ориентирован на комплексную реструк-

туризацию региональных систем СПО с целью качественной подготовки кадров в соответствии с запросами реального производства в условиях импортозамещения [1; 2]. В этой связи во всех регионах страны функционируют и продолжают создаваться образовательно-производственные кластеры, ориентированные на интеграцию деятельности учреждений СПО и производственных предприятий, в интересах подготовки квалифицированных кадров, соответствующих актуальным требованиям экономики [3]. Благодаря этому работодатели получают возможность участвовать в создании образовательных программ, учебно-производственных комплексов и их реализации, в том числе за счет увеличения доли практического обучения в реальных производственных условиях. Вследствие этого в образовательных организациях профессионального образования создаются педагогические коллективы, которые должны быть способны реализовывать образовательный процесс в новых условиях, связанных с быстрым реагированием на изменения требований к профессиональной деятельности [4].

Новые условия профессиональной деятельности педагогов, отличающиеся от традиционных, требуют от них высокого уровня развития умений планировать, прогнозировать, проектировать, организовывать, управлять; а также исследовательских и творческих способностей. Ключевым фактором, определяющим успешность развития перечисленных профессиональных умений и способностей педагогов профессионального обучения, становится их инновационная деятельность, так как именно благодаря ей у педагога появляется возможность управлять своим профессиональным развитием и успешно адаптироваться к новым условиям осуществления учебно-воспитательного процесса. Глубокое понимание ценностей и целей современного среднего профессионального образования как интегративного процесса возможно при условии активной роли педагога в совершенствовании собственной не только профессиональной, но и универсальной компетентности. К некоторым её наиболее важным составляющим можно отнести: умение принимать решения гибко и нестандартно, эффективно взаимодействовать со всеми участниками образовательного процесса, успешно адаптироваться к постоянно изменяющимся условиям профессиональной деятельности [5].

Инновационную деятельность следует рассматривать как один из эффективных

способов реализации принципа развертывания опережающего образования в системе непрерывного совершенствования профессиональной компетентности педагога профессионального обучения и в соответствии с выбранной траекторией профессионального становления в течение профессионально активной жизни [6].

Актуальность предпринятого исследования подтверждается характеристиками соответствующих трудовых функций, представленных в Профессиональном стандарте «Педагог профессионального обучения, среднего профессионального образования», который вступит в силу с 1 сентября 2025 г. [7].

Проблема исследования обусловлена противоречием между потребностями образовательных организаций профессионального образования в педагогах с высоким уровнем умений и способностей к инновационной деятельности и недостаточной разработанностью структуры и содержания понятия «готовность педагога профессионального обучения к инновационной деятельности».

Поэтому целью исследования является конкретизация содержания понятия «готовность педагога профессионального обучения к инновационной деятельности» и выявление его структуры.

Материалы и методы исследования

Основой для понимания сущности и выявления структуры готовности педагога профессионального обучения к инновационной деятельности явились идеи В.А. Сластёнина и Л.С. Подымовой, использующих в своих исследованиях личностный подход к интерпретации готовности педагогов к инновационной деятельности [8].

Методами исследования явились: изучение регламентирующих государственных документов; анализ и обобщение данных научно-педагогической литературы и результатов опытно-поисковой деятельности. Метод опроса в форме беседы применен с целью выявления содержания компонентов рассматриваемой готовности на основе анализа практической деятельности инновационно активных образовательных организаций среднего профессионального образования. В опросе приняли участие педагоги 11 колледжей и техникумов Пермского края.

Результаты исследования и их обсуждение

Термины, составляющие исследуемое понятие, схематично представлены на рисунке 1.

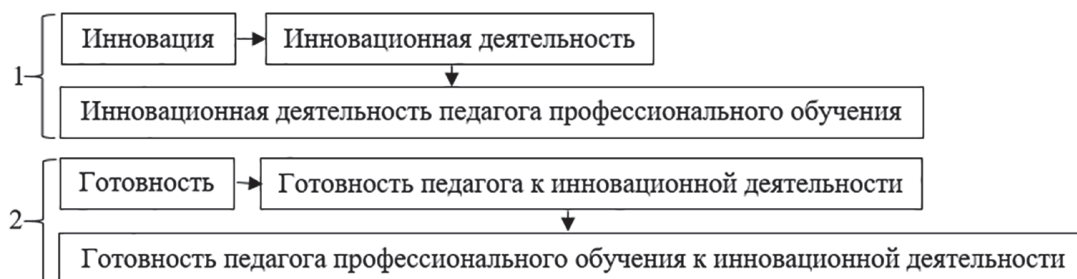


Рис. 1. Термины, составляющие ключевое понятие исследования
 Источник: составлено авторами по результатам данного исследования

Сущность понятия «инновация» авторы раскрывают с разных точек зрения, обобщение которых позволило прийти к заключению, что это не только создание принципиально чего-то нового, но и переосмысление собственной деятельности. С педагогической точки зрения в аспекте предпринятого исследования это понятие означает создание новшеств в содержании, методах, средствах, формах, технологиях, системе управления образовательной деятельностью.

Иновационную деятельность Г.Б. Паршукова характеризует как целенаправленный педагогический процесс, основанный на осмыслении особенного опыта профессиональной деятельности в интересах получения новых знаний, благодаря которым происходят изменения в образовательной системе в целом [9]. В.И. Слободчиков отмечает, что инновационная деятельность педагога является не только способом сознательной и упорядоченной активности по трансформации педагогической практики, но и средством достижения положительных изменений в самом субъекте данной деятельности [10].

Под *инновационной деятельностью педагога профессионального обучения* в рамках данного исследования понимается творческая деятельность по разработке и внедрению в практику подготовки высококвалифицированных специалистов среднего звена педагогических новшеств в со-

держании профессиональной подготовки, его структуре, обоснованном выборе форм, методов, средств и технологий, обеспечивающих практикоориентированность и интенсификацию профессионального образовательного процесса в условиях федерального проекта «Профессионалитет».

Понятие «готовность» современные ученые трактуют по-разному. Ключевые характеристики этого понятия, которые показаны в работе Т.И. Сергеевой [10], приведены на рисунке 2.

В понимании понятия «готовность» в аспекте профессиональной педагогики авторы солидарны с Ю.В. Боленко и Г.Н. Фомицкой [11, с. 37], которые определяют его как систему мотивов, знаний, установок, волевых и эмоциональных компонентов, обеспечивающих способность педагога успешно выполнять профессиональные обязанности.

Само понятие «*готовность педагога к инновационной деятельности*» интерпретируется современными учеными с разных позиций.

По мнению Е.Э. Воропаевой, готовность педагогического работника к инновационной деятельности предполагает его активность для улучшения собственной работы в соответствии с должностными обязанностями посредством осуществления учебно-воспитательного процесса, имеющего инновационную направленность [12; 13].

Ключевые характеристики	Авторы
Психологическая установка	→ (Д. Н. Узнадзе, Б. Е. Фишман)
Профессиональная компетентность	→ (И. А. Зипня, А. К. Маркова)
Активность личности	→ (Т. И. Чечет)
Состояние подготовленности, владение теоретическими знаниями и практическими умениями	→ (Е. А. Гудков, М. И. Дьяченко, А. И. Мищенко)
Комплекс качеств личности	→ (Л. С. Гавриленко, Е. А. Никитина, Н. М. Дресвянникова)

Рис. 2. Ключевые характеристики понятия «готовность»
 Источник: составлено авторами на основе [10]

Готовность педагога к инновационной деятельности, по мнению Т.И. Сергеевой, предполагает определенный уровень сформированности личностных и профессионально значимых качеств, а также мотивов, знаний, умений и навыков, необходимых для успешной деятельности по разработке и внедрению в педагогический процесс новых, эффективных способов решения актуальных проблем [14].

В.А. Сластенин, Л.С. Подымова характеризуют рассматриваемое понятие как комплексное качество личности, благодаря которому обеспечивается эффективность профессиональной деятельности педагога [8].

Принимая представленные выше определения в качестве аналогов и учитывая особенности работы образовательных организаций СПО в образовательно-производственной среде кластера «колледж – предприятие», *готовность педагога профессионального обучения к инновационной деятельности* авторы понимают как *интегративное качество личности, характеризующееся внутренним побуждением к деятельности по созданию, внедрению и распространению педагогических инноваций в содержании профессиональной подготовки, его структуре, в обоснованном выборе форм, методов, средств и технологий, обеспечивающих практикоориентированность профессионального образовательного процесса, обусловленную специфическими запросами к деятельности будущего специалиста среднего звена на обладающем особенностями технологии и оборудования реальном производстве конкретного предприятия, и интенсификацию данного процесса в условиях федерального проекта «Профессионалитет».*

Систематизация работ вышеуказанных исследователей, анализ реальной практики деятельности инновационно активных образовательных организаций среднего профессионального образования Пермского края [15] позволили определить структурные компоненты готовности педагога профессионального обучения к инновационной деятельности: когнитивный, мотивационный, деятельностный, рефлексивный.

Когнитивный компонент готовности педагога профессионального обучения к инновационной деятельности предполагает наличие знаний, необходимых для успешного решения конкретных практических проблем посредством собственных педагогических инноваций: знания о методологии педагогического исследования, сущности ключевых понятий и закономерностей инновационной деятельности, прогрессивных образовательных технологиях.

Мотивационный компонент – включает ценностные установки педагога профессионального обучения к нововведениям, желание осуществлять опытно-поисковую деятельность, понимание целевых ориентиров своей инновационной работы, интерес к педагогическим инновациям и их внедрению в собственную педагогическую практику.

Деятельностный компонент – предполагает наличие способностей у педагога к поисковой активности, владение навыками проектирования и реализации новых технологий и иных педагогических новшеств; умение самостоятельно подбирать и применять методы исследования, планировать и осуществлять опытно-поисковую работу в интересах выявления результативности авторских наработок.

Рефлексивный компонент – проявляется в умении анализировать и обобщать результаты, полученные в ходе грамотного, уместного применения инструментально-измерительных материалов, с целью оценки эффективности авторских педагогических воздействий, выявления преимуществ опытной педагогической деятельности и создания условий для совершенствования достигнутых авторских наработок.

Эти компоненты можно рассматривать в качестве основы для определения актуальных направлений развития профессиональной компетентности конкретного педагога в аспекте становления его исследовательской позиции в рамках индивидуальной траектории повышения профессионального мастерства, а также критериев для оценки уровня развития готовности педагогов к инновационной деятельности.

Одним из направлений деятельности по формированию такой готовности педагогов техникумов и колледжей Пермского края является их научно-методическое сопровождение, реализуемое в рамках сетевого взаимодействия Центра опережающей профессиональной подготовки Пермского края, Уральского государственного педагогического университета и Пермского государственного национального исследовательского университета.

Основными формами этой работы являются семинары (вебинары); онлайн-совещания; консультации; рассылка участникам сети инновационных, информационных и методических материалов; экспертиза научно-исследовательских, методических, учебных материалов; научно-практические конференции; научное сопровождение инновационной деятельности педагогов; подготовка и издание научной и методической продукции.

Благодаря сетевому взаимодействию вышеназванных учреждений в Пермском крае реализуется научно-методическое сопровождение инновационной деятельности педагогов 11 колледжей и техникумов. В качестве наиболее перспективных с точки зрения актуальности и практической значимости следует отметить следующие инновационные проекты: «Организационно-педагогические условия оценки качества образования в рамках реализации образовательных программ среднего профессионального образования» (Пермский институт железнодорожного транспорта – филиал Уральского государственного университета путей сообщения); «Условия успешной профессионализации студентов образовательной организации СПО» (Верецагинский многопрофильный техникум); «Сетевое взаимодействие как механизм интеграции школьного образования, профессиональной подготовки и производства в условиях инновационного развития СПО» (Уральский химико-технологический колледж).

Инновационная деятельность педагога образовательной организации современной системы СПО имеет значительный потенциал для его профессионального становления по мере развития универсальных и профессиональных компетенций. Вызывает уверенность то, что особые условия реализации образовательного процесса, в том числе кадровое партнёрство и социальное сотрудничество профессиональных образовательных организаций и предприятий отраслевой экономики региона, осуществляемые на основе инновационных проектов педагогов, создают предпосылки для подготовки высококвалифицированных специалистов среднего звена по востребованным специальностям.

Заключение

В результате проведенного исследования конкретизировано понятие «готовность педагога профессионального обучения к инновационной деятельности». При этом внимание акцентировано на потенциальных возможностях инновационной деятельности педагога как способа не только успешного решения задач учебно-воспитательного процесса, совершенствования взаимодействия в системе «колледж – предприятие», но и развития профессионально важных качеств педагога образовательной организации СПО в соответствии с его предпочтениями и особенностями современных требований к профессиональной деятельности. Практическая значимость проведенного исследования определяется возможностью применения полученных ре-

зультатов для совершенствования готовности педагогов профессионального обучения к инновационной деятельности в совокупности её когнитивного, мотивационного, деятельностного, рефлексивного компонентов, что обуславливает развитие инновационного потенциала учреждения среднего профессионального образования и не может не оказывать положительного влияния на повышение качества подготовки специалистов среднего звена.

Полученный гуманитарный продукт создает предпосылки для продолжения исследования в направлении разработки и обоснования организационно-педагогических условий совершенствования рассматриваемого вида готовности педагогов профессионального обучения с использованием ресурсов региональной системы повышения квалификации педагогических работников.

Список литературы

1. О проведении эксперимента по разработке, апробации и внедрению новой образовательной технологии конструирования образовательных программ среднего профессионального образования в рамках федерального проекта «Профессионалитет»: постановление Правительства Российской Федерации от 16.03.2022 г. № 387. URL: <http://government.ru/docs/all/139812/> (дата обращения: 25.04.2025).
2. Блинов В.И., Сергеев И.С., Осадчева С.А. Преемственность в образовании: современные подходы // Профессиональное образование и рынок труда. 2025. Т. 13. № 1 (60). С. 6-21. URL: https://admin.po-rt.ru/uploads/ПОРТ%201-2025_6-21_Блинов,%20Сергеев,%20Осадчева.pdf (дата обращения: 20.04.2025).
3. Киреева Э.Ф., Чапаев Н.К. Профессионалитет: модернизация системы среднего профессионального образования // Педагогический журнал Башкортостана. 2022. № 4. С. 65-74. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/professionalitet-modernizatsiya-sistemy-srednego-professionalnogo-obrazovaniya?ysclid=mbj5bewby8532233307> (дата обращения: 27.04.2025).
4. Блинов В.И., Куртеева Л.Н. Профессионалитет – новая сущность и старые смыслы // Техник транспорта: образование и практика. 2021. Т. 2. № 3. С. 248–255. URL: <https://www.ttspo.ru/jour/article/view/217> (дата обращения: 07.05.2025).
5. Zeer E.F., Tretyakova V.S., Kurochina I.A., Bukovei T.D., Beresneva T.V. Teacher's competitiveness at different stages of professional development // Humanities and Social Sciences Reviews. 2019. Т. 7. № 4. С. 1108–1119. URL: <https://elar.rsvpu.ru/bitstream/123456789/40044/1/2-s2.0-85075029344.pdf?ysclid=mbj5fa677m332692645> (дата обращения: 10.05.2025).
6. Федоров В.А., Кубрушко П.Ф., Дубицкий В.В., Фектистов А.В. Профессионально-педагогическое образование в России на современном этапе: концептуальный аспект // Образование и наука. Т. 24. № 7. 2022. С. 11-44. URL: https://elar.rsvpu.ru/bitstream/123456789/42248/1/edscience_2022_07_002.pdf?ysclid=mbj5h1fxds972239999 (дата обращения: 12.05.2025).
7. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 марта 2025 г., № 136н. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202504280013?ysclid=mayufc7ynq73180304> (дата обращения: 22.05.2025).
8. Сластенин В.А., Подымова Л.С. Готовность педагога к инновационной деятельности // Сибирский педагогический журнал. 2007. № 1. С. 42-49. URL: <https://www.elibrary.ru>

ru/download/elibrary_11687141_56794564.pdf (дата обращения: 28.04.2025).

9. Паршукова Г.Б. Инновационная педагогика: современный культурный смысл // Сибирский педагогический журнал. 2012. № 8. С. 9-13. URL: <https://repo.nspu.ru/bitstream/nspu/797/1/sibirskiy-pedagogicheskiy-zhurna.pdf> (дата обращения: 25.04.2025).

10. Слободчиков В.И. Инновационное образование: введение в проблему с какими проблемами могут столкнуться практики при построении инновационной системы? // Муниципальное образование: инновации и эксперимент. № 6. 2008. С. 12-15. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_12881876_68360421.pdf (дата обращения: 23.04.2025).

11. Боленко Ю.В., Фомицкая Г.Н. Формирование и оценка готовности курсантов к профессиональной деятельности // Улан-Удэ: Изд-во Бурятского госуниверситета, 2022. 108 с. URL: https://my.bsu.ru/content/pbl/publications/publication_123.pdf (дата обращения: 05.05.2025) ISBN 978-5-9793-1695-6.

12. Воропаева Е.Э. Методическое сопровождение совершенствования готовности педагога к инновационной деятельности // Политематический сетевой электронный научный журнал кубанского государственного аграрного

университета. 2014. № 101. С. 1344-1356. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_22567495_68235452.pdf (дата обращения: 12.05.2025).

13. Воропаева Е.Э. Структура и критерии готовности педагога к инновационной деятельности // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=13880> (дата обращения: 07.05.2025).

14. Сергеева Т.И. Готовность педагогов к инновационной деятельности в условиях Лаборатории развивающих образовательных технологий (ЛРОТ) // Концепт. 2016. Т. 19. С. 196–198. URL: <http://ekoncept.ru/2016/56283.htm> (дата обращения: 07.05.2025).

15. Федоров В.А., Чедов К.В. Сетевое взаимодействие инновационно-активных профессиональных образовательных организаций: алгоритм создания региональной научно-образовательной сети // Инновации в профессиональном и профессионально-педагогическом образовании: материалы 29-й Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 20–21 мая 2024 г. / под науч. ред. В. А. Федорова; Рос. гос. проф.-пед. ун-т. Екатеринбург, 2024. С. 295-300. URL: https://elar.rsvpu.ru/bitstream/123456789/46538/1/978-5-91256-678-3_2024_058.pdf?ysclid=mbj5uwhje6645016604 (дата обращения: 14.05.2025).

УДК 378.14:372.853
DOI 10.17513/snt.40455

МОДЕЛЬ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ БАКАЛАВРОВ НАПРАВЛЕНИЯ «БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

^{1,2}Чеусова Л.А.

¹ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный социально-педагогический университет»;

²ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет»,
Волгоград, e-mail: cheusovalal@yandex.ru

Цель исследования состоит в разработке и обосновании модели обучения физике бакалавров направления «Биотехнические системы и технологии», позволяющей формировать метапредметное инженерное мышление в ходе изучения физики в вузе. Автором отстаивается точка зрения о необходимости и целесообразности интеграции биотехнической, медико-биологической и физико-математической областей знания как фундаментального и прикладного содержания физики, изучаемой будущими биомедицинскими инженерами в вузе. На основе анализа современных тенденций, наметившихся в инженерной подготовке по физике в вузах России, автором предпринята попытка разработать модель обучения физике бакалавров направления подготовки «Биотехнические системы и технологии», которая включает три основные составляющие: физико-математическая, биотехническая, медико-биологическая. Первая составляющая предполагает формирование основы фундаментальных знаний о физических законах и методах математического моделирования, обеспечивая возможность анализа биосистем и биообъектов. Вторая составляющая ориентирует на применение знаний для разработки и анализа технических устройств, используемых в области ремонта и эксплуатации медицинской аппаратуры, а также на формирование практических навыков, необходимых для работы с техническими устройствами. Третья составляющая нацелена на изучение влияния физических факторов на живые организмы и принципы работы медицинского оборудования, замыкая цикл от теории к практическому применению. В статье приведены примеры физических задач, способствующих развитию метапредметного инженерного мышления у студентов, изучающих физику в контексте будущей профессиональной деятельности.

Ключевые слова: физика в вузе, подготовка биомедицинских инженеров, модель обучения

MODEL OF TEACHING BACHELORS OF "BIOTECHNICAL SYSTEMS AND TECHNOLOGIES" DIRECTION TO PHYSICS

^{1,2}Cheusova L.A.

¹Volgograd State Social and Pedagogical University;

²Volgograd State Medical University, Volgograd, e-mail: cheusovalal@yandex.ru

The aim of the research is to create and give theoretical and applied substantiation to the model of teaching bachelors of the direction "Biotechnical systems and technologies" to physics, which allows to form meta-engineering thinking during the study of physics in higher education. The author defends the point of view on the necessity and expediency of integration of biotechnical, medical-biological and physical-mathematical fields of knowledge as fundamental and applied content of physics studied by future biomedical engineers in higher education institution. Based on the analysis of modern trends in engineering training in physics at Russian universities, the author has made an attempt to develop a model of physics education for Bachelors of Biotechnical Systems and Technologies direction, which includes three main components: physical and mathematical, biotechnical, medical and biological. The first component involves the formation of the basis of fundamental knowledge of physical laws and methods of mathematical modeling, providing the ability to analyze bio-systems and bio-objects. The second component focuses on the application of knowledge for the development and analysis of technical devices used in the repair and operation of medical equipment, as well as on the formation of practical skills necessary for working with technical devices. The third component aims to study the effects of physical factors on living organisms and the principles of operation of medical equipment, closing the cycle from theory to practical application. The article presents examples of physical tasks that contribute to the development of meta-engineering thinking in students studying physics in the context of future professional activity.

Keywords: physics at university, training of biomedical engineers, teaching model

Введение

В современном мире медицинские технологии стремительно развиваются, требуя от специалистов не только глубоких знаний в области медицины, но и понимания инженерных принципов, лежащих в основе работы сложного диагностического и лечебного оборудования. По программе бакалавриата направления подготовки «Биотехнические системы и технологии» в вузах готовят спе-

циалистов, способных разрабатывать, внедрять и обслуживать медицинскую технику, а также применять ее для решения клинических задач. Одной из фундаментальных дисциплин в инженерной подготовке медико-биологического профиля является физика, играющая ключевую роль в формировании метапредметного инженерного мышления и понимания принципов функционирования биомедицинских и биотехнических систем.

Профессия инженера любого направления подготовки традиционно привлекала внимание научного и культурного сообщества. Исследования О.В. Топорковой свидетельствуют о том, что в прошлом российская система высшего технического образования была одной из лучших в мире. Однако в последние годы наблюдается отставание страны в технологической сфере, что, в свою очередь, требует усиления внимания к вопросам подготовки инженерных кадров, сочетающих профессиональную компетентность с гуманистическими ценностями и гражданским самосознанием [1]. Долгое время в высших технических учебных заведениях преобладала узкая специализация, что затрудняло изучение новых дисциплин и ограничивало кругозор будущих инженеров. В условиях современного экономического и промышленного развития, а также активного внедрения компьютерных технологий и информационных систем во все аспекты жизни инженерное образование требует радикальных преобразований.

Цель исследования состоит в обосновании и разработке модели обучения физике бакалавров направления «Биотехнические системы и технологии», учитывающей специфику медико-биологического профиля.

Материал и методы исследования

Материал и методы исследования: анализ научно-исследовательской литературы по проблеме исследования, работа с понятийным аппаратом исследования, обобщение проблем подготовки по физике будущих инженеров в вузе.

Результаты исследования и их обсуждение

Проблемам подготовки будущих инженерных кадров в вузах России посвящено большое количество исследований. Например, в работах известных ученых-методистов В.С. Шарощенко, И.В. Разумовской и Н.В. Шароновой описаны теоретико-методологические основы подготовки инженерных кадров в России, и в качестве основной составляющей подготовки инженера любого профиля на различных этапах его становления, по их мнению, является физическая [2]. В современных исследованиях, посвященных ключевым проблемам обучения будущих инженеров, научное сообщество выделяет проблему подготовки инженеров в вузах России в соответствии с требованиями, предъявляемыми к специалистам инженерного профиля со стороны высокотехнологичного бизнеса и промышленности, а также проблему формирования цифровых компе-

тенций как базовых во всех сферах профессиональной деятельности инженера [3].

Исследователь Т.И. Шишелова акцентирует внимание на необходимости практического применения моделирования в обучении физике будущих инженеров, идея которого состоит в разработке методического аппарата для активного использования моделей как инструмента познания будущих инженеров. В ее исследовании, посвященном поиску путей повышения качества инженерного образования, продемонстрирована значимость интеграции моделирования в практические занятия и лабораторные работы, как ключевого элемента современной методики преподавания физики для обучающихся технических специальностей, в том числе возможность применения различных видов моделирования с целью развития исследовательских навыков, формирования системного мышления и углубленного усвоения физики специалистами инженерного профиля [4].

Анализ проведенных исследований по проблемам инженерного образования в России показал, что для успешного развития личности студентов в области инженерного образования необходим целостный подход, включающий: интеграцию гуманитарных и естественно-научных знаний, активное использование междисциплинарности, внедрение практико-ориентированных методов обучения, развитие критического и творческого мышления, формирование коммуникативных и командных навыков работы, а также создание образовательной среды, стимулирующей саморазвитие и самореализацию будущих инженеров. Важной составляющей подготовки инженера является интеграция профильного специализированного и фундаментального физического аспекта в процесс изучения физики, т.к. это делает обучение не только актуальным для будущего специалиста, но и более инновационным и современным [5; 6].

В работе Э.Д. Алисултанова, Р.В. Юсупова акцентируется внимание на значимости индивидуализации инженерно-технического образования как основы развития личностно ориентированного подхода к обучению студентов инженерно-технических вузов [7].

Наряду с инвариантной естественно-научной подготовкой в вузе будущих инженеров, заключающейся в освоении дисциплин физико-математического блока, существует вариативная часть области знаний, применительно к профилю (или направлению) инженерной подготовки. В частности, инженерная компетентность в области медицины предполагает:

- стратегическую интеграцию: инженерные решения в медицине;
- междисциплинарную подготовку: интеграцию технических, биологических, медицинских, этических и социальных знаний;
- инновационное совершенствование: развитие технологий и внедрение инноваций;
- комплекс компетенций: интеграцию знаний, умений, навыков и способностей, включая аналитические, управленческие и этические аспекты;
- этическую ответственность: соблюдение этических норм и социальную ответственность.

Формирование инженерной компетентности направления подготовки «Биотехнические системы и технологии» требует включения в содержание физики прикладного медицинского аспекта, изучения устройства и принципа действия медицинской техники на организм человека, в том числе и основ биомедицинской инженерии, а также решения задач и выполнения заданий по физике для приобретения навыков работы с медицинской техникой.

В качестве примера можно привести следующие задачи по физике для формирования профессиональных компетенций будущего инженера по ремонту и эксплуатации медицинской техники.

Задача 1. Предложите техническое решение для охлаждения установки мощностью 10 кВт, в которой используется проточная вода в трубке диаметром 15 мм. Известно, что проточная вода нагревается на 15°C. Определите, с какой скоростью движется вода по трубке? Считать, что вся мощность установки идет на нагрев воды.

Для решения данной задачи студенты, анализируя требования, проектируют систему, рассчитывают тепловую нагрузку, проводят экономический анализ и предлагают рекомендации по оптимизации. Задача нацелена на создание эффективной и экономичной системы охлаждения, обеспечивающей оптимальные условия для работы с биоматериалами, а также на развитие практических инженерных навыков.

Другим примером типовой физической задачи для будущих инженеров биотехнического профиля может стать преобразованная задача за счет введения в ее условие дополнительной учебной медико-биологической информации с акцентом на инженерно-технический аспект.

Задача 2. Для ультразвука частотой 800 кГц коэффициент поглощения мышечной ткани равен 0,19 см⁻¹. Определить толщину биоткани, соответствующую уменьшению интенсивности ультразвука вдвое.

Цель состоит в определении оптимальных параметров датчика, таких как частота излучения и глубина проникновения, для получения наиболее четких изображений внутренних органов. Для достижения этой цели студенты применяют методы моделирования, экспериментальных исследований на образцах тканей и анализа полученных данных, что позволяет им выбрать лучший тип датчика для различных медицинских обследований.

В настоящее время при подготовке инженерных кадров наблюдается разноплановость подходов. Одни исследователи придерживаются мнения о необходимости сбалансированного сочетания фундаментальных знаний и профессиональной специализации, рассматривая их как взаимосоиливающие элементы, другие – перспективной стратегии подготовки специалистов широкого профиля, обладающих междисциплинарной эрудицией, способных к адаптивному применению современных технических средств и владеющих навыками предвидения и предотвращения форс-мажорных обстоятельств [8; 9].

Решение организационно-методических проблем преподавания физики в вузе, в том числе будущим инженерам направления подготовки «Биотехнические системы и технологии», сводится к практической ориентации профессии инженера, зачастую приближенной к реальной производственной среде. К выпускникам инженерного направления подготовки «Биотехнические системы и технологии» предъявляются особые требования. Они должны знать теорию и практику эксплуатации медицинской техники, уметь работать с технической документацией, осуществлять ремонт различных аппаратов, инструктировать медицинских работников о правилах и технике безопасности эксплуатации приборов и иметь конкурентоспособные навыки разработки новых приборов и конструкций медицинского назначения.

Курс физики в инженерном образовании ориентирован на интеграцию фундаментальных знаний с профессиональной направленностью, применение практико-ориентированного подхода и адаптацию под конкретную специальность будущего инженера [10; 11]. Предназначенный для бакалавров направления подготовки «Биотехнические системы и технологии», курс физики в вузе отличается ярко выраженной биомедицинской ориентацией и практической направленностью на медицинскую технику и ее применение к живому организму человека.

**Модель обучения физике бакалавров направления подготовки
«Биотехнические системы и технологии»**

СОСТАВЛЯЮЩИЕ МОДЕЛИ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ	Физико-математическая	способствует формированию знаний физических законов и закономерностей и развитию умений описывать математическим «языком» физико-технические процессы в биосистемах и биообъектах, а также осуществлять аналитические выводы систем уравнений, объясняющих физические явления и процессы в органах и биотканях человека
	Биотехническая	направлена на формирование знаний биотехнических механизмов и устройств и навыков работы с медицинской электронной аппаратурой и оценки принципов ее действия на биосистемы и биообъекты, а также готовности к проектированию биотехнических моделей (конструкций и т.п.)
	Медико-биологическая	подразумевает освоение учебного материала по физике медико-биологического содержания о влиянии физических факторов на биоткани и живой организм в целом и о применении медицинской физиотерапевтической аппаратуры и других технических устройств, используемых в медицинской практике

Примечание: составлено автором.

Основной целью освоения физики медико-биологического содержания является формирование у будущих инженеров компетенций, позволяющих эффективно работать с медицинской аппаратурой и понимать биофизические аспекты ее функционирования. Содержание физики для инженера медико-биологического профиля охватывает изучение принципов работы электронной и физиотерапевтической медицинской техники, физических основ воздействия высокочастотных токов и полей, устройства и принципов действия аппаратов диатермии, дарсонвализации и микроволновой терапии, а также физических процессов, происходящих в биосистемах, и основ электробезопасности при использовании и ремонте медицинской техники.

По этой причине целесообразно внедрять новую модель обучения физике бакалавров направления подготовки «Биотехнические системы и технологии», основная идея которой состоит в интеграции фундаментальной и прикладной области знаний для биомедицинского инженера через введение трех основных составляющих в содержание курса физики и процесс его освоения в вузе (таблица).

Такая модель обучения физике позволяет развивать «метапредметное инженерное мышление», под которым понимается процесс усвоения и логики использования совокупности физико-математических, биотехнических и медико-биологических знаний. При наличии метапредметного инженерного мышления с профильной ориентацией будущему инженеру направления подготовки

«Биотехнические системы и технологии» легче решать задачи, требующие понимания как технических характеристик медицинского оборудования (например, физиотерапевтических аппаратов УВЧ- и СВЧ-диапазонов), так и физических процессов, происходящих в живых системах (например, рост температуры растворов электролита и диэлектрика при их внесении в переменное электрическое поле ультравысокой частоты).

Выводы

1. Для соответствия требованиям подготовки инженерных кадров в вузах России и общественному запросу на высококвалифицированные инженерные кадры по ремонту и эксплуатации медицинского оборудования необходимо выстраивать обучение физике в вузе на основе предложенной модели через интеграцию медико-биологической, биотехнической и физико-математической составляющих обучения физике будущего биомедицинского инженера, что способствует развитию его метапредметного инженерного мышления.

2. Обоснована модель обучения физике бакалавров «Биотехнические системы и технологии», учитывающая профиль инженерной деятельности и интегрирующая фундаментальные и прикладные аспекты содержания физики, изучаемой в контексте будущей профессиональной деятельности инженеров.

3. Разработана и внедрена в образовательный процесс ВолгГМУ модель обучения физике бакалавров направления подготовки «Биотехнические системы и технологии».

4. Дополнено научное знание теоретико-практическим обоснованием новой модели обучения физике бакалавров направления подготовки «Биотехнические системы и технологии» и доказана необходимость и целесообразность интеграции физико-математической, биотехнической, медико-биологической составляющих при обучении физике будущих инженеров медико-биологического профиля в вузе с целью формирования у них «метапредметного инженерного мышления» как основы совокупности профессиональных компетенций.

Заключение

Обучение физике будущих инженеров направления подготовки «Биотехнические системы и технологии» должно учитывать медико-биологическую специфику будущей профессии данного профиля и включать в себя не только изучение общих разделов физики, но и применение знаний по физике из них к области медицины. Это, с одной стороны, требует интеграции физики с профильными областями знаний и клиническими дисциплинами, которые студенты изучают на старших курсах в вузе, с другой – ориентации на формирование практических навыков работы у будущих специалистов с медицинской аппаратурой. Следовательно, если подготовка по физике будущих инженеров медико-биологического профиля будет выстраиваться на основе предложенной модели, позволяющей учитывать специфику профессиональной деятельности будущего инженера по ремонту и эксплуатации медицинской аппаратуры, то формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО для бакалавриата по направлению подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» будет осуществляться комплексно, способствуя развитию метапредметного инженерного мышления у биомедицинских инженеров.

Список литературы

1. Топоркова О.В. Принципы адаптации информационного зарубежного опыта подготовки инженеров в Российской системе высшего технического образования // PRIMO ASPECTU. ВолгГТУ. 2022. № 4. С. 46-51. DOI: 10.35211/2500-2635-2022-4-52-46-51.
2. Шарощенко С., Разумовская И.В., Шаронова Н.В. Физическая составляющая подготовки инженера на различных этапах его становления // Физика в системе современного образования (ФССО-2023): Материалы XVII Международной конференции (г. Санкт-Петербург, 27–30 июня 2023 г.). Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2023. С. 475-481.
3. Галиханов М.Ф., Кондратьев В.В., Ахметов И.Г., Ганиева Г.Р. Инженерное образование в условиях цифровизации и перехода к зелёной экономике – СИНЕРГИЯ-2022 (обзор конференции) // Высшее образование в России. 2022. Т. 31. № 12. С. 130–149. DOI: 10.31992/0869-3617-2022-31-12-130-149.
4. Шишелова Т.И., Храмовских М.А. Роль физики в повышении качества инженерного образования студентов направления «строительство» ИРНИТУ // Современные проблемы науки и образования. 2023. № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32673> (дата обращения: 10.06.2025). DOI: 10.17513/spno.32673.
5. Похолков Ю.П. Инженерное образование России: проблемы и решения. Концепция развития инженерного образования в современных условиях // Инженерное образование. 2021. № 30. С. 96-107. DOI: 10.54835/18102883_2021_30_9.
6. Борецкий Д.С. Проблемы инженерного образования в России // Фундаментальные основы механики. 2023. № 11. С. 93-95. DOI: 10.26160/2542-0127-2023-11-93-95.
7. Алисултанова Э.Д., Юсупова Р.В., Исаева М.З. Технологии индивидуализации обучения в инженерном образовании // Мир науки. Педагогика и психология. 2021. Т. 9. № 6. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/09PDMN621.pdf> (дата обращения: 03.06.2025).
8. Чеусова Л.А. Инженерно-технический аспект подготовки по физике обучающихся медицинского вуза по направлению «Биотехнические системы и технологии» // Инженерное образование в условиях цифровизации общества и экономики: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (г. Волгоград, 16 октября 2023 г.). Чебоксары: Издательский дом «Среда», 2023. С. 72-75.
9. Лидер А.М., Слесаренко И.В., Соловьев М.А. Современный опыт инженерно-технической подготовки в ведущих зарубежных университетах // Университетское управление: практика и анализ. 2021. № 25 (1). С. 18-34. DOI: 10.15826/umpra.2021.01.002.
10. Каминский А.В. Практико-ориентированный подход к подготовке обучающихся по инженерным специальностям // Современное педагогическое образование. 2024. № 1. С. 111-115.
11. Горшкова О.О. Подготовка выпускника инженерного вуза в практико-ориентированный формате при взаимодействии с предприятиями реального сектора экономики // Современные проблемы науки и образования. 2025. № 1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=33928> (дата обращения: 10.06.2025). DOI: 10.17513/spno.33928.

УДК 376.6(510)
DOI 10.17513/snt.40456

СОЦИАЛЬНОЕ СИРОТСТВО В КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Яковлева Н.Ф., Ди Бинь

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный педагогический университет
имени В.П. Астафьева», Красноярск, e-mail: natalia_mclaren@mail.ru

Статья посвящена рассмотрению состояния социального сиротства в современном Китае, поскольку проблема воспитания, обучения и развития детей, оставшихся без попечения родителей, носит международный характер и актуальна для большинства стран. Целью работы является анализ причин социального сиротства в Китае, его статистики и структуры, стратегии государственной политики по оказанию поддержки детям-сиротам и детям, оставшимся без попечения родителей. Представлено рассмотрение базовых принципов традиционного воспитания в китайских семьях, основанных на многовековых традициях, нарушение которых подрывает устои семьи и порождает рост числа детей, лишенных родительского попечения. Описана структура социального сиротства, образованная брошенными, оставленными и «теневыми» детьми. Исследованы направления государственной политики в сфере профилактики и преодоления социального сиротства. Осмысление различных аспектов социального сиротства расширяет представление об этой острой социальной проблеме и обогащает недостаточно изученные аспекты педагогической науки не только Китая, но и России, поскольку материалами исследования послужили диссертации, монографии, научные статьи китайских и российских ученых, посвященные проблемам детей, оставшихся без попечения родителей. Исследование осуществлялось на теоретическом и эмпирическом уровнях комплексом взаимосвязанных методов, адекватных изучаемым феноменам. Теоретические методы включали проблемный анализ воспитания детей в китайских семьях; причинно-следственный анализ роста числа детей, лишенных родительского попечения, стратегий воспитания детей в детских домах. Эмпирическими методами выступили анализ педагогической документации, педагогическое наблюдение, опрос воспитанников и воспитателей Цицкарского детского дома.

Ключевые слова: социальное сиротство в Китае, дети, лишенные родительского попечения, детские дома Китая

SOCIAL ORPHANHOOD IN THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Yakovleva N.F., Di Binh

Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafey,
Krasnoyarsk, e-mail: natalia_mclaren@mail.ru

The article is devoted to the consideration of the state of social orphanhood in modern China, since the problem of upbringing, education and development of children left without parental care is of an international nature and is relevant for most countries. The purpose of the work is to analyze the causes of social orphanhood in China, its statistics and structure, and the strategy of state policy to support orphaned children and children left without parental care. The article presents a review of the basic principles of traditional upbringing in Chinese families based on centuries-old traditions, the violation of which generates an increase in the number of children deprived of parental care. The structure of social orphanhood formed by abandoned, abandoned and "shadow" children is described. The directions of state policy in the field of prevention and overcoming social orphanhood are investigated. Understanding various aspects of social orphanhood expands the understanding of this acute social problem and enriches the insufficiently studied aspects of pedagogical science not only in China, but also in Russia, since the research materials were dissertations, monographs, and scientific articles by Chinese and Russian scientists. dedicated to the problems of children left without parental care. The research was carried out at the theoretical and empirical levels by a set of interrelated methods adequate to the studied phenomena. Theoretical methods included a problem-based analysis of child rearing in Chinese families; a causal analysis of the growing number of children deprived of parental care, and strategies for raising children in orphanages. The empirical methods were the analysis of pedagogical documentation, pedagogical observation, and a survey of pupils and tutors of the Tsitsikar orphanage.

Keywords: social orphanhood in China, children deprived of parental care, orphanages in China

Введение

Проблема институциональной заботы о детях, лишенных родительского попечения, носит международный характер и существует во многих странах Азии, в том числе в Китае. Порождающие ее причины разнообразны, структура и численность специфичны для каждой страны, но существует и общий радикал – педагогический, заключающийся в необходимости государ-

ственной поддержки мер по воспитанию, обучению и развитию детей, лишенных семьи. Острота и актуальность проблемы лишения детей родительского попечения привлекла внимание государства, и для сдерживания порождающих ее тенденций в 2021 г. был принят Закон Китайской Народной Республики о содействии семейному воспитанию. К сожалению, проблема не привлекла внимания широкой педагогической обще-

ственности, и работ по научному осмыслению ее современного состояния немного как в российских, так и в китайских источниках. Между тем изучение данной проблемы актуально для обеих стран, поскольку педагогическая наука Китайской Народной Республики успешно внедряет лучшие образцы теории и практики российского образования, а российская наука анализирует и сопоставляет тенденции острых социально-педагогических проблем в других странах для нахождения оптимальных решений их преодоления и трансляции международного опыта. Анализ показал, что в немногочисленных современных публикациях рассматриваются подходы в семейном воспитании детей в Китае, вопросы защиты детства, феномены «оставленных детей», правовые аспекты усыновления и опеки китайских сирот. Следует отметить незаполненные «лакуны» научного знания – численность детей-сирот Китая, структуру социального сиротства, причины и факторы лишения детей родительского попечения, содержание психолого-педагогической деятельности детских домов. Исходя из проблемной ситуации, связанной с недостаточностью научного знания, поставлена цель исследования – анализ статистики, структуры и причин социального сиротства в Китае, описание стратегии государственной политики по поддержке детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей и помещенных в социальные учреждения для несовершеннолетних.

Материалы и методы исследования

Материалами исследования послужили диссертации, монографии, научные статьи китайских и российских ученых, посвященные проблеме социального сиротства в Китае. В работе использовался комплекс взаимосвязанных методов, адекватных изучаемым феноменам. Теоретические методы включали проблемный анализ состояния социального сиротства в Китае, причинно-следственный анализ его динамики, форм государственной заботы о детях, лишенных родительского попечения. Эмпирические методы включали анализ педагогической документации детских домов, педагогическое наблюдение, опрос воспитанников и воспитателей детского дома.

Результаты исследования и их обсуждение

Единицами исследования выступили понятие, структура и причины социального сиротства, традиции воспитания в китайских семьях, статистика, формы государственной заботы о детях, лишенных роди-

тельского попечения, направления и содержание деятельности с воспитанниками детских домов.

Традиции воспитания в китайских семьях имеют двухтысячелетнюю историю и направлены на совершенствование, нравственное воспитание и обучение детей, ориентированное на практику повседневной жизни. Семья является главной ценностью и фундаментальным элементом китайского общества. Воспитание детей является одной из основных функций семьи, а родители – первыми и самыми важными трансляторами таких семейных ценностей, как уважение к родителям и родственникам, верность долгу, честность в отношениях. В работах китайских ученых Ч. Чжан, Ж. Вэй изложены принципы китайского воспитания, сохраняющие черты народной педагогики и отражающие менталитет жителей Поднебесной [1, с. 12; 2, с. 9]. Одним из таких принципов является *следование примеру родителей*, выступающих образцами ролевого социального поведения, посредством воспроизведения их действий, поступков, ритуалов. Нарушение данного принципа исследовалось в работах Бражник Е.И., Чжу Фанлу, показавших, что примеры асоциального поведения родителей перенимаются их детьми. Например, из 10 млн наркозависимых в Китае более 7 млн – это подростки и молодежь. В таких крупных городах, как Пекин и Шанхай, почти каждый второй школьник с 10-летнего возраста пробует алкоголь и табакокурение [3, с. 3].

Следующий принцип семейного воспитания в Китае отражает диалектику двух подходов – гуманности и требовательности и воплощается в *проявлениях родителями одновременно любви и строгости* к своим детям. Воплощение данного принципа довольно затруднено, поскольку на одного ребенка в семье приходится до шести взрослых, участвующих в его воспитании (родители, бабушки и дедушки со стороны матери и отца). Поэтому воспитание часто центрируется на проявлениях любви, всевозможных поощрениях в ущерб требовательности, что приводит к избалованности детей. Третий рассматриваемый принцип ориентирован на *образование*, которое является безусловной ценностью, поскольку образованному человеку в Китае обеспечена трудовая занятость и материальная обеспеченность. В работе Ч. Шуан, Т.Н. Попковой показано, что, к сожалению, китайская система школьного образования построена на коллективном обучении в классах с количеством учеников от 50 чел., поэтому не всегда может обеспечить индивидуальный и персонализированный подход к каж-

дому ученику. Поэтому принцип *учета интересов, способностей и психофизических особенностей*, о необходимости которого говорил еще Конфуций, не в полной мере реализуется в образовательной практике [4]. Приведенный анализ далеко не полного перечня принципов свидетельствует о постепенном «размывании» китайских традиций и ценностей семейного воспитания.

Социальное сиротство – уродливое общественное явление, когда родители отказываются либо не способны выполнять свои функциональные обязанности, и государство вынуждено выполнять обязательства по содержанию, воспитанию, развитию детей. В отличие от сиротства, причиной которого является смерть родителей, причины социального сиротства связаны с лишением родителей родительских прав, нахождением в розыске или в местах лишения свободы и др. Анализ *статистики социального сиротства* показывает противоречивые данные. По одним данным общее число детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, приближается к миллиону, по другим – их 340055 чел. [5]. В Китае сложилась уникальная *структура*, основанная на двух феноменах – сиротстве и социальном сиротстве, образованном «оставленными» и «теневыми» детьми». Дети-сироты – это дети умерших родителей, у которых нет родственников, способных выступить опекунами. Это не самая многочисленная категория, в общей массе их не более 10%. «Оставленные» дети – это дети в возрасте до 16 лет, у которых родители вынуждены уезжать из дома в поисках работы. Особенности экономики Китая таковы, что большой объем сельской рабочей силы уезжает в крупные города в поисках работы. При этом уезжают лишь работоспособные ее члены, а дети нередко просто остаются дома одни, без средств к существованию. Официальной статистики о таких детях обнаружить не удалось, но в исследовании А.П. Багировой, Д. Янь приведены данные о том, что в 2016 г. их насчитывалось более 9 млн, в 2020 г. – около 6 млн чел [6].

«Теневые» дети – это родившиеся вторые, третьи и последующие дети, не получившие регистрации как граждане Китая в период действия стратегии «Одна семья – один ребенок». Родители иногда просто оставляли новорожденных на улице или подбрасывали к дверям приютов. Судьба ненужных или «теневых» детей была нелегкой: они скитались, использовались в качестве дешевой рабочей силы на нелегальных фабриках, вредных производствах, работая за мизерную зарплату по 10 ч в день, становились жертвами различных пре-

ступлений. Можно предположить, что такие дети, не получившие положительного опыта семейного воспитания, во взрослом возрасте сами становились источниками репликативного сиротства, бросая собственных детей.

В *стратегии государственной политики Китая по преодолению социального сиротства* с педагогических позиций условно можно выделить два аспекта – нормативно-правового регулирования семейного воспитания и поддержки институционального воспитания детей в детских домах. Первым документом, предусматривающим ответственность родителей за воспитание детей, стал Закон Китайской Народной Республики о содействии семейному воспитанию, вступивший в силу с 01.01.2022. Целью закона является «развитие лучших китайских традиций семейного воспитания, привлечение внимания всех слоев общества к институту семьи, укреплению семейных уз и социальной гармонии, всестороннего развития морально-нравственного, умственного, физического, эстетического и трудового воспитания строителей и последователей социализма» [7]. В главе 2 Закона в ст. 14–23 прописаны обязанности родителей, опекунов и других членов семьи по воспитанию детей. Эти обязанности можно условно разделить на несколько групп, в которых изложены установки на воспитание ценностей: патриотизма (любви к партии, Родине, народу, коллективу; дисциплинированности и законопослушности, уважения к морали и стремления к добру); семьи (горячей любви к семье, соблюдения семейной этики, уважения к старшим и любви к младшим, чувства сплоченности и взаимопомощи); жизни (наличия у детей необходимого баланса питательных веществ, двигательной активности; привычек здорового образа жизни); психического здоровья (безопасного поведения на транспорте, на воде, в интернете; противодействия мошенничеству, похищению людей, сексуальному насилию, травле; способности к самозащите); образования и труда (представления о жизненном успехе, стремления к образованию и выполнению посильных трудовых обязанностей, выносливости и стойкости в ситуациях трудностей и лишений). Законом о содействии семейному воспитанию также предусмотрено оказание государственной поддержки семьям в трудной жизненной ситуации, одной из форм которой является помещение ребенка в детский дом [8].

История детских домов Китая исследовалась Е.В. Михалкиной, С. Чжан, согласно которым первые детские дома в Китае как форма поддержки институционального

воспитания предназначались для брошенных младенцев и детей родителей, погибших во время войн. Основным их предназначением было содержание сирот для их выживания. Современные детские дома – это учреждения комплексного социального обеспечения на принципах приоритета образовательных интересов, материальных потребностей и социокультурных запросов детей. Сегодня в Китае действуют около 4500 детских домов, в основном негосударственных, где предусмотрены места для 990 тыс. детей. Их функции расширились и включают уход за детьми, лечение и медицинское обслуживание, реабилитацию, психологическую помощь. Деятельность детских домов носит межведомственный характер, предусматривающий тесное сотрудничество со школами и медицинскими организациями. Школ в составе детских домов нет, воспитанники, как правило, обучаются в близлежащих школах вместе с «домашними» детьми [9, с. 56–68].

Причины, по которым дети лишаются родительского попечения, исследованы недостаточно. В немногочисленных работах можно найти сведения о том, что в детских домах дети умерших родителей не являются основным контингентом детских домов, поскольку их не более 15–17%, в основном это дети, не имеющие других родственников для передачи под опеку. Однако существуют детские дома, в которых сироты составляют до 40–50%. В других – самая распространенная категория социальных сирот – больные дети и дети-инвалиды, они составляют до 25% численного состава. Родители у них есть, но они не в состоянии содержать и обеспечивать ребенка с отклонениями в развитии. Отдают детей в детские дома несовершеннолетние матери, а также женщины, родившие вне брака (21%). Примерно каждый пятый воспитанник изымается из семей родителей с алкогольной и наркологической зависимостью, а также родителей, приговоренных к лишению свободы. Z. Jinbao приводит данные о том, что помещают в детские дома также в случаях, если семья не в состоянии воспитывать своих детей по причине крайней бедности, таких детей примерно 16% [10, с. 78–89]. Помещение в детский дом обеспечивает этим детям государственные гарантии для жизнеобеспечения, обучения, воспитания и развития, а в ряде случаев спасает от гибели. В работе J. Fei показано, что детские дома ведут широкомасштабную деятельность по усыновлению и устройству детей в приемные семьи [11].

Исследован вопрос о содержании педагогической деятельности с детьми в детском доме. В работе российского ученого

Л.С. Калашника показано, что она строится с опорой на так называемую «Великую четверку» направлений воспитательного процесса детского дома. Это базис, образованный нравственным, трудовым, физическим и патриотическим воспитанием, считается классикой педагогической науки социалистического Китая [12]. Анализ воспитательной практики, проведенный Ц. Би [13, с. 26], С. Ван [14, с. 6] показал, что в последние годы в Китае наблюдается смена воспитательной парадигмы, смещающейся от авторитарной к гуманистической. Это проявляется в переходе от массового воспитания к воспитанию индивидуальному, от единообразия к вариативности, от мозаичного построения воспитательного процесса к системности.

При этом подчеркнем, что работ по описанию методического обеспечения институционального воспитания, его процессуальной организации в детских домах, мониторинга результатов практически нет.

В качестве примера можно привести эмпирические данные, полученные авторами на выборке из 130 воспитанников Цицарского детского дома, принадлежащего Харбинскому муниципалитету. Распределение по полу – 53, 3% мальчиков, 47,7% девочек, по возрасту – 53,9% подростков, 34,6% детей младшего школьного возраста, 11, 5% дошкольников. Установлено, что причинами помещения в детский дом являются: смерть родителей (34,6%), финансовые трудности семьи (26,9%), семейное насилие (23,1%), другие причины (15,4%). Исследование проводилось с целью выявления психологического состояния детей и их удовлетворенности бытовыми и гигиеническими условиями, питанием, дошкольным и школьным образованием. Анализ психологической документации показал, что почти половина детей часто испытывает чувство одиночества (46,2%), каждый десятый тревожится за свое будущее. Подавляющее большинство детей считают бытовые и гигиенические условия хорошими (73,1%), однако 8% детей недовольны теснотой спален и хотели бы жить в более просторных помещениях. Разнообразием и количеством пищевого рациона довольны почти 70% детей, остальные 30% считают, что нужно улучшить меню. Более четверти детей заявили, что они испытывают трудности в обучении и им нужны дополнительные занятия по школьным предметам (26,9%). Свыше половины воспитанников высказали желание улучшить условия для спорта и творчества (57,7%). Опрос воспитателей о том, с какими проблемами они сталкиваются в воспитании детей, лишенных родительско-

го попечения, показал, что основные трудности связаны с агрессивным поведением и вредными привычками (курением, употреблением психоактивных веществ), которые зафиксированы у 26,9% подростков [15].

Заключение

Социальное сиротство в Китае является острой социальной проблемой и вызывает серьезную озабоченность государства и педагогической общественности. Исследование статистики детей, лишенных родительского попечения, показало противоречивые данные о их численности в различных источниках, расхождение между которыми достигает сотен тысяч, что требует дополнительных исследований. В структуре социального сиротства выявлены «оставленные» уехавшими в поисках работы родителями дети и «теневые» дети, незарегистрированные как граждане Китая. Такие причины, как правонарушительное и зависимое поведение родителей, насилие в отношении детей, не получили достаточного освещения и теоретического осмысления в научных работах. Эмпирический анализ контингента воспитанников Цицкарского детского дома показал, что причинами лишения родительского попечения являются смерть родителей, бедность семьи и домашнее насилие. Не удалось обнаружить исследований, посвященных формам, методам, средствам институционального воспитания детей в детских домах, нет работ по методическому сопровождению их педагогической поддержки и психологической коррекции. Это ставит задачу проведения дальнейших совместных российско-китайских исследований структуры, источников и факторов социального сиротства в Китае, стратегий его профилактики и преодоления, разработки технологий и методик педагогической поддержки и психологической коррекции детей в детских домах.

Список литературы

1. Чжан Ч. Развитие гуманистических традиций семейного воспитания в России и Китае: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Волгоград, 2015. 27 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dissercat.com/content/razvitie-gumanisticheskikh-traditsii-semeinogo-vospitaniya-v-rossii-i-kitae> (дата обращения: 20.06.2025).
2. Вэй Жочжу. Семейная политика в КНР (управленческий аспект) автореф. дис. ... канд. социол. наук. Москва, 2019. 23 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dissercat.com/content/semeinaya-politika-v-krn-upravlencheskii-aspekt> (дата обращения: 21.06.2025).
3. Бражник Е.И., Чжу Фанлу. Проблема защиты детства в современном Китае // Академия профессионального образования. 2019. № 3 (82). С. 43–45. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_38188318_56309792.pdf (дата обращения: 22.06.2025).
4. Шуан Чэнь, Попкова Т.Н. Современный подход в воспитании детей в Китае // Гуманитарные исследования. Педагогика и психология. 2023. № 14. С. 7–18. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyy-podhod-v-vospitani-detey-v-kitae> (дата обращения: 22.06.2025).
5. Number of orphans in China from 2013 to 2023 / Statista. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.statista.com/statistics/687316/china-number-of-orphans/> (дата обращения: 18.06.2025).
6. Багирова А.П., Янь Д. Китайский феномен «оставленных детей»: теоретические основания социологического исследования // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Социология. Педагогика. Психология. 2022. № 3 (74). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kitayskiy-fenomen-ostavlennyh-detey-teoreticheskie-osnovaniya-sotsiologicheskogo-issledovaniya> (дата обращения: 18.06.2025).
7. 促进家庭教育法 Закон КНР о содействии семейному воспитанию (в переводе Цай Илья). [Электронный ресурс]. URL: <https://china.perevod.com/law/glava-2-semeynye-obyzannosti> (дата обращения: 18.06.2025).
8. 书名: 中国儿童发展报告 英文名: ANNUAL REPORT ON CHINESE CHILDREN'S DEVELOPMENT, 2022. [Электронный ресурс]. URL: https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202312/t20231229_1946067.html (дата обращения: 20.06.2025).
9. Михалкина Е.В., Чжан Сяжань. Роль историко-эволюционного подхода в развитии системы социальной защиты в Китае // JER. 2021. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-istoriko-evolyutsionnogo-podhoda-v-razvitiisistemy-sotsialnoy-zaschity-v-kitae/viewer> (дата обращения: 29.06.2025).
10. Jinbao Z. 中国人工智能教育研究现状的反思. 2022 年第 08 期 总第 352 期 页. 21–27.; URL: https://www.researchgate.net/publication/363215658_zhongguorengongzhinengjiaoyuyanjiuxianzhuangdefansi (дата обращения: 25.06.2025). DOI: 10.13811/j.cnki.eer.2022.08.003.
11. Fei J. 国际跨文化传播研究新特征和新趋势 // China Academic Journal Electronic Publishing House. 2021. P. 67–82. URL: https://www.researchgate.net/publication/368286548_guojikuawenhuachuanboyuanjiuxintezhenghexinqushi (дата обращения: 29.06.2025). DOI: 10.13495/j.cnki.cjjc.2021.01.004.
12. Калашник Л.С. Великая четверка – основа воспитательного процесса в государственных учреждениях социальной опеки о детях-сиротах в КНР // Sci Article: Педагогика. № 10. 2014. URL: <https://sci-article.ru/stat.php?i=1402594605> (дата обращения: 21.06.2025).
13. Би Ц. Эволюция ценностных оснований воспитания обучающихся в России и Китае второй половины XX – первой четверти XXI века: дис. ... канд. пед. наук. Елец, 2024. 197 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dissercat.com/content/evolyutsiya-tsennostnykh-osnovanii-vospitaniya-obuchayushchikhsya-v-rossii-i-kitae-vtoroi> (дата обращения: 23.06.2025).
14. Ван С. Подготовка будущего учителя к работе по патриотическому воспитанию учащихся в КНР: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Ростов-На-Дону, 2022. 18 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dissercat.com/content/podgotovka-budushchego-uchitelya-k-rabote-po-patrioticheskomu-vospitaniyu-uchashchikhsya-v> (дата обращения: 22.06.2025).
15. Ди Б. Китайские дома социального обеспечения // Материалы ежегодной научно-практической конференции «Мир человека: интеграция психологии и педагогики в современном обществе». Красноярск, 2025. 194 с. С. 21–24. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sibsau.ru/files/49970/> (дата обращения: 18.06.2025).

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 378.147

DOI 10.17513/snt.40457

**ФОРМИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ
ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ БУДУЩИХ
ИНЖЕНЕРОВ В ВУЗЕ (ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ)****Осипова С.И., Гафурова Н.В., Осипов В.В., Терещенко Ю.А.***ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: osisi@yandex.ru*

Развитие компетентностного подхода в образовании в настоящее время актуализирует проблему формирования разных видов функциональной грамотности, которая определяется как предпосылка развития компетентностей. Цель исследования – выявление дефицита научных знаний по проблеме формирования математической функциональной грамотности, конкретизация ее сущности для будущих инженеров и обоснование целесообразности использования кейс-заданий и проектов для ее формирования. Достижение поставленной цели определяет необходимость решения следующих исследовательских задач: выявить предпосылки и основные направления в решении проблемы формирования функциональной математической грамотности, конкретизировать сущность математической функциональной грамотности как основы формирования общепрофессиональных и профессиональных компетенций будущих инженеров; обосновать потенциал профессионально ориентированных кейс-заданий и проектной деятельности будущих инженеров как результативных средств поэтапного формирования математической функциональной грамотности. Решение поставленных исследовательских задач осуществлялось на методологии полипарадигмальности как непротиворечивом единстве системного, личностно ориентированного, компетентностного и деятельностного подходов, позволяющих ориентировать образовательный процесс на формирование математической функциональной грамотности как базиса профессиональных компетенций в активной деятельности субъектов в процессе решения личностно значимых профессионально ориентированных кейс-заданий и проектов. Использовался теоретический анализ психолого-педагогической литературы, в том числе статьи, монографии, диссертации по рассматриваемой проблеме, общенаучные методы (анализ, синтез, классификация, систематизация и др.). Результатом решения проблемы формирования математической функциональной грамотности будущих инженеров явилось уточнение понятия, выдвижение и теоретическое обоснование идей поэтапного развития исследуемого феномена посредством формирования предметных математических знаний и умений, способностей воспроизведения математических факторов, применение методов, выполнение вычислений с последующим решением профессиональных задач и проблем жизненных ситуаций с использованием средств и методов математики. Обоснована целесообразность использования кейс-заданий и проблемной деятельности профессиональной направленности для результативного формирования функциональной математической грамотности будущих инженеров. Исследование актуализирует проблему разработки пула профессионально ориентированных кейс-заданий и тем проектов, учитывающих специфику профессиональной деятельности конкретных направлений подготовки.

Ключевые слова: компетентностный подход, функциональная математическая грамотность, кейс-задания, проектная деятельность, будущий инженер

**FORMATION OF MATHEMATICAL FUNCTIONAL LITERACY
OF FUTURE ENGINEERS AT THE UNIVERSITY (THEORETICAL ASPECT)****Osipova S.I., Gafurova N.V., Osipov V.V., Tereshchenko Yu.A.***Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: osisi@yandex.ru*

The development of a competence-based approach in education is currently actualizing the problem of the formation of different types of functional literacy, which is defined as a prerequisite for the development of competencies. The purpose of the research is to specify the concept of mathematical functional literacy, to identify and substantiate the possibility and means of its formation for future engineers in the process of professional training. Achieving this goal determines the need to solve the following research tasks: to specify the essence of mathematical functional literacy as a prerequisite for the formation of general professional and professional competencies of future engineers; to substantiate the potential of professionally oriented case studies and project activities as effective means of step-by-step formation of mathematical functional literacy. The research objectives were solved using the methodology of polyparadigmality as a consistent unity of systemic, personality-oriented, competence-based and activity-based approaches that allow the educational process to focus on the formation of mathematical functional literacy as the basis of professional competencies in the active activity of subjects in the process of solving personally significant professionally oriented case tasks and projects. The theoretical analysis of psychological and pedagogical literature was used, including articles, monographs, dissertations on the problem under consideration, general scientific methods (analysis, synthesis, classification, systematization, etc.). The result of solving the problem of the formation of mathematical functional literacy of future engineers was the clarification of the concept, the nomination and theoretical substantiation of ideas for the phased development of the phenomenon under study through the formation of subject mathematical knowledge and skills, the ability to reproduce mathematical factors, the application of methods, the performance of calculations, followed by the solution of professional tasks and problems of life situations using the means and methods of mathematics. The study actualizes the problem of developing a pool of professionally oriented case assignments and project topics that take into account the specifics of professional activities in specific areas of training.

Keywords: competence approach, functional mathematical literacy, case studies, project activity, future engineer

Введение

В рамках развития компетентного подхода в настоящее время актуализирована проблема формирования функциональной грамотности, определяющей способность современного человека решать широкий спектр жизненных проблем, в том числе и в профессиональной деятельности [1]. Названная проблема рассматривается учеными с выделением её разных аспектов. Вопросы исторического развития понятия «функциональная грамотность» исследованы П.И. Фроловой [2]. Концептуально-методологические основы формирования функциональной грамотности представлены в работе Н.М. Кузнецовой [3, с. 37-39]. Т.В. Коваль, С.Е. Дюкова раскрывают структуру функциональной грамотности с включением в неё глобальных компетенций человека [4], формирование исследовательской функциональной грамотности являлось предметом исследования О.П. Чигишевой [5]. Проблема формирования функциональной грамотности представлена в исследованиях ученых преимущественно для системы начального и общего образования, и не обозначена необходимость формирования математической компетентности для будущих инженеров. Фундаментальность содержания учебного плана подготовки будущих инженеров и наукоемкость их будущей профессиональной деятельности определяют необходимость сформированности у обучающихся глубоких знаний и умений, в том числе и математической функциональной грамотности, для обеспечения должного уровня качества инженерного образования [6].

Целью данного исследования являлось уточнение сущности и структуры понятия «функциональная математическая грамотность» как предпосылки формирования разных видов компетенций, раскрытие возможности и этапов формирования исследуемого феномена в условиях профессиональной подготовки будущих инженеров.

Материалы и методы исследования

Исследование отдельных задач осуществлялось на использовании методологии системного подхода для раскрытия сущности функциональной математической компетентности как системного единства её структурных компонентов; компетентного подхода для определения результата обучения будущих инженеров как сформированной функциональной математической грамотности; деятельностного подхода, актуализирующего приоритетное использование кейс-заданий

и проектной деятельности; личностно ориентированного подхода, позволяющего рассматривать будущего инженера как субъекта образовательного процесса, инициативную, развивающуюся и рефлексирующую личность. Основные методы, применяемые в исследовании, включают теоретический анализ научных источников, нормативно-правовой документации по теме исследования, контент-анализ при синтезировании базового понятия исследования. Материалами исследования явились статьи, монографии, диссертации, нормативно-правовые документы.

Результаты исследования и их обсуждение

Компетентный подход в образовании, определяющий качество образования в России, уже четверть века реализует практико-ориентированные принципы обучения, способствующие определению содержания и средств достижения результата в форме сформированности функциональной грамотности и компетентностей обучающихся. Актуализация проблемы формирования функциональной грамотности поставила задачу определения соотношений между видом функциональной грамотности и соответствующей компетенцией [7; 8]. Различия между названными феноменами уточняются тем, что в феномене функциональной грамотности преобладает процессуальный аспект, тогда как сущность компетенции/компетентности раскрывается через личностные качества субъекта деятельности (мотивация, отношение к деятельности, рефлексивные практики).

Здесь важно отметить, что ФГОС ВО 3++ для технико-технологических направлений подготовки не определяет в своих требованиях необходимость формирования математической компетентности, в то время как в силу наукоемкости содержания учебного плана освоение общепрофессиональных и профессиональных дисциплин в соответствии с ним требует достаточного уровня математической подготовки.

Анализ публикаций по исследуемой проблеме показывает высокий интерес ученых к изучению ее разных аспектов [9; 10]. Авторы представляют сущность сложносоставного понятия функциональной математической грамотности как родовидовое понятие, расширяя первоначальное понимание грамотности [11, с. 57], обозначая значимость сформированности декларативных знаний и инструментальной грамотности, раскрывающейся в процессе использования декларативных знаний [12].

Анализ степени разработанности проблемы формирования математической грамотности показал, что представленные исследования этой проблемы в большей части относятся к основной школе [13; 14, с. 35]. Актуальность формирования функциональной грамотности в основной школе подчеркивается приказом Министерства просвещения [15].

Однако процесс становления функциональной грамотности является актуальным и для обучающихся в высшей школе, т.к. функциональная грамотность является основой для формирования универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО инженерных направлений подготовки.

Исследование ограничивает данное исследование рассмотрением процесса формирования функциональной грамотности обучающихся технико-технологических направлений подготовки, не исключая необходимости её использования в других направлениях подготовки специалистов.

Значимость формирования математической грамотности как вида (компонента) функциональной грамотности для указанных направлений подготовки специалистов трудно переоценить в силу наукоемкости содержания образовательных программ и последующей профессиональной деятельности обучающихся, опирающихся на фундаментальные науки и соответствующие им дисциплины учебного плана.

Исходя из определения функциональной грамотности, данного А.А. Леонтьевым [14], конкретизировано понятие функциональной математической грамотности как умения применять математические знания и методы для решения различных жизненных проблем, в том числе и в процессе обучения в высшей школе и дальнейшей профессиональной деятельности.

Функциональная математическая грамотность, базируясь на абстрактном мышлении, раскрывается через использование аналитического и алгоритмического видов мышления, позволяющих выстраивать логическую последовательность причинно-следственных связей в исследуемом феномене при решении конкретных жизненно важных задач [16]. Первоначально данное комиссией Национального совета учителей математики (NCTM) в 1989 году толкование функциональной математической грамотности, определяющее цели её формирования, включающее цель формирования ценности математики как универсального метода исследования процессов и явлений и мотивации к её изучению для решения

математических задач, используя математические рассуждения и поясняя процесс решения, используя математическую речь [17], по мнению авторов статьи, не в полной мере соответствуют раскрытию её сущности, т.к. не выводит формируемую способность на решение жизненно важных проблем. Определение формирования математической грамотности, представляющее её сущность, дано в 1991 году в международных исследованиях PISA и раскрывает её как способность использовать математику для удовлетворения своих потребностей в решении проблем повседневной жизни. В настоящее время оправданным является определение функциональной математической грамотности как умений современного человека использовать математические методы в решении широкого круга проблем посредством перевода проблемы в математическую проблему, выбора методов её решения и интерпретации полученного решения [13].

Функциональная математическая грамотность как процессуальная характеристика деятельности обучающегося в исследовании определена как совокупность следующих компонентов:

- мотивационно-целевого (проявляет интерес и потребность в освоении математики и ее использовании в разных ситуациях жизнедеятельности человека);
- когнитивно-информационного (знание математических понятий и методов их использования);
- процессуально-технологического (способность использовать математические методы, абстрактного, логического, аналитического креативного мышления, выстраивать математические рассуждения, выявлять причинно-следственные связи, проводить количественный и качественный анализ);
- рефлексивного (способность проводить анализ использованных методов и их результативности, интерпретировать математический результат в контексте поставленной ранее проблемы, выявлять результативные методы решения отдельных типов задач, выделять границы их применимости).

Формирование математической функциональной грамотности будущих инженеров в условиях их профессионального образования представляет собой процесс, в котором могут быть выделены информационно-когнитивный, интеллектуально-познавательный и эмпирико-практический этапы. На каждом из названных этапов решается отдельная педагогическая задача, адекватно ориентированная на формирование конкретных компонентов математической грамотности.

Принимая к сведению приведенные выше определение и структуру функциональной математической грамотности, раскрывающие разные её аспекты, определим перечень педагогических задач, решение которых будет способствовать формированию исследуемого феномена и возможности их поэтапного решения.

На первом этапе решается первая задача в формировании функциональной математической грамотности будущих инженеров, состоящая в ориентации процесса обучения математике на формирование у обучающихся понимания значимости математики как универсального средства в решении профессиональных проблем, в освоении дисциплин, формирующих необходимые компетентности, определенные требованиями ФГОС ВО по соответствующему направлению подготовки. Решение названной задачи позволит повысить интерес и мотивацию к обучению математическим дисциплинам в процессе профессионального образования.

В рамках интеллектуально-познавательного этапа формирования математической функциональной грамотности будущих инженеров организуется в процессе обучения математике освоение обучающимися предметных знаний и умений (декларативных и процессуальных) в использовании математического аппарата в процессе изучения дисциплины профессионального цикла [12].

Эмпирико-праксиологический этап, соответствующий третьей значимой задаче в контексте формирования функциональной математической грамотности, состоит в обеспечении интеллектуального развития обучающихся посредством использования потенциала математики в рамках развития навыков XXI века, в том числе развития критического, креативного, аналитического, логического и алгоритмического мышления [18], дополненных необходимостью формирования у обучающихся актуальных для жизни в современном мире таких качеств, как системное и проектное мышление.

Приведенные выше педагогические задачи и соответствующие им этапы формирования исследуемого феномена в рамках методологии деятельностного подхода определяют необходимость использования активных методов обучения и процессуальных образовательных технологий для её формирования, обеспечивающих развитие обучающегося в процессе интеллектуальной деятельности. При отборе методов из совокупности активных методов использовались требования проблемности, ситуативности, новизны, неопределенности

в способах решений. При выборе средств формирования функциональной математической грамотности для обеспечения личностной заинтересованности и мотивации обучающихся целесообразно использовать средства с профессиональным контекстом. Проведенный анализ различных активных методов обучения (создание проблемных ситуаций, мозговой штурм, деловая игра, дискуссия, круглый стол, тренинги, проектная деятельность, решение кейс-заданий и др.) на предмет целесообразного использования для формирования функциональной математической грамотности с учетом специфических особенностей математики и профессиональной деятельности будущих инженеров позволил выявить наиболее продуктивные.

В рамках данного исследования особый интерес представляет использование кейс-технологий и соответствующих кейс-заданий, позволяющих вовлечь обучающегося в решение реальных профессиональных задач, требующих применения функциональной математической грамотности в процессе анализа производственной ситуации, представленной в кейсе, формулировку решаемых проблем на языке математики с последующим выбором обоснованных методов решения и интерпретацией полученных результатов в соответствии с поставленной профессиональной проблемой. Кейс-технологии, предложенные в Гарвардской школе бизнеса (США), успешно используются в российском образовании как метод анализа производственных ситуаций. Потенциальные возможности кейс-технологий раскрываются через их актуализирующую роль в процессе мыследеятельности, провоцируют дискуссию и вовлекают обучающихся в анализ и обсуждение ситуации для последующего принятия решения.

Анализ педагогических источников по проблеме обеспечения кейсами для формирования функциональной математической грамотности показал, что, к сожалению, ряд публикаций по кейс-технологиям представляют собой задания, не выходящие из проблемного поля математических знаний и умений решать традиционные математические задачи по темам, определенным ФГОС ВО инженерных направлений подготовки без привлечения профессионального контекста. В качестве положительного опыта использования кейс-заданий профессионально ориентированного контекста уместно отметить работы, описывающие практику использования кейс-технологии в отдельных направлениях подготовки инженеров [19; 20].

Использование представленных в названных публикациях заданий позволяет действительно использовать профессионально ориентированный контекст [21]. Для направления «Металлургия» авторы используют профессионально ориентированные кейс-задания. Примером такого кейс-задания является, в частности, разработка математической модели процесса термической обработки металлопродукции и определение ее возможностей для оптимизации параметров технологического процесса и прогнозирования качества продукции. Таким образом сформулированное кейс-задание является достаточно общим и за счет представленной статистики, характеризующей процесс термообработки, может порождать комплекс разных заданий, в том числе и различающихся между собой уровнем проектируемых моделей исследуемого процесса.

Кейс-задания в рамках использования только математических знаний и умений решать традиционные математические задачи не выводят обучающегося из учебной ситуации, решение задач осуществляется по образцу на репродуктивном уровне, без погружения в профессиональный контент. Такие задания способствуют формированию предметных заданий, которые могут быть компонентой в структуре функциональной грамотности. Кейс-задания, имеющие своим содержанием профессионально ориентированный контент, позволяют использовать дидактический потенциал математического образования будущих инженеров для анализа производственной ситуации, в решении которой студенты формируют способность планировать свою деятельность, строить алгоритм, управлять процессом решения, осуществлять оценку результата в соответствии с исходными данными поставленного кейс-задания.

Кроме кейс-заданий профессиональной направленности, для формирования функциональной математической грамотности могут использоваться проекты, работа над которыми интегрирует полученные знания и умения в решении новой квазипрофессиональной проблемы. Проектные задания профессиональной направленности, используемые для формирования функциональной математической грамотности в подготовке инженеров-металлургов в Сибирском федеральном университете, включают проекты, целью которых является конструирование модели транспортного дирижабля, крылатой ракеты, подводной буровой платформы, атмосферного зонда и др. Потенциал проектной деятельности для развития функциональной математической грамотности при решении профессионально ориентиро-

ванных проблем определяется тем, что такая деятельность способствует развитию:

- умений решать задачи, связанные с реальными профессиональными и жизненными проблемами;

- логического и критического мышления как составляющих функциональной математической грамотности в процессе анализа проблем, поставленных проектом в задании;

- умений работать с информацией с использованием функциональной читательской грамотности;

- коммуникативных умений при командной проектной деятельности.

Важным требованием к кейс-заданиям и темам проектов является их связь с направлением подготовки будущих инженеров. Только в этих условиях у обучающихся появляется личностная значимость этой деятельности и мотивация решений квазипрофессиональных проблем, используя математические понятия, алгоритмы и методы для описания, объяснения и прогнозирования проблем профессиональной деятельности. Другими словами, формирование функциональной математической грамотности будущих инженеров требует разработки комплекса кейс-заданий и тем проектов, соответствующих конкретному направлению подготовки. Такая работа может быть выполнена преподавателями математики совместно с выпускающими кафедрами, что, несомненно, обогатит преподавателей математики профессиональным контекстом и будет способствовать актуализации ранее полученных преподавателями выпускающих кафедр математических знаний и повышению у них функциональной математической грамотности.

При решении кейс-заданий создаются условия интеллектуального развития будущих инженеров, в том числе критического, креативного, логического, алгоритмического, проектного мышления, навыков XXI века, которые рассматриваются исследователями как один из компонентов функциональной грамотности [22]. Действительно, решение кейсов предполагает инициирование идей, их анализ и выбор оптимального из них. Фактически это поиск новых решений поставленной проблемы на основе установленных связей и взаимодействий, описывающих производственную ситуацию в структуре кейс-задания. При этом ситуация рассматривается с разных сторон, сравниваются и сопоставляются разные факты, выявляются противоречия, формируется способность быстро и точно высказывать и аргументировать новые нестандартные (оригинальные) идеи.

Заключение

Подводя итоги проведенного теоретического исследования проблемы формирования функциональной математической грамотности как базиса для дальнейшего развития общепрофессиональных и профессиональных компетенций будущих инженеров в образовательном процессе вуза, приходим к заключению:

- в рамках развития компетентностного подхода в настоящее время актуальным становится не только расширение многообразия компетентностей, но и проблема формирования функциональной грамотности современного человека, которая отличается от соответствующей компетентности «объемом содержания понятия» и обеспечивает возможности успешного решения жизненно значимых задач во всех сферах;

- обнаружен дефицит научных знаний по проблеме формирования функциональной математической грамотности будущих инженеров в образовательном процессе вуза, в том числе в чёткости понятийного аппарата, педагогических условий, определения средств, способствующих результативности этого процесса;

- понятие функциональной математической грамотности будущих инженеров раскрывается в акцентировании ее процессуально-деятельностного аспекта, сформированность которого раскрывается в использовании феномена в решении профессионально ориентированных задач и определяет его структурное наполнение;

- этапы процесса формирования функциональной математической грамотности ориентированы на освоение отдельных компонентов формируемого феномена;

- использование профессионально ориентированных кейс-заданий и проектной деятельности в процессе формирования математической функциональной грамотности выводит обучающегося из учебной ситуации, погружает в анализ производственной ситуации, позволяющей формировать не только предметные математические знания, но и соответствующую функциональную математическую грамотность для освоения наукоёмкого содержания инженерного образования;

- представлены пример кейс-задания и темы профессионально ориентированных проектных заданий, используемых для формирования функциональной математической грамотности будущих инженеров-металлургов;

- разные виды функциональной грамотности (читательской, информационной, математической, правовой и др.) форми-

руются и используются в интегративном единстве в силу метаконтекстного характера решаемых задач.

Развитие поставленной в данной статье проблемы определяет необходимость теоретического обоснования педагогических условий формирования функциональной математической грамотности и ее диагностики.

Список литературы

1. Горобец Л.Н., Бирюков И.В., Попова Т.П. Функциональная грамотность как основной тренд современного обучения // Мир науки, культуры, образования. 2022. № 3 (94). С. 84-86. DOI: 10.24412/1991-5497-2022-394-84-86.
2. Фролова П.И. К вопросу об историческом развитии понятия «функциональная грамотность» в педагогической теории и практике // Наука о человеке: гуманитарные исследования. 2016. № 1 (23). С. 179-185. URL: <https://rucont.ru/efd/363564> (дата обращения: 05.06.2025).
3. Кузнецова М.Н. Функциональная грамотность. Концептуальная основа и возможности формирования: методическое пособие. Липецк: ГАОУ ДПО ЛО «ИРО», 2021. 64 с. URL: <https://iom48.ru/wp-content/uploads/2022/06/funkcionalnaya-gramotnost.pdf> (дата обращения: 05.06.2025).
4. Коваль Т.В., Дюкова С.Е. Глобальные компетенции – новый компонент функциональной грамотности // Отечественная и зарубежная педагогика. 2019. Т. 1. № 4 (61). С. 112-123. EDN: HBQKQK.
5. Чигишева О.П. Обоснование процесса формирования функциональной грамотности исследователя с педагогических и междисциплинарных позиций // Ценности и смыслы. 2023. № 4 (86). С. 70-84. DOI: 10.24412/2071-6427-2023-4-70-84 (дата обращения: 05.06.2025).
6. Осипов В.В., Осипова В.А., Бугаева Т.П., Климович Л.В. Развитие функциональной грамотности обучающихся в процессе высшего образования // Современное педагогическое образование. № 4. 2025. С. 234-238. EDN: PZQMGT.
7. Чигишева О.П. Методологические основы формирования функциональной грамотности исследователя в России и европейских странах: автореф. дис. ... докт. пед. наук. Москва, 2024. 38 с. URL: <https://viewer.rsl.ru/rls01013023288?page=1&rotate=0&theme=white> (дата обращения: 05.06.2025).
8. Осипова С.И., Гафурова Н.В., Терещенко Ю.А., Климович Л.В. Сравнительно-сопоставительный анализ сущности понятий «функциональная грамотность» и «компетентность» // Современное педагогическое образование. 2025. № 4. С. 34-38. EDN: LXRDXP.
9. Мазнева Г.В., Репринцева Ю.С. Теоретико-методологические основы формирования математической грамотности обучающихся как компонента обучающихся функциональной грамотности // Школа будущего. 2023. № 6. С. 110-121. URL: https://schoolfut.ru/article/2023-6_110/ (дата обращения: 29.05.2025). DOI: 10.55090/19964552_2023_6_110_121.
10. Смолеусова Т.В. Формирование математической функциональной грамотности // Сибирский учитель. 2020. № 1 (128). С. 27-33. URL: <https://sibuch.ru/node/2545> (дата обращения: 29.05.2025). EDN: AOSVCY.
11. Педагогический энциклопедический словарь / Гл. ред. Б.М. Бим-Бад. М.: Большая российская энциклопедия, 2002. 527 с. ISBN: 5-85270-230-7.
12. Фрумин И.Д., Добрякова М.С. Из доклада: универсальные компетентности и новая грамотность // Образовательная политика. 2019. № 3 (79). С. 63-72. EDN: QTQQEW.
13. Ковалева Г.С. Возможные направления совершенствования общего образования для обеспечения инновационного развития страны (по результатам международных исследований качества общего образования // Отечественная и зарубежная педагогика. 2018. Т. 2. № 5 (55). С. 150-

169. https://ozp.instrao.ru/images/nomera/OZP_5.2.55.2018.pdf (дата обращения: 29.05.2025).

14. Образовательная система «Школа 2100». Педагогика здравого смысла: сб. материалов / под науч. ред. А.А. Леонтьева. М.: Баласс. 2003. 368 с. ISBN: 5-85939-329-6.

15. Приказ Рособрнадзора № 590, Минпросвещения России № 219 от 06.05.2019. [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_342082/. (дата обращения: 29.05.2025).

16. Осипова С.И., Гафурова Н.В., Бугаева Т.П., Осипов В.В. Формирование преобразующего интеллекта обучающихся в контексте идей устойчивого развития. Современные наукоемкие технологии. 2024. № 3. С. 157-161. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=39963> (дата обращения: 15.07.2025). DOI: 10.17513/snt.39963.

17. Sen Zeytun A., Çetinkaya B., Erbas A.K. Understanding Prospective Teachers' Mathematical Modeling Processes in the Context of a Mathematical Modeling Course // Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education. 2017. Vol. 13 (3). P. 691-722. DOI: 10.12973/eurasia.2017.00639a.

18. Добрякова М.С., Юрченко О.В., Новикова Е.Т. Навыки XXI века в российской школе: взгляд педагогов и родителей. М.: НИУ ВШЭ, 2018. 72 с. URL: [https://ioe.hse.ru/data/2018/11/21/1141648307/CAO_4\(21\)_электронный.pdf](https://ioe.hse.ru/data/2018/11/21/1141648307/CAO_4(21)_электронный.pdf) (дата обращения: 29.05.2025).

19. Архипова Н.А., Евдокимова Н.Н., Руденко Т.В. К вопросу об особенностях математической подготовки

обучающихся транспортных вузов по целевым направлениям // Наука и образование транспорту материалы XIII Международной научно-практической конференции: (Самара, 10-11 ноября 2020 года). 2020. Т. 2. С. 139-142. URL: https://ruz.samgups.ru/science/uchenomu/konferentsii-i-granty/files/2021/Наука%20и%20образование%20транспорту.%202020.%20Том%202.%20Выходные%20сведения_k.pdf (дата обращения: 29.05.2025). ISBN: 978-5-98941-332-4.

20. Архипова Н.А., Евдокимова Н.Н., Руденко Т.В. Роль профессионально направленных задач при обучении математике студентов железнодорожного университета специальности «Подвижной состав железных дорог» // Вестник СНЦ РАН. 2019. Т. 21. № 65. С. 16-21. URL: <https://sciup.org/148312890>. (дата обращения: 29.05.2025).

21. Перяшкина А. А., Трифонова А.А., Барабашкина Е.В., Чегулова А. А., Бердникова К.Э. Сущность и основы кейс-технологии в профессиональном образовании // Психология, социология и педагогика. 2022. № 2 URL: <https://psychology.snauka.ru/2022/08/8676> (дата обращения: 29.05.2025).

22. Войнова Л.В., Гусейнова Э.Г. Креативное мышление как аспект функциональной грамотности // Формирование функциональной грамотности: вызовы и эффективные практики: сборник материалов заочной республиканской научно-практической конференции / под ред. Ф.Р. Тхаговай. Майком: ГБУДПО «АРИПК», 2023. С. 154-157. URL: https://aripk.ru/media/userfiles/Сборник_Формирование_функциональной_грамотности_2023.pdf (дата обращения: 29.05.2025).