



ИД «Академия Естествознания»

**СОВРЕМЕННЫЕ
НАУКОЕМКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

Научный журнал

№ 9 2024



**MODERN
HIGH
TECHNOLOGIES**

Scientific journal

No. 9 2024



PH Academy of Natural History

Современные наукоемкие технологии

Научный журнал

Журнал издается с 2003 года.

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

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

Журнал включен в действующий Перечень рецензируемых научных изданий (ВАК РФ). К1.

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

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

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

Технический редактор

Доронкина Е.Н.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Бизенкова Мария Николаевна, к.м.н.

Корректор

Галенкина Е.С.,

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Дудкина Н.А.

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

ISSN 1812–7320

Электронная версия: top-technologies.ru/ru

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

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,940

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,355

Периодичность

12 номеров в год

Учредитель, издатель и редакция

ООО ИД «Академия Естествознания»

Почтовый адрес

105037, г. Москва, а/я 47

Адрес редакции и издателя

440026, г. Пенза, ул. Лермонтова, 3

Типография

ООО «НИЦ Академия Естествознания»

410035, г. Саратов, ул. Мамонтовой, 5

E-mail

edition@rae.ru

Телефон

+7 (499) 705-72-30

Подписано в печать

30.09.2024

Дата выхода номера

31.10.2024

Формат

60x90 1/8

Усл. печ. л.

18,75

Тираж

1000 экз.

Заказ

СНТ 2024/9

Распространяется по свободной цене

Подписной индекс в электронном каталоге «Почта России»: ПА037

© ООО ИД «Академия Естествознания»

Modern high technologies Scientific journal

The journal has been published since 2003.

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

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

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

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

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

CHIEF EDITOR

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

Technical editor

Doronkina E.N.

EXECUTIVE SECRETARY

Bizenkova Maria Nikolaevna, Cand. Sci. (Medical)

Corrector

Galenkina E.S.,

EDITORIAL BOARD

Dudkina N.A.

D.Sc., Prof. A. Aidosov (Almaty); D.Sc., Prof. S.V. Alekseev (Irkutsk); D.Sc., Prof. V.Z. Alov (Nalchik); D.Sc., Docent L.V. Arshinsky (Irkutsk); D.Sc., Prof. A.L. Akhtulov (Omsk); D.Sc., Prof. A.S. Bajov (St. Petersburg); D.Sc., Prof. S.D. Baubekov (Taraz); D.Sc., Prof. M.M. Bezzubtseva (St. Petersburg); D.Sc., Prof. N.P. Bezrukova (Krasnoyarsk); D.Sc., Docent V.V. Belozеров (Rostov-on-Don); D.Sc., Docent Bessonova L.P. (Voronezh); D.Sc., Docent Bobykina I.A. (Chelyabinsk); D.Sc., Prof. Bondarev V.I. (Ekaterinburg); D.Sc., Prof. Butov A.Y. (Moscow); D.Sc., Docent Bystrov V.A. (Novokuznetsk); D.Sc., Docent Bystrov V.A. (Novokuznetsk); D.Sc., Docent Gavrilov V.I. (Ekaterinburg); D.Sc., Prof. Gavrilov V.I. (Moscow); D.Sc., Prof. Bystrov V.A. (Novokuznetsk). D.Sc., Prof. A.I. Gavrishin (Novocherkassk); D.Sc., Prof. S.G. Germanov-Galkin (Szczecin); D.Sc., Prof. G.N. Germanov (Moscow); D.Sc., Prof. S.M. Gorbatyuk (Moscow); D.Sc., Prof. A.N. Gotz (Vladimir); D.Sc., Prof. Dalinger V.A. (Omsk); D.Sc., Prof. Dolgova V.I., (Chelyabinsk); D.Sc., Prof. Dolyatovsky V.A. (Rostov-on-Don); D.Sc., Prof. A.F. Dresvyannikov (Kazan); D.Sc., Prof. T.D. Dubovitskaya (Sochi); D.Sc., Docent I.V. Evtushenko (Moscow); D.Sc., Prof. N.F. 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. Chervikov N.I. (Stavropol); D.Sc., Prof. A.G. Shchipsitsyn (Chelyabinsk); D.Sc., Prof. M.A. Yablokova (St. Petersburg); Cand.Sc., Docent A.G. Khaidarov (St. Petersburg)

ISSN 1812–7320

Electronic version: top-technologies.ru/ru

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

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

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

Periodicity	12 issues per year		
Founder, publisher and editors	LLC PH Academy of Natural History		
Mailing address	105037, Moscow, p.o. box 47		
Editorial and publisher address	440026, Penza, st. Lermontov, 3		
Printing	LLC SPC Academy of Natural History 410035, Saratov, st. Mamontova, 5		
E-mail	edition@rae.ru	Telephone	+7 (499) 705-72-30
Signed for print	30.09.2024	Number issue date	31.10.2024
Format	60x90 1/8	Conditionally printed sheets	18,75
Circulation	1000 copies	Order	CHT 2024/9

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

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ПЕРЕДАЧИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СООБЩЕНИЙ В СИСТЕМЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ <i>Балакишин М.С., Польщиков К.А.</i>	10
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА МОДЕРНИЗАЦИИ ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ <i>Волков В.Ф., Пономарев А.С., Шуваев Н.А.</i>	16
АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ МНОГОМЕРНЫХ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ РАДИУСОВ ЭЛЛИПСОВ РАМАНОВСКИХ СПЕКТРОВ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА <i>Емельянов В.М., Добровольская Т.А., Емельянов В.В.</i>	22
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ <i>Кузнецова Ю.В., Минхайрова А.П.</i>	32
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ С НЕЙРОНЕЧЕТКИМ ПРОГНОЗИРОВАНИЕМ ПЛОТНОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ ДЛЯ УКЛАДЧИКОВ <i>Прокотьев А.П., Большаков А.А.</i>	36
МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ <i>Прохоренков П.А., Регер Т.В.</i>	44
РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА НЕПРЕРЫВНОЙ АБСОРБЦИИ <i>Сутягин Д.К., Кечкина Н.И.</i>	50
РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ УЧЕТА ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИ ОЦЕНКЕ ЕГО ПОКАЗАТЕЛЯ БЕЗОТКАЗНОСТИ <i>Тихонов М.Р., Акуленок М.В., Шикула О.С.</i>	57
ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ЗАЩИТНЫХ МАСОК В ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ПОТОКОВОМ ВИДЕО НА МОДЕЛИ MOBILENET V3 SSD <i>Эвиев В.А., Лиджи-Гаряев В.В., Бадрудинова А.Н., Гермашева Ю.С., Абушинов О.А.</i>	62

Технические науки (2.9.8 Интеллектуальные транспортные системы)
НАУЧНЫЙ ОБЗОР

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ В ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

Сунь Х., Чжуан С., Костров А.А. 69

Педагогические науки (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)
СТАТЬИ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЗАИМНОМУ ОБОГАЩЕНИЮ
ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ ФОРМИРОВАНИЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ЦЕННОСТНЫХ ОРИЕНТАЦИЙ
У СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ВУЗОВ В РОССИИ И КИТАЕ

Бао Луси 74

ЦИФРОВЫЕ ИНТЕРАКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДЕТСКОМ
САДУ ИЛИ КАК ОПРАВДАТЬ РАСТУЩИЕ ОЖИДАНИЯ

Батенова Ю.В. 79

К ВОПРОСУ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ВКЛЮЧЕНИЯ
НАЦИОНАЛЬНО-РЕГИОНАЛЬНОГО КОМПОНЕНТА
В УРОКИ МУЗЫКИ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ

Бурлак О.А. 86

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ
ПЕДАГОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Дрейцер С.И. 91

МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ НРАВСТВЕННОЙ ПОЗИЦИИ
ПОДРОСТКОВ К ДИСЦИПЛИНИРОВАННОСТИ В УСЛОВИЯХ
СПОРТИВНОЙ ШКОЛЫ

Дроздов А.М. 98

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ГРАМОТНОСТЬ
КАК ИНСТРУМЕНТ ИНТЕГРАЦИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС
СТУДЕНТОВ ГУМАНИТАРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ В ВУЗЕ

Желдашева А.О. 105

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПОВ ПРЕПОДАВАНИЯ
ЯЗЫКОВ И СИСТЕМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ
НАПРАВЛЕНИЯ «ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА»

Забихуллин Ф.З. 110

ЦЕННОСТНО-СМЫСЛОВАЯ СФЕРА ЛИЧНОСТИ ВО ВЗАИМОСВЯЗИ
С ОСОБЕННОСТЯМИ ЧУВСТВА ПАТРИОТИЗМА

Кипреев С.Н., Максимов П.В., Передерий В.А., Леценко Е.А. 117

РЕАЛИЗАЦИЯ ВОСПИТАТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА ДИСЦИПЛИНЫ «ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК» В ВУЗЕ (НА ПРИМЕРЕ МЕТОДА ПРОЕКТОВ)	
<i>Куприянчик Т.В., Ермакина Н.А.</i>	122
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПРЕДМЕТА «ТРУД (ТЕХНОЛОГИЯ)»	
<i>Ляпина О.А., Байчурина Ю.В., Забродина Е.В., Забродин С.В., Арюкова Е.А.</i>	128
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ РУКОВОДИТЕЛЕЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ	
<i>Саитбаева Э.Р., Крисковец Т.Н.</i>	134
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ ГУМАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
<i>Сираева М.Н.</i>	139
ЭТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ	
<i>Староверова Н.А.</i>	145

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

ALGORITHM FOR AUTOMATED CONTROL OF TELEMETRY MESSAGE TRANSMISSION PARAMETERS IN THE INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS SYSTEM <i>Balakshin M.S., Polschikov K.A.</i>	10
APPLICATION OF THE SIMULATION MODELING METHOD IN OPTIMIZING THE PROCESS OF HIERARCHICAL CONTROL SYSTEMS MODIFICATION <i>Volkov V.F., Ponomarev A.S., Shuvaev N.A.</i>	16
ANALYTICAL TRANSFORMATION OF MULTIDIMENSIONAL SYSTEMS OF EQUATIONS FOR THE RADII OF ELLIPSES OF RAMAN SPECTR OF TEXTILE MATERIALS FOR THE DETERMINATION OF SILVER NANOPARTICLES <i>Emelyanov V.M., Dobrovolskaya T.A., Emelyanov V.V.</i>	22
COMPARATIVE ANALYSIS OF INDUSTRIAL SAFETY REMOTE CONTROL SYSTEMS AT HAZARDOUS PRODUCTION FACILITIES <i>Kuznetsova Yu.V., Minkhayrova A.P.</i>	32
DEVELOPMENT OF CONTROL SYSTEM MODEL WITH NEURO- FUZZY PREDICTION OF DENSITY ASPHALT CONCRETE MIXTURE FOR PAVERS <i>Prokopev A.P., Bolshakov A.A.</i>	36
MODEL OF TRANSPORTATION PROBLEM OF LINEAR PROGRAMMING UNDER UNCERTAINTY <i>Prokhorenkov P.A., Reger T.V.</i>	44
DEVELOPMENT OF AN APPLICATION FOR THE STUDY OF THE CONTINUOUS ABSORPTION PROCESS <i>Sutyagin D.K., Kechkina N.I.</i>	50
DEVELOPMENT OF METHODS FOR ACCOUNTING FOR ELEMENTS OF A TECHNOLOGICAL PROCESS WHEN ASSESSING ITS FAILURE-FREE INDICATOR <i>Tikhonov M.R., Akulenok M.V., Shikula O.S.</i>	57
DETECTION OF PROTECTIVE MASKS IN INDUSTRY IN SWEAT VIDEO ON THE MOBILENET V3 SSD MODE <i>Eviev V.A., Lidzhi-Garyaev V.V., Badrudinova A.N., Germasheva Yu.S., Abushinov O.A.</i>	62

Технические науки (2.9.8 Intelligent Transport Systems)
REVIEW

AN OVERVIEW OF MODERN VISION SYSTEMS USED
IN THE TRANSPORT INDUSTRY

Sun Kh., Zhuang S., Kostrov A.A. 69

Pedagogical sciences (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)
ARTICLES

RECOMMENDATIONS FOR THE MUTUAL ENRICHMENT
OF PEDAGOGICAL PRACTICE IN THE FORMATION
OF PROFESSIONAL AND VALUE ORIENTATIONS AMONG STUDENTS
OF PEDAGOGICAL UNIVERSITIES IN RUSSIA AND CHINA

Bao Luxi 74

DIGITAL INTERACTIVE TECHNOLOGIES IN KINDERGARTEN
OR HOW TO MEET GROWING EXPECTATIONS

Batenova Yu.V. 79

ON THE QUESTION OF ORGANIZING THE PROCESS
OF INCLUDING A NATIONAL-REGIONAL COMPONENT
IN MUSIC LESSONS IN A COMPREHENSIVE SCHOOL

Burlak O.A. 86

ASSESSMENT OF THE TRAINING EFFECTIVENESS
OF PEDAGOGICAL DEPARTMENT STUDENTS FOR THE USE
OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN PROFESSIONAL ACTIVITIES

Dreytser S.I. 91

A MODEL FOR THE FORMATION OF A MORAL POSITION
TEENAGERS' COMMITMENT TO DISCIPLINE IN A SPORTS SCHOOL

Drozdov A.M. 98

FUNCTIONAL MATHEMATICAL LITERACY AS A TOOL
FOR INTEGRATING INTO THE EDUCATIONAL PROCESS
OF HUMANITIES STUDENTS AT THE UNIVERSITY

Zheldasheva A.O. 105

THE STUDY OF THE BASIC PRINCIPLES OF TEACHING
LANGUAGES AND PROGRAMMING SYSTEMS
FOR STUDENTS OF APPLIED COMPUTER SCIENCE

Zabikhullin F.Z. 110

THE VALUE-SEMANTIC SPHERE OF PERSONALITY IN CONNECTION
WITH THE PECULIARITIES OF THE SENSE OF PATRIOTISM

Kipreev S.N., Maksimov P.V., Perederiy V.A., Leschenko E.A. 117

REALIZATION OF THE EDUCATIONAL POTENTIAL OF THE DISCIPLINE “FOREIGN LANGUAGE” AT A HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION (BY THE EXAMPLE OF THE PROJECT METHOD)	
<i>Kupriyanchik T.V., Ermyakina N.A.</i>	122
USE OF DIGITAL EDUCATIONAL RESOURCES WHEN STUDYING THE SUBJECT «LABOR (TECHNOLOGY)»	
<i>Lyapina O.A., Baychurina Yu.V., Zabrodina E.V., Zabrodin S.V., Aryukova E.A.</i>	128
IMPROVING MANAGERIAL COMPETENCIES OF LEADERS OF GENERAL EDUCATIONAL ORGANIZATIONS IN THE FIELD OF EDUCATION QUALITY MANAGEMENT	
<i>Saitbaeva E.R., Kriskovets T.N.</i>	134
REGIONAL FACTORS OF EDUCATIONAL REALITY HUMANIZATION	
<i>Siraeva M.N.</i>	139
ETHICAL PROBLEMS OF USING AI TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS	
<i>Staroverova N.A.</i>	145

СТАТЬИ

УДК 621.391

DOI 10.17513/snt.40141

**АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ
ПАРАМЕТРАМИ ПЕРЕДАЧИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СООБЩЕНИЙ
В СИСТЕМЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ****Балакшин М.С., Польщикова К.А.***ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
Белгород, e-mail: polshchikov@mail.ru*

Цель исследования состоит в обеспечении требуемых характеристик доставки данных в системе промышленного Интернета вещей на основе разработки алгоритма автоматизированного управления параметрами передачи телеметрических сообщений. Для достижения цели исследования в статье предложены блок-схема и пошаговое описание алгоритма, который базируется на применении моделей для оценивания вероятности доставки и вероятности дублирования сообщений при реализации различных уровней качества передачи данных. В качестве исходных данных задаются характеристики доставки сообщений, обусловленные спецификой контролируемого технологического процесса. Управляемыми параметрами являются выбираемый уровень качества передачи данных и число разрешенных повторных передач потерянных или некорректно доставленных информационных пакетов. На основе применения алгоритма выполнены вычислительные эксперименты, подтвердившие логическую корректность его работы. В результате отмечено, что представленный алгоритм обеспечивает теоретически обоснованный выбор уровня качества доставки сообщений и разрешенного числа повторных передач пакетов в зависимости от текущей интенсивности битовых ошибок. Применение алгоритма позволяет обеспечить заданные значения вероятности доставки и вероятности дублирования сообщений, существенно снижая при этом среднюю интенсивность трафика по сравнению с реализацией фиксированного уровня качества передачи данных с двойными подтверждениями.

Ключевые слова: промышленный Интернет вещей, автоматизированное управление, качество передачи данных, телеметрические сообщения, пакетный трафик, доставка сообщений, дублирование сообщений

**ALGORITHM FOR AUTOMATED CONTROL
OF TELEMETRY MESSAGE TRANSMISSION PARAMETERS
IN THE INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS SYSTEM****Balakshin M.S., Polschikova K.A.***Belgorod National Research University, Belgorod, e-mail: polshchikov@mail.ru*

The objective of the study is to ensure the required characteristics of data delivery in the Industrial Internet of Things system based on the development of an algorithm for automated control of telemetry message transmission parameters. To achieve the objective of the study, the article proposes a block diagram and a step-by-step description of the algorithm, which is based on the use of models for estimating the probability of delivery and the probability of message duplication when implementing various levels of data transmission quality. The initial data are the characteristics of message delivery due to the specifics of the controlled technological process. The controlled parameters are the selected level of data transmission quality and the number of permitted retransmissions of lost or incorrectly delivered information packets. Based on the application of the algorithm, computational experiments were performed that confirmed the logical correctness of its operation. As a result, it was noted that the presented algorithm provides a theoretically sound choice of the level of message delivery quality and the permitted number of packet retransmissions depending on the current bit error rate. The use of the algorithm allows for the specified values of the probability of delivery and the probability of message duplication, while significantly reducing the average traffic intensity compared to the implementation of a fixed level of data transmission quality with double confirmations.

Keywords: Industrial Internet of Things, automated control, data transmission quality, telemetry messages, packet traffic, message delivery, message duplication

Введение

Беспроводные системы передачи данных сегодня выступают в качестве технической основы мониторинга и управления для решения различных прикладных задач [1–3]. В частности, востребованы энергоэффективные беспроводные сенсорные сети, на базе которых функционируют системы Интернета вещей [4–6]. Такие системы обеспечивают сбор данных, поступающих в виде телеметрических сообщений от многочис-

ленных датчиков [7]. Системы Интернета вещей применяются в сельском хозяйстве [8], энергетике [9], медицине [10] и многих других сферах.

В настоящее время активно развиваются системы промышленного Интернета вещей (Industrial Internet of Things, IIoT), позволяющие в реальном времени отслеживать техническое состояние и корректность функционирования многочисленных элементов производственного оборудования

[11, 12]. Одним из наиболее распространенных стандартов, на основе которых функционируют IoT-системы, является протокол MQTT, предусматривающий реализацию трех уровней качества передачи данных [13]. Самый низкий уровень, который именуется QoS-0, не использует повторные передачи искаженных или потерянных сообщений. Уровень QoS-1 предполагает отправку подтверждений на корректно принятые информационные пакеты, однако допускает дублирование сообщений. Наивысший уровень (QoS-2) использует двойные подтверждения и гарантирует отсутствие дубликатов доставленных сообщений. Выбор реализуемого уровня QoS существенно влияет на характеристики доставки сообщений в системе. Он должен обеспечивать вероятность доставки сообщений не ниже заданной величины, вероятность доставки дубликатов сообщений не выше заданного значения, а также минимизацию передаваемого в IoT-системе пакетного трафика. Вопросам контроля качества передачи данных в MQTT-сетях посвящены отдельные разработки [14, 15]. Они на основе выбора уровня QoS позволяют управлять безопасностью связи, средней задержкой и количеством корректно принятых пакетов, однако напрямую не нацелены на обеспечение требуемых значений вероятности доставки и вероятности дублирования сообщений в IoT-системе, а также не учитывают интенсивность пакетного трафика. Необходимость совершенствования процесса доставки данных в системе промышленного Интернета вещей и нехватка теоретически обоснованных средств автоматизированного управления параметрами передачи телеметрических IoT-сообщений с учетом критериев, обусловленных спецификой контролируемого технологического процесса, определяют актуальность изложенного в статье исследования.

Целью исследования является обеспечение требуемых характеристик доставки данных в системе промышленного Интернета вещей на основе разработки алгоритма автоматизированного управления параметрами передачи телеметрических сообщений.

Материалы и методы исследования

Модели, на основе применения которых могут быть оценены значения вероятности доставки и вероятности дублирования сообщений с учетом реализуемого уровня качества передачи данных в IoT-системе, предложены в работе [12]. С использованием этих моделей разработан алгоритм автоматизированного управления параметрами

передачи телеметрических сообщений в системе промышленного Интернета вещей. Блок-схема алгоритма представлена на рис. 1.

Предлагаемый алгоритм предписывает выполнение следующих шагов:

Шаг 1. Ввод исходных данных. На этом шаге задаются значения следующих величин: $L1$ – битовой длины информационного блока физического уровня, в который инкапсулирован пакет PUBLISH; $L2$ – битовой длины информационного блока физического уровня, в который инкапсулирован подтверждающий пакет PUBREC или служебный пакет PUBREL; PC – вероятности того, что подтверждающий пакет PUBREC будет принят узлом-отправителем до срабатывания таймера повторной передачи; N – максимальное значение разрешенного числа повторных передач. Затем пользователем вводятся значения следующих показателей: $GPDUBL$ – заданная вероятность дублирования доставленных сообщений; GPD – заданная вероятность доставки сообщений.

Шаг 2. Вычисляется вероятность доставки сообщения в IoT-системе при обеспечении уровня QoS-0 с использованием выражения, представленного в работе [12]:

$$PD0 = P1^2, \quad (1)$$

где $P1$ – вероятность корректного приема информационного пакета PUBLISH.

Значение $P1$ оценивается по формуле

$$P1 = 1 - (L1 \cdot BER), \quad (2)$$

где BER – интенсивность битовых ошибок в беспроводных каналах, используемых для передачи данных [12].

Шаг 3. Значение $PD0$ сравнивается с заданной вероятностью доставки сообщений. Если $PD0 \geq GPD$, то выполняется переход к шагу 4. В противном случае выполнение алгоритма переходит к шагу 5.

Шаг 4. Вывод рекомендуемого уровня QoS-0. Конец алгоритма.

Шаг 5. Число разрешенных повторных передач устанавливается $Nretry = 0$.

Шаг 6. Значение $Nretry$ увеличивается на 1. Если текущее значение $Nretry$ превышает значение N , то осуществляется переход к шагу 12.

Шаг 7. Вычисляется вероятность дублирования доставленных сообщений в IoT-системе при обеспечении уровня QoS-1 с использованием моделей, представленных в работе [12]:

$$PDUBL = A \cdot (2 - A), \quad (3)$$

где A – величина, которая оценивается с помощью выражения

$$A = 1 - P1 \cdot \left[(1 - P1)^{Nretry} \cdot (1 + Nretry \cdot (1 - P2 \cdot PC)) + P2 \cdot PC \cdot \sum_{i=0}^{Nretry-1} (1 - P1)^i \right] - (1 - P1)^{Nretry+1}, \quad (4)$$

где $P2$ – вероятность корректного приема подтверждающего пакета PUBREC:

$$P2 = 1 - (L2 \cdot BER). \quad (5)$$

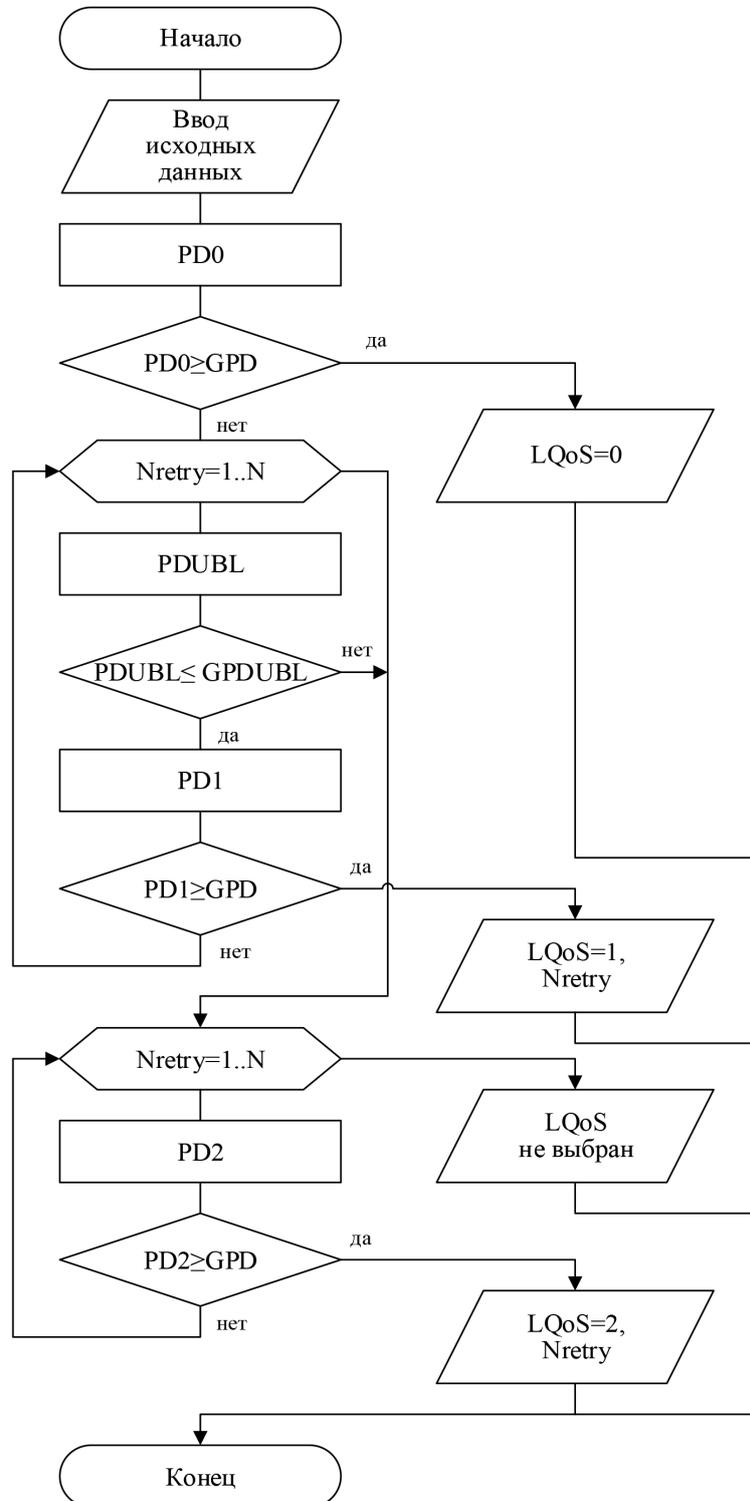


Рис. 1. Блок-схема предлагаемого алгоритма

Шаг 8. Значение $PDUBL$ сравнивается с заданной вероятностью дублирования доставленных сообщений. Если $PD1 \leq GPDUBL$, то выполняется переход к шагу 9. В противном случае выполнение алгоритма переходит к шагу 12.

Шаг 9. Вычисляется вероятность доставки сообщения в PoT-системе при обеспечении уровня QoS-1 с использованием выражения, представленного в работе [12]:

$$PD1 = \left[1 - (1 - P1)^{Nretry+1} \right]^2. \quad (6)$$

Шаг 10. Значение $PD1$ сравнивается с заданной вероятностью доставки сообщений. Если $PD1 \geq GPD$, то выполняется переход к шагу 11.

$$PD2 = \left[1 - \left((1 - P1 \cdot P2 \cdot PC)^{Nretry+1} + P1 \cdot P2 \cdot PC \cdot (1 - P2)^{Nretry+1} \cdot \sum_{i=0}^{Nretry} (1 - P1 \cdot P2 \cdot PC)^i \right) \right]^2. \quad (7)$$

Шаг 16. Значение $PD2$ сравнивается с заданной вероятностью доставки сообщений. Если $PD2 \geq GPD$, то выполняется переход к шагу 17. В противном случае выполнение алгоритма переходит к шагу 13.

Шаг 17. Вывод рекомендуемого уровня QoS-2 с текущим $Nretry$. Конец алгоритма.

Результаты исследования и их обсуждение

Разработанный алгоритм реализован в виде программного обеспечения на языке Python версии 3.12.5, на основе применения которого проведена серия вычислительных экспериментов со следующими исходными данными: $L1 = 256$ бит; $L2 = 128$ бит; $PC = 1$; $GPD = 0,9$; $GPDUBL = 0,1$. В результате экспериментов установлено, что в PoT-системе при значениях BER не выше 2×10^{-4} рекомендуется использовать уровень QoS-0, при значениях BER от 3×10^{-4} до 4×10^{-4} следует использовать уровень QoS-1 и $Nretry = 1$, а при BER от 6×10^{-4} до 10×10^{-4} следует использовать уровень QoS-2 и $Nretry = 2$. Эти результаты полностью совпадают с результатами моделирования, изложенными в работе [12], что подтверждает логическую корректность разработанного алгоритма.

Затем была проведена вторая серия вычислительных экспериментов, в ходе которой проверялось выполнение заданных требований к доставке данных и оценивалась величина пакетного трафика в PoT-системе без применения предложенного алгоритма и с его применением. При этом оценива-

лись значения величины V , то есть среднего числа пакетов, передаваемых в PoT-системе в течение 1 ч. Предполагалось, что пакетный трафик генерировали 1000 сенсорных устройств, каждое из которых в течение 1 ч передавало по 4 телеметрических сообщения. Полученные результаты представлены в таблице.

В противном случае выполнение алгоритма возвращается к шагу 6.

Шаг 11. Вывод рекомендуемого уровня QoS-1 с текущим $Nretry$. Конец алгоритма.

Шаг 12. Устанавливается $Nretry = 0$.

Шаг 13. Значение $Nretry$ увеличивается на 1. Если текущее значение $Nretry$ превышает значение N , то осуществляется переход к шагу 14.

Шаг 14. Выводится сообщение о том, что при имеющихся исходных данных реализация любого уровня QoS не позволяет обеспечить требуемые характеристики доставки телеметрических сообщений. Конец алгоритма.

Шаг 15. Вычисляется вероятность доставки сообщения в PoT-системе при обеспечении уровня QoS-2 с использованием выражения, представленного в работе [12]:

Обработка представленных в таблице данных дала возможность построить диаграммы, изображенные на рис. 2. Анализ диаграмм показывает, что в случаях установки фиксированных уровней качества передачи данных без применения разработанного алгоритма реализация уровня QoS-0 позволяет выполнить требования по доставке данных только на 20% и сопровождается средней интенсивностью трафика 0,8 тыс. пакетов в течение 1 ч; реализация уровня QoS-1 позволяет выполнить требования по доставке данных на 40% при повышении средней интенсивности трафика до 17,78 тыс. пакетов в течение 1 ч; реализация уровня QoS-2 позволяет на 100% выполнить требования по доставке данных при повышении средней интенсивности трафика до 36,06 тыс. пакетов в течение 1 ч. Применение разработанного алгоритма управления параметрами передачи сообщений позволяет на 100% обеспечить достижение требуемых характеристик доставки данных и по сравнению с реализацией фиксированного уровня QoS-2 дает возможность снизить среднюю интенсивность трафика на 32,5% (до 24,32 тыс. пакетов в течение 1 ч).

Результаты вычислительных экспериментов

$BER \times 10^{-4}$	Без применения алгоритма						С применением алгоритма	
	QoS-0		QoS-1, $N_{retry} = 1$		QoS-2, $N_{retry} = 2$		Выполнение требований	$V \times 10^3$
	Выполнение требований	$V \times 10^3$	Выполнение требований	$V \times 10^3$	Выполнение требований	$V \times 10^3$		
1	да	0,8	да	16,4	да	32,7	да	0,8
2	да	0,8	да	16,8	да	33,4	да	0,8
3	нет	0,8	да	17,1	да	34,3	да	17,1
4	нет	0,8	да	17,4	да	35,0	да	17,4
5	нет	0,8	нет	17,7	да	35,8	да	17,7
6	нет	0,8	нет	18,0	да	36,5	да	36,5
7	нет	0,8	нет	18,3	да	37,2	да	37,2
8	нет	0,8	нет	18,5	да	37,9	да	37,9
9	нет	0,8	нет	18,7	да	38,6	да	38,6
10	нет	0,8	нет	18,9	да	39,2	да	39,2

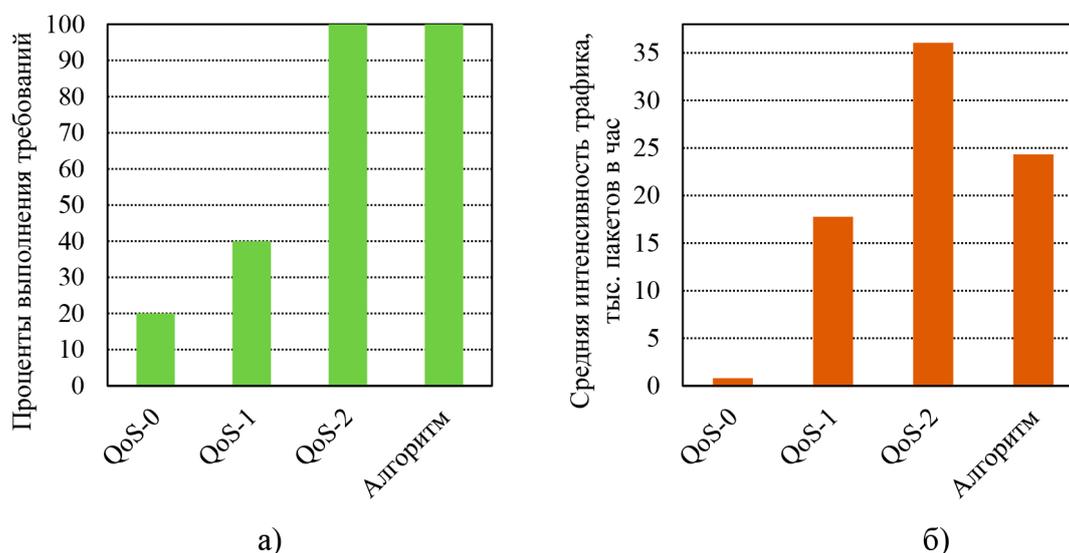


Рис. 2. Диаграммы выполнения требований по доставке данных (а) и средней интенсивности пакетного трафика (б)

Заключение

Представленный в работе алгоритм автоматизированного управления параметрами передачи телеметрических сообщений в PoT-системе обеспечивает теоретически обоснованный выбор уровня качества доставки сообщений и разрешенного числа повторных передач пакетов в зависимости от текущей интенсивности битовых ошибок. Применение алгоритма позволяет обеспечить заданные значения вероятности доставки и вероятности дублирования сообщений, существенно снижая при этом среднюю интенсивность трафика по срав-

нению с реализацией фиксированного уровня качества передачи данных с двойными подтверждениями.

Список литературы

1. Wibisono A., Alsharif M.H., Song H.-K., Lee B.M. A Survey on Underwater Wireless Power and Data Transfer System // IEEE Access. 2024. Vol. 12. P. 34942–34957. DOI: 10.1109/ACCESS.2024.3373791.
2. Константинов И.С., Польщиков К.А., Лазарев С.А. Имитационная модель передачи информационных потоков в мобильной радиосети специального назначения // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2015. № 13 (210). С. 156–163.
3. Kong L., Li W., Zhang T., Ma H., Cao Y., Wang K., Zhou Y., Shamim A., Zheng L., Wang X., Huang W. Wireless

Technologies in Flexible and Wearable Sensing: From Materials Design, System Integration to Applications // *Advanced Materials*. 2024. Vol. 36. P. 2400333. DOI: 10.1002/adma.202400333.

4. Ясир М.Д.Я., Польщиков К.А., Федоров В.И. Модель доставки сообщения в сенсорной сети с низким энергопотреблением // *Экономика. Информатика*. 2023. Т. 50, № 2. С. 439–447. DOI: 10.52575/2687-0932-2023-50-2-439-447.

5. Daousis S., Peladarinos N., Cheimaras V., Papageorgas P., Piromalis D.D., Munteanu R.A. Overview of Protocols and Standards for Wireless Sensor Networks in Critical Infrastructures // *Future Internet*. 2024. Vol. 6 (1). P. 33. DOI: 10.3390/fi16010033.

6. Yamini B., Pradeep G., Kalaiyarasi D., Jayaprakash M., Janani G., Uthayakumar G.S. Theoretical study and analysis of advanced wireless sensor network techniques in Internet of Things (IoT) // *Measurement: Sensors*. 2024. Vol. 33. P. 101098. DOI: 10.1016/j.measen.2024.101098.

7. Yaser M.J., Polschikov K.A., Polschikov I.K. Algorithm for ensuring the minimum power consumption of the end node in the LoRaWAN network // *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*. 2023. Vol. 11, Is. 4. P. 168–174.

8. Aggarwal K., Reddy G.S., Makala R., Srihari T., Sharma N., Singh C. Studies on energy efficient techniques for agricultural monitoring by wireless sensor networks // *Computers and Electrical Engineering*. 2024. Vol. 113. P. 109052. DOI: 10.1016/j.compeleceng.2023.109052.

9. Karthick Raghunath K.M., Koti M.S., Sivakami R. Utilization of IoT-assisted computational strategies in wireless sensor

networks for smart infrastructure management // *International Journal of System Assurance Engineering and Management*. 2024. Vol. 15. P. 28–34. DOI: 10.1007/s13198-021-01585-y.

10. Jan I., Sofi S. Data management for resource optimization in medical IoT // *Health and Technology*. 2024. Vol. 14. P. 51–68. DOI: 10.1007/s12553-023-00796-6.

11. Khan N., Solvang W.D., Yu H. Industrial Internet of Things (IIoT) and Other Industry 4.0 Technologies in Spare Parts Warehousing in the Oil and Gas Industry: A Systematic Literature Review // *Logistics*. 2024. Vol. 8 (1). P. 16. DOI: 10.3390/logistics8010016.

12. Балакшин М.С., Польщиков К.А. Оценивание характеристик доставки данных в системе промышленного интернета вещей // *Современные наукоемкие технологии*. 2024. № 8. С. 35–40. DOI: 10.17513/snt.40109.

13. Yakupov D.R. Overview and comparison of protocols Internet of Things: MQTT and AMQP // *International Journal of Open Information Technologies*. 2022. Vol. 10, Is. 9. URL: <http://www.injoit.org/index.php/j1/article/view/1371/1296> (дата обращения: 16.07.2024).

14. Pawar S., Jadhav D.B., Lokhande M. Evaluation of quality of service parameters for MQTT communication in IoT application by using deep neural network // *International Journal of Information Technology*. 2024. Vol. 16. P. 1123–1136. DOI: 10.1007/s41870-023-01664-2.

15. Palmese F., Redondi A.E.C., Cesana M. Adaptive Quality of Service Control for MQTT-SN // *Sensors*. 2022. Vol. 22 (22). P. 8852.

УДК 004.358:004.65
DOI 10.17513/snt.40142

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА МОДЕРНИЗАЦИИ ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Волков В.Ф., Пономарев А.С., Шуваев Н.А.

*ФГБОУ ВПО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского»,
Санкт-Петербург, e-mail: vka@mil.ru*

Целью исследования является минимизация расхода средств, дополнительно привлекаемых для ликвидации этапных опозданий при оптимизации процесса модернизации иерархических систем управления. Предложена методика решения двух взаимосвязанных задач – ситуационной оптимизации структуры иерархической системы управления и многоэтапной оптимизации процесса ее дооснащения средствами защиты информации. Алгоритм решения первой задачи основан на имитационном моделировании прохождения управляющих сигналов, при выборе варианта структуры в качестве показателя оптимизации используется вероятность доведения требуемой информации до исполнительного уровня. Необходимость решения второй задачи обусловлена возможностью срыва планов развертывания модифицированных систем управления вследствие воздействий внешней среды (в основном санкционных воздействий по деятельности ИТ-отрасли). Алгоритм минимизации средств компенсации этапных опозданий основан на создании трехмерного массива комбинаций величин опоздания на текущем этапе и расхода средств на ее ликвидацию на последующих этапах. Количество комбинаций определяется технико-экономическими возможностями заказчика и исполнителя проекта. Просчитанный априори массив (формируется по схеме «от конца к началу») реализуется при выборе варианта устранения опоздания последовательно, от этапа к этапу. Разработанная для сопровождения данного процесса имитационная модель позволяет учитывать возможную реконфигурацию критического пути общего сетевого плана модернизации иерархической системы по исходным данным, соответствующим результатам предыдущих этапов.

Ключевые слова: иерархическая система, модельное время, дооснащение, реконфигурация, компенсация опозданий

APPLICATION OF THE SIMULATION MODELING METHOD IN OPTIMIZING THE PROCESS OF HIERARCHICAL CONTROL SYSTEMS MODIFICATION

Volkov V.F., Ponomarev A.S., Shuvaev N.A.

Military Space Academy named after A.F. Mozhaysky, Saint Petersburg, e-mail: vka@mil.ru

The purpose of the study is minimizing the expenditure of funds additionally attracted to eliminate unnecessary delays while optimizing the process of hierarchical control system modernization. It is proposed methodology for solving two interrelated tasks – situational optimization of hierarchical management system structure and multi-stage optimization of its retrofitting with information security tools. The algorithm for solving the first task is based on simulation modeling of the control signals passage. When choosing a structure option, the probability of bringing the required information to the executive level is used as an optimization indicator. The need to solve the second task is due to the possibility of plans disruption for the modified control systems deployment due to the external environment impact (mainly due to sanctions in the information technology industry). The algorithm for minimizing the means of compensation for stage delays is based on creating a three-dimensional array of delay values at the current combinations and the expenditure of funds for its elimination at subsequent stages. The quantity of combinations is determined by technical and economic capabilities of the customer and the contractor of the project. A priori calculated array (it is formed according to the scheme from the ends to beginning) is implemented when choosing the option to eliminate delays sequentially from stage to stage. The simulation model developed to support this process allows us to take into account the possible reconfiguration of the critical path of the general network plan for modernization of the hierarchical system based on the initial data corresponding to stages results.

Keywords: hierarchical system, model time, equipping, compensation for delays, reconfiguration

Введение

В настоящее время в различных иерархических системах управления – государственных информационных системах, системах управления транспортной отрасли, управляющих подсистемах силовых ведомств, автоматизированных банковских контролируемых системах, автоматизированных системах управления технологическими производственными процессами – возник-

ла необходимость реконфигурации систем математического обеспечения и дооснащения систем защиты информации. Важность оперативного создания дополнительных программно-аппаратных средств, например систем предупреждения несанкционированного доступа (СПНД), обусловлена продолжающимися санкционными воздействиями и неопределенностью содержания их дальнейшего генерирования (количе-

ство точечных запретов для отечественных IT-организаций превысило второй десяток). Разработка, испытания и развертывание СПНД должны быть осуществлены в кратчайшие сроки, в связи с этим возникает задача оптимизации расхода ресурсов, привлекаемых к обеспечению выполнения вышеупомянутых проектов. Ее решение, в соответствии с принципом декомпозиции, может включать решение двух взаимосвязанных задач – ситуационной оптимизации структуры иерархической системы управления (ИСУ) и многоэтапной оптимизации процесса дооснащения ИСУ. Результаты решения первой задачи являются исходной информацией для решения второй задачи. Вопросы обоснования структуры иерархических систем рассматривались в работе [1] (минимизация количества уровней, оптимизация степени резервирования, расчет характеристик итерационного обмена информацией). Однако алгоритмы координации были разработаны для конкурентной обстановки (задачи Центра и задачи средних и нижних уровней частично не совпадают, в основном из-за необходимости распределения общего ресурса). Рассматриваемые в статье иерархические системы управления созданы и направлены на достижение единой цели, а вопросы координации уже решены на уровне концептуального (внешнего) проектирования, то есть обеспечение решения целевой задачи не требует проведения расчетов по алгоритму Данцига – Вулфа, по алгоритму Корнаи – Липтака и т.п. Следовательно, необходима разработка новой математической модели функционирования ИСУ в условиях вероятностной неопределенности (как при мониторинговом дежурстве, так и в ходе целевого использования). Анализ показал, что процесс информационного обмена в ИСУ адекватно описывается цепями Маркова, однако оперативное переключение аналитических моделей для условий жестких временных ограничений на ситуационную переработку моделей затруднителен, при этом может иметь место высокая степень эвристичности. Поэтому вместо аналитической необходимо разработать имитационную модель. Процесс создания ИСУ также описывается марковскими моделями [2], что позволяет сформулировать задачу минимизации расхода ресурсов за счет адаптивного реагирования на исход каждого этапа ранних стадий жизненного цикла, при этом должна использоваться частная имитационная модель.

Целью исследования является минимизация расхода средств, дополнительно привлекаемых для ликвидации этапных опозданий при оптимизации процесса модерни-

зации иерархических систем управления, и для ее достижения необходимо решить новую научную задачу по разработке обобщенной и частной имитационных моделей функционирования и развертывания ИСУ.

Применение общей имитационной модели для оценивания результативности подсистем информационного обеспечения. В общем случае результативность ИСУ оценивается вероятностью $P_{ису}$ доведения за заданное время информации, необходимой для каждого отдельного управляемого объекта. Выражения для расчета $P_{ису}$ могут быть получены с помощью теорем сложения и умножения вероятностей для конкретной структурной схемы в соответствии с техническим исполнением (радиотрасса, кабельная линия, последовательное смешанное соединение, степень резервирования и т.п.). Исходными данными для расчета $P_{ису}$ являются количественные оценки интенсивности отказов, параметры внешних воздействий, характеристики окружающей среды, параметры структурно-логических схем для каждого уровня ИСУ, технические характеристики конструктивных элементов и вероятности их безотказной работы. В работах [3, 4] показано, что учет возможных сбоев при прохождении информации от верхнего уровня до нижнего (исполнительского и между уровнями наиболее адекватно описывается дискретными цепями Маркова, однако размерность матриц перехода ИСУ из состояния в состояние резко, непропорционально увеличивается при росте числа объектов в каждом звене. Рабочие алгоритмы использования перечисленных аргументов приведены в руководящих документах и справочниках по надежности электронной техники [4, 5]. Кроме того, следует отметить, что при изменении обстановки и, как следствие, при переходе от исходного облика ИСУ к модифицированному (с сохранением количества уровней) необходимо получение (выведение) новой системы выражений для расчета $P_{ису}$. При этом для каждого нового варианта преобразования исходного облика ИСУ решение такой аналитической задачи потребует дополнительных временных затрат, что создает риск срыва своевременной подготовки предложений в руководящие документы. Для устранения этого недостатка представляется целесообразным применение метода статистических испытаний. Логика его применения заключается в следующем. Разыгрывается прохождение сигналов на первом уровне. При положительном исходе розыгрыша (удовлетворяются вероятностные условия эквивалентности и выполняются временные ограничения, соответствующие

данному уровню) осуществляется переход к следующему уровню ИСУ. При отрицательном исходе данное статистическое испытание считается неудачным, в вычислительном эксперименте организуется новая попытка. При этом предполагается, что для минимизации временной задержки используются ЧЛБ-код и модифицированная криптосистема Мак-Элиса, позволяющая исключить ошибки оператора, контролирующего обратную связь [6].

При имитации временных затрат для иерархических систем, предназначенных для доведения информации до подвижных объектов (ПО), описанная процедура усложняется, так как в сегментах движения модельного времени необходимо учесть возможный уход ПО из зон досягаемости передаваемой информации (географическая недоступность, геофизические факторы, односторонняя блокировка). Закон распределения участков разрыва информационного взаимодействия может быть определен численным методом для конкретных исходных данных (по структуре ИСУ и по обслуживаемым объектам), при этом также проводится дополнительная процедура статистического моделирования.

Для варианта оценивания результативности ИСУ по обобщенному временному показателю t_{Σ} (суммарное (конечное) время доведения требуемой информации) целесообразно предварительное теоретическое обоснование закона распределения величины t_{Σ} с учетом эксплуатационно-технических характеристик конкретного варианта.

Прогнозирование числа обращений D к датчику случайных чисел в ходе имитации прохождения сигналов является самостоятельной задачей, так как нижняя граница возможных значений D равна произведению $N_i * N_{ij} * N_{ijk}$ (N_i – число уровней, N_{ij} – число звеньев в уровне, N_{ijk} – число исполнительных уровней в звене), а верхняя граница является трижды неопределенной случайной величиной. Следовательно, точность расчета $P_{усу}$ будет определяться шагом заполнения табличного ряда распределения модельного времени.

Применение частной имитационной модели для оптимизации процесса дооснащения ИСУ. Для реализации крупных высокотехнологических проектов характерны определенные отставания хода отработки, особенно на первых этапах [7, 8]. Причины нарушения первоначально объявленных сроков и способы «компенсации» опозданий не являются универсальными. Для рассматриваемых в статье иерархических систем управления основными причинами опозданий являются точечные санкцион-

ные воздействия по IT-сфере (диапазон запретов охватывает программное обеспечение, доставку электронно-компонентного оборудования, воздействия на поставщиков и, как следствие, обуславливает временную нехватку специалистов). Компенсация опозданий может быть осуществлена только дополнительными затратами, поэтому возникает актуальная задача поиска вариантов минимизации затрат, зависящих не только от степени нарушения плановых сроков. Анализ работ по управлению инновационными проектами [8] показал, что к настоящему времени в интересах моделирования конкурентной борьбы разработаны различные методики, но все они базируются либо на эконометрическом подходе к составлению и решению систем дифференциальных уравнений, описывающих динамику двусторонних воздействий по потенциальному конкуренту, либо на применении математической теории игр [7]. В современных условиях фрагментации глобальной экономики указанные подходы неприемлемы, так как исходными данными для проведения расчетов по ним являются неизвестные объем, направленность и периоды санкционных воздействий.

Для решения задачи минимизации затрат представляется целесообразным использовать следующий подход. Обозначим:

$T_{\text{ПР}}$ – срок, указанный в проекте дооснащения ИСУ;

$t_{ij}^{(0)}$ – продолжительность работ по установке СПНД для критического пути, рассчитанного при первоначальном формировании плана, то есть

$$\sum_i \sum_j t_{ij}^{(0)} = T_{\text{ПР}};$$

$\Delta t_k^{(0)}$ – расчетная продолжительность k -го этапа критического пути для первоначально запланированной (исходной) структуры общего плана;

$\Delta t_{k\phi}^{(0)}$ – реальное значение этой величины;

$$\Delta t_{k\phi}^{(0)} > \Delta t_k^{(0)}, \quad (1)$$

$P_{\text{ПР}}$ – требования заказчика в вероятностной форме.

Так как вследствие задержки (1) имеет место неравенство

$$P(\sum_k \Delta t_{k\phi}^{(0)} \leq T_{\text{ПР}}) < P_{\text{ПР}}, \quad (2)$$

то возникает риск невыполнения плана дооснащения ИСУ.

Очевидно, на каждом последующем этапе возможно повторение состояния (2). Тогда задача оптимизации процесса дооснащения ИСУ в вербальной постановке заключается в определении вариантов,

минимизирующих суммарные дополнительные расходы

$$\Delta S_{\Sigma} = \sum_{k=2}^{K_0} \Delta S^{(k)} .$$

Так как исход каждого этапа и, соответственно, величина компенсации опоздания на следующих этапах является случайными величинами, то минимизацию затрат можно проводить только «в режиме реального времени». Вычислительный процесс должен включать два контура – от конца к началу и, далее, от начала по ходу отработки проекта. Реализация ретроспективной развертки позволит сформировать «базу заготовок» (БЗ), включающую комбинации заранее рассчитанных затрат и величин опоздания для каждого этапа и для каждого варианта критического пути общего сетевого плана. Анализ работ по применению сетевых моделей [3, 7] показывает, что изменение продолжительности участков ранее подготовленного общего плана приводит к необходимости поиска нового критического пути для оставшихся после корректировки этапов.

Таким образом, схема алгоритма минимизации затрат не является детерминированной и заключается в «двойном» подборе управляющих воздействий для каждого факта изменения критического пути и для каждого этапа. Реализация такого рода случайной сети наиболее оперативно может быть осуществлена методом статистического моделирования.

Схема соответствующего вычислительного процесса включает следующие действия. После каждого розыгрыша величины $\Delta t_{k\phi}^z$ реализуется алгоритм минимизации (z – номер варианта пересчитываемого критического пути, то есть частотная характеристика действий по реконфигурации общего сетевого плана). Если после очередного статистического испытания устанавливается, что критический путь для оставшихся этапов изменяется, то осуществляется оп-

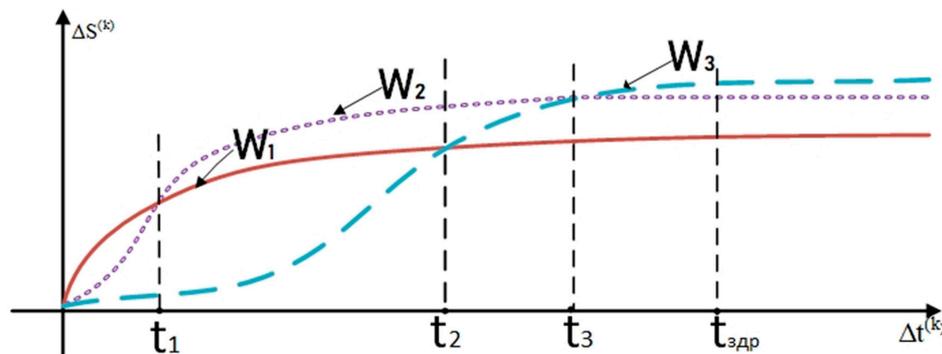
тимизация новой (сокращенной) последовательности этапов. При этом в БЗ вносятся заготовки новых комбинаций, а динамические параметры выражений, описывающих опоздания и затраты, уточняются на каждом этапе путем организации новой ретроспективной развертки. Далее они вносятся в память комплексов средств автоматизации Центра принятия решений (аппарата руководителя проекта).

После розыгрыша всех этапов формируется расширенная БЗ, включающая рекомендации по выбору наиболее целесообразных действий по перепроектированию в каждой ситуации. Следует отметить, что третью координату массива комбинаций в общем случае нельзя рассматривать как детерминированную, так как перебор комбинаций является эвристическим, т.е. необходимо рассчитывать ее некоторое предельное значение, зависящее от назначенных заказчиком доверительной вероятности и доверительного интервала. Далее подсчитывается статистическая оценка риска невыполнения условия:

$$P(\sum_k \Delta t_{k\phi}^{(0)} \leq T_{ГПР}) < P_{ГПР} ,$$

которое может использоваться при определении нижней оценки вероятности необходимости привлечения дополнительных средств.

Для расчета математического ожидания минимизируемых затрат на каждом шаге ретроспективной развертки, помимо зависимостей, связующих величину опоздания и величину затрат на компенсацию, необходимо знать закон распределения величины опоздания. Соответствующие зависимости определяются по результатам вычислительных экспериментов; на рисунке предоставлен пример трех вариантов зависимости $\Delta S^{(k)}$ от $\Delta t^{(k)}$. Его анализ показывает, что при опоздании $\Delta t \leq t_1$ оптимальным вариантом является вариант устранения опоздания W_3 , при опоздании $t_1 \leq \Delta t \leq t_2$ – вариант W_1 , при опоздании $t_2 \leq \Delta t \leq t_3$ – вариант W_2 , при опоздании $t_3 \leq \Delta t \leq t_{здр}$ – вариант W_3 .



Варианты зависимостей расхода средств на компенсацию опоздания от величины опоздания

Предполагается, что величина $t_{\text{здр}}$ определяется заказчиком из соображений здравого смысла; например, возможно, что при величине опоздания более 2/3 от планового значения продолжительности k -го этапа потребуется неприемлемый размер затрат на восстановление плановых сроков по оставшимся этапам.

База заготовок, используемая при оптимизации в ретроспективной развертке и выборе оптимального варианта при «прямых» вычислениях, может содержать не менее десяти вариантов таких зависимостей для каждого шага вычислений. Функция распределения продолжительности каждого (точнее, распределения опоздания) определяется по правилам математической статистики. Как правило, она «существует» только в форме таблиц, содержащих десятки тысяч значений. В отличие от рассмотренных в п. 1 данной статьи интервалов, имеющих порядок единиц минут (для вариантов отсутствия разрывов в информационных воздействиях), рассматриваемые интервалы имеют величину десятков не-

дель или месяцев, поэтому представляется целесообразным аппроксимация функции распределения величины опоздания путем ее пересчета в стандартную функцию нормального распределения. Приведем пример преобразования выборки для гамма-распределения. Обозначим через $F_\gamma(x|p, \lambda)$ и, соответственно, через $f_\gamma(x|p, \lambda)$ функции гамма-распределения и плотности с параметрами p и λ , и пусть $\Phi(x)$ – функция стандартного нормального распределения, а $\varphi(x)$ – его функция плотности. В этом случае приближенно

$$F_\gamma(x|p, \lambda) = \Phi(\lambda u),$$

где λu – переменная, которая по Вильсону – Хилферти [5] имеет вид

$$\lambda u = 3\sqrt{p} \left[\sqrt{\frac{\lambda x}{p}} - \frac{9p-1}{9p} \right],$$

а по Фишеру [5] – $\lambda u = \sqrt{4\lambda x} - \sqrt{4p-1}$.

После алгебраических преобразований получаем следующие зависимости:

Первый вариант:

$$F_\gamma(x|p, \lambda) = \Phi \left(3\sqrt{p} \sqrt{\frac{\lambda x}{p}} - \frac{9p-1}{9p} \right) = \Phi(c_1\sqrt{x} - k_1),$$

где $c_1 = 3\sqrt{\lambda}$; $k_1 = \frac{9p-1}{9}$.

Второй вариант:

$$F_\gamma(x|p, \lambda) = \Phi(\sqrt{4\lambda x} - \sqrt{4p-1}) = \Phi(c_2\sqrt{x} - k_2),$$

где $c_2 = 2\sqrt{\lambda}$, $k_2 = \sqrt{4p-1}$.

После интегрирования получаем приближенные функции плотности:

$$\text{вариант 1} - f_\gamma(x|p, \lambda) = \varphi(c_1\sqrt{x} - k_1) 1,5\sqrt{\frac{\lambda}{x}},$$

$$\text{вариант 2} - f_\gamma(x|p, \lambda) = \varphi(c_2\sqrt{x} - k_2)\sqrt{\frac{\lambda}{x}}.$$

Следует отметить также, что после выявления новых факторов (по отношению к априорной информации) и их анализа возможно изменение основной гипотезы, «заложеной» в соотношение (3). При этом формат зависимости $\Delta S^{(k)}$ от времени для любого планового периода будет определяться логистическими функциями с другими атрибутивными коэффициентами, соответствующими новой производственно-экономической обстановке.

Заключение

В статье предложен подход к решению двух взаимосвязанных задач – ситуационной оптимизации структуры иерархической системы управления и многоэтапной оптимизации процесса дооснащения ИСУ. При решении первой задачи результативность ИСУ оценивается по конечному времени доведения требуемой информации. При оценивании временных затрат для

иерархических систем, предназначенных для доведения информации до подвижных объектов, в сегментах имитации модельного времени учитывается возможный уход ПО из зон досягаемости передаваемой информации (географическая недоступность, геофизические факторы, односторонняя блокировка). Закон распределения участков разрыва информационного взаимодействия определяется численным методом для конкретных исходных данных (по структуре ИСУ и по обслуживаемым объектам), при этом проводится дополнительная процедура статистического моделирования. Минимизация расхода средств, дополнительно привлекаемых для ликвидации этапных опозданий, основана на создании и применении в расчетах трехмерного массива комбинаций величин опоздания на контролируемом этапе и расхода средств на ее компенсацию на последующих этапах (горизонт планирования – не более 2 вследствие значительной неопределенности внешней обстановки). Разработанная для сопровождения данного процесса имитационная модель позволяет учитывать возможную реконфигурацию критического пути общего сетевого плана модернизации оптимизационной задачи по исходным данным, соответствующим результатам предыдущих этапов.

Включение предложенных алгоритмов в состав системы математического обеспечения процесса модификации иерархических систем управления позволит обеспечить реализацию планов развертывания ИСУ в кратчайшие сроки. Разработанный методический аппарат целесообразно применять в ходе административно-научного сопровождения хода реализации процесса модификации иерархических систем управ-

ления. Точность оценивания прироста эффективности за счет ситуационной оптимизации будет определяться степенью детализации прогнозных моделей воздействий конкурентной среды.

Список литературы

1. Велеулов З.А., Кинжагулов И.Ю., Федоров А.В., Филюлин Д.Р. Надежность изделий и систем: учебное пособие. СПб.: Университет ИТМО, 2023. 184 с.
2. Youssef Ait El Mahjoub, Leo Le Corre, Hind Castel-Taleb Stochastic Modeling And Optimization For Power And Performance Control In DVFS Systems. [Электронный ресурс]. URL: <https://scs-europe.net/conf/ecms2023/ecms2023-accepted-papers> (дата обращения: 25.07.2024). DOI: 10.7148/2023-0497.
3. Бирюков Д.Н., Дудкин А.С., Захаров О.О. Способ тестирования средств защиты информации на основе применения многовариантной генерации исходного кода по заданной функциональной спецификации // Труды ВКА имени А.Ф. Можайского. 2022. Вып. 684. С. 113–122.
4. Вивчар Р.М., Птушкин А.И. Имитационное моделирование как инструмент обеспечения риск-ориентированного управления в сложных технических системах // Сборник трудов X Всероссийской НПК по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности. СПб.: СПИИРАН, 2022. С. 101–106.
5. ГОСТ Р МЭК 62960-2022. Надежность в технике. Анализ надежности на стадиях жизненного цикла. Дата введения: 01.01.2023.
6. Гордов Н.А. Криптосистемы Мак-Элиса и Нидеррайтера в атаках декодирования классической информации // Современные научные исследования и инновации. 2020. № 6. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2020/06/92527> (дата обращения: 15.07.2024).
7. Белов А.С., Добрышин М.М., Горшков А.А., Мазур В.В. Методика определения объема дополнительных средств и ресурсов для устойчивого функционирования корпоративной сети связи в условиях информационно-технических воздействий // Известия Тульского ГУ. Технические науки. 2022. Вып. 9. С. 3–8.
8. Борчин А.С. Проблемы проектного управления в современных IT-компаниях и направления совершенствования управления проектами // Современные технологии управления. 2022. № 1 (97). С. 34–42. DOI 10.24412/2226-9339-2022-197-17.

УДК 519.6:677.03

DOI 10.17513/snt.40143

**АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ
МНОГОМЕРНЫХ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ
РАДИУСОВ ЭЛЛИПСОВ РАМАНОВСКИХ СПЕКТРОВ
ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА**

Емельянов В.М., Добровольская Т.А., Емельянов В.В.

*ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск,
e-mail: dobtatiana74@mail.ru*

Статья посвящена поиску оптимального решения задачи повышения точности распознавания наночастиц металлов при исследовании высокомолекулярных соединений, в частности синтетических волокон. В рамках данной публикации представлены результаты оценки наличия наночастиц серебра при концентрации 17 % на полиэфирных волокнах. Для достижения поставленной цели для исследуемых объектов были получены многомерные системы аналитических уравнений плотностей вероятностей p_0 и p_1 и эквивалентных радиусов R_0 и R_1 с учетом преобразования взаимозависимых данных рамановских поляризационных спектров в независимый вид с применением методов многомерного корреляционного анализа. Для осуществления решения была разработана программная реализация с использованием функционала программы Mathcad. Полученные в ходе решения идентичные значения p_0 и p_1 , а также R_0 и R_1 говорят о достаточно высокой достоверности идентификации наночастиц, а также о том, что в ходе проведения исследования предложен математический инструментарий, дающий возможность для взаимного перерасчета $p_0 \leftrightarrow R_0$ и $p_1 \leftrightarrow R_1$. Таким образом, разработан новый подход к эффективной оценке достоверности идентификации наночастиц серебра при исследовании наномодифицированных химических волокон, который позволяет достичь сходимости баз уравнений как по p , так и по R , в 15-м десятичном знаке, что обеспечивает увеличение точности в 1,2 раза. Практическая значимость исследования выражается в возможности использования полученных результатов для наночастиц других металлов, например золота.

Ключевые слова: наномодификация полимеров, многомерные методы, аналитическое решение, система уравнений, достоверность, эквивалентные радиусы

**ANALYTICAL TRANSFORMATION
OF MULTIDIMENSIONAL SYSTEMS OF EQUATIONS
FOR THE RADII OF ELLIPSES OF RAMAN SPECTR
OF TEXTILE MATERIALS FOR THE DETERMINATION
OF SILVER NANOPARTICLES**

Emelyanov V.M., Dobrovolskaya T.A., Emelyanov V.V.

Southwest State University, Kursk, e-mail: dobtatiana74@mail.ru

The article is devoted to the search for an optimal solution to the problem of increasing the accuracy of recognition of metal nanoparticles in the study of high-molecular compounds, in particular synthetic fibers. This publication presents the results of an assessment of the presence of silver nanoparticles at a concentration of 17% on polyester fibers. To achieve this goal, multidimensional systems of analytical equations of probability densities p_0 and p_1 and equivalent radii R_0 and R_1 were obtained for the studied objects, taking into account the transformation of interdependent data of Raman polarization spectra into an independent form using methods of multidimensional correlation analysis. To implement the solution, a software implementation was developed using the functionality of the Mathcad program. The identical values of p_0 and p_1 , as well as R_0 and R_1 obtained during the solution, indicate a sufficiently high reliability of the identification of nanoparticles, as well as that during the study a mathematical toolkit was proposed that makes it possible for mutual recalculation of $p_0 \leftrightarrow R_0$ and $p_1 \leftrightarrow R_1$. Thus, a new approach has been developed to effectively assess the reliability of the identification of silver nanoparticles in the study of nanomodified chemical fibers, which makes it possible to achieve convergence of the bases of equations in both p and R , in the 15th decimal place, which provides an increase in accuracy by 1.2 times. The practical significance of the study is expressed in the possibility of using the results obtained for nanoparticles of other metals, for example gold.

Keywords: nanomodification of polymers, multidimensional methods, analytical solution, system of equations, reliability, equivalent radii

Введение

Развитие наукоемких производств и инновационных технологий приводит к необходимости постоянного усовершенствования технологических процессов внедрения новейших разработок, позволяющих в целом повысить конкурентоспособность и востребованность продукции предприятий, в том числе в области текстильной промышленности [1]. Так, развивается создание наномодифицированных текстильных материалов различного назначения, что, в свою очередь, приводит к необходимости к постоянному поиску, разработке и внедрению все новых методов, позволяющих выявлять наночастицы с высокой точностью [2, 3].

Для обеспечения высокой разрешающей способности (до 10^{-16}) при идентификации наночастиц металлов применяются методы рамановской спектроскопии с разработкой и внедрением различных способов усиления сигнала [4]. Одним из эффективных методов повышения разрешающей способности является использование корреляционных многомерных взаимозависимостей, а также гипотезы Байеса [5]. Однако следует учитывать, что математическая обработка большого количества исследуемых параметров крайне затрудняет определение взаимозависимых вероятностей и приводит к необходимости преобразования корреляционных параметров в некоррелированный вид. При этом получены математические решения вышеупомянутой задачи в работах [6, 7], однако их недостатком является то, что в них многомерные системы уравнений решаются отдельно для плотностей вероятностей и отдельно для эквивалент-

ных радиусов эллипсов распределений рамановских спектров. Это приводит к необходимости проводить анализ полученных результатов и выбирать исходя из этого оптимальный вариант с учетом лучшей достоверности для оценки наличия наночастиц. Поэтому актуальной является задача разработки математического инструментария для идентификации наночастиц, который позволит одновременно учитывать и плотности вероятностей, и эквивалентные радиусы.

Цель исследования – поиск оптимального решения задачи повышения точности определения наночастиц серебра на текстильных волокнах на основе многомерного аналитического анализа.

Материалы и методы исследования

В качестве основного материала использовались наномодифицированные полиэфирные волокна, обработанные 17 %-ным раствором коллоидного серебра. В работе применялись методы многомерного математического анализа для обработки данных рамановских спектров исследуемых материалов и технология компьютерного моделирования в программе Mathcad.

Для достижения поставленной цели проводимого исследования необходимо выполнить аналитическое преобразование многомерных систем уравнений с учетом перевода данных в независимый вид. Разработана аналитическая форма уравнений вероятности пересечения эллипсов интенсивностей одного пика рамановского спектра волокон с наночастицами и без наночастиц серебра:

$$f(x, y) := \left[\left[\ln \left[\frac{1}{(2 \cdot \pi) \cdot (|Kr1|)^{0.5}} \right] + \frac{-1}{2} \cdot \left[\left(\frac{x - \bar{X}1_i}{\sigma X1_i} \quad \frac{y - \bar{Y}1_j}{\sigma Y1_j} \right) \cdot Kr1^{-1} \cdot \begin{pmatrix} \frac{x - \bar{X}0_i}{\sigma X0_i} \\ \frac{y - \bar{Y}1_j}{\sigma Y0_j} \end{pmatrix} \right] \right] \right] \cdot 1$$

$$\left[\left[\ln \left[\frac{1}{(2 \cdot \pi) \cdot (|Kr0|)^{0.5}} \right] + \frac{-1}{2} \cdot \left[\left(\frac{x - \bar{X}0_i}{\sigma X0_i} \quad \frac{y - \bar{Y}0_j}{\sigma Y0_j} \right) \cdot Kr0^{-1} \cdot \begin{pmatrix} \frac{x - \bar{X}0_i}{\sigma X0_i} \\ \frac{y - \bar{Y}1_j}{\sigma Y0_j} \end{pmatrix} \right] \right] \right] \cdot 1$$

), (1)

$$g(x, y) := \left[\begin{array}{l} \left[\frac{(x - \bar{X}0_i)}{(1 - rXY0_{i,j}) \cdot (\sigma X0_i)^2} \right] \left[\frac{(y - \bar{Y}0_i)}{(1 - rXY0_{i,j}) \cdot (\sigma Y0_i)^2} \right] \\ \left[\frac{(x - \bar{X}1_i)}{(1 - rXY1_{i,j}) \cdot (\sigma X1_i)^2} \right] \left[\frac{(y - \bar{Y}1_i)}{(1 - rXY1_{i,j}) \cdot (\sigma Y1_i)^2} \right] \end{array} \right]. \quad (4)$$

Преобразование уравнений (3), (4) в аналитическую форму позволяет получить систему аналитических уравнений (5), (6):

$$f(x, y) := \left[\frac{(x - \bar{X}1_i)^2}{(1 - rXY1_{i,j}) \cdot (\sigma X1_i)^2} + \frac{(y - \bar{Y}1_j)^2}{(1 + rXY1_{i,j}) \cdot (\sigma Y1_j)^2} \right] - \left[\frac{(x - \bar{X}0_i)^2}{(1 - rXY0_{i,j}) \cdot (\sigma X0_i)^2} + \frac{(y - \bar{Y}0_j)^2}{(1 + rXY0_{i,j}) \cdot (\sigma Y0_j)^2} \right], \quad (5)$$

$$g(x, y) := \left[\frac{(x - \bar{X}0_i)}{(1 - rXY0_{i,j}) \cdot (\sigma X0_i)^2} \right] \cdot \left[\frac{(y - \bar{Y}1_j)}{(1 + rXY1_{i,j}) \cdot (\sigma Y1_j)^2} \right] - \left[\frac{(x - \bar{X}1_i)}{(1 - rXY1_{i,j}) \cdot (\sigma X1_i)^2} \right] \cdot \left[\frac{(y - \bar{Y}0_j)}{(1 + rXY0_{i,j}) \cdot (\sigma Y0_j)^2} \right]. \quad (6)$$

Результаты исследования и их обсуждение

На основании системы аналитических уравнений (5) и (6) в математической программе Mathcad в работе было получено их решение относительно $p1$ и $p0$:

$$i: = 3 \quad j: = 4$$

Given

$$f(x,y) = 0 \quad g(x,y) = 0$$

$$v2: = \text{Find}(x,y)$$

$$v2 = \begin{pmatrix} 573.769592 \\ 3296.83997 \end{pmatrix}$$

$$f(v2_0, v2_1) = 2.8421709430404007 \times 10^{-14}$$

$$g(v2_0, v2_1) = 3.2526065174565133 \times 10^{-19}$$

$$R1 := \left[\frac{(v2_0 - \bar{X}1_i)^2}{(1 - rXY1_{i,j}) \cdot (\sigma X1_i)^2} + \frac{(v2_1 - \bar{Y}1_j)^2}{(1 + rXY1_{i,j}) \cdot (\sigma Y1_j)^2} \right]^{0.5}, \quad (7)$$

$$R0 := \left[\frac{(v2_0 - \bar{X}0_i)^2}{(1 - rXY0_{i,j}) \cdot (\sigma X0_i)^2} + \frac{(v2_1 - \bar{Y}0_j)^2}{(1 + rXY0_{i,j}) \cdot (\sigma Y0_j)^2} \right]^{0.5}, \quad (8)$$

$$p1 := \frac{1}{(2 \cdot \pi) \cdot [(1)^{0.5}]} \cdot e^{\frac{-1}{2} \cdot R1^2}; \quad p0 := \frac{1}{(2 \cdot \pi) \cdot [(1)^{0.5}]} \cdot e^{\frac{-1}{2} \cdot R0^2}, \quad (9)$$

$$p1 = 5.040679571258114 \times 10^{-28} \quad p0 = 5.040679571258114 \times 10^{-28} \quad (10)$$

$$R1 := 2^{0.5} \cdot (-\ln(p1) - \ln(2 \cdot \pi))^{0.5} \quad (11)$$

$$R0 := 2^{0.5} \cdot (-\ln(p0) - \ln(2 \cdot \pi))^{0.5} \quad (12)$$

При оценке $R1$ и $R0$ по аналитическому выражению (7) и (8) получаем

$$R0 = 11.046896815745413 \text{ и}$$

$$R1 = 11.046896815745413$$

очень близкие значения.

По аналитическому выражению (9) получаем для

$$p0 = 5.040679571258114 \cdot 10^{-28},$$

$$p1 = 5.040679571258114 \cdot 10^{-28}$$

практически одинаковые значения.

С использованием аналитических выражений (11) и (12) были определены

$$R0 = 11.046896815745413,$$

$$R1 = 11.046896815745413$$

такие же и равные по значению.

Отсюда можно сделать вывод: взаимное применение выражений $p1$ (9) и $R1$ (11),

а также $R0$ (8), $p0$ (9), $p1$ (10) и $R0$ (12) дает возможность их использовать для взаимного перерасчета $p0 \leftrightarrow R0$ и $p1 \leftrightarrow R1$.

Соответственно, можно констатировать, что уравнения (1)–(6) составлены без ошибок, а решение их проверено и показало высокую достоверность по (10)

$$p0 = 5.040679571258114 \cdot 10^{-28},$$

$$p1 = 5.040679571258114 \cdot 10^{-28}.$$

Проверка по (11) и (12) показала также высокую достоверность составления и решения системы уравнений (1)–(12).

Для проверки и подтверждения составления и решения системы уравнений (1)–(12) построено графическое изображение пересечения эллипсов рамановских спектров в точке

$$v2_0 = 573.769592 \text{ и } v2_1 = 3296.83997,$$

которое представлено на рис. 1.

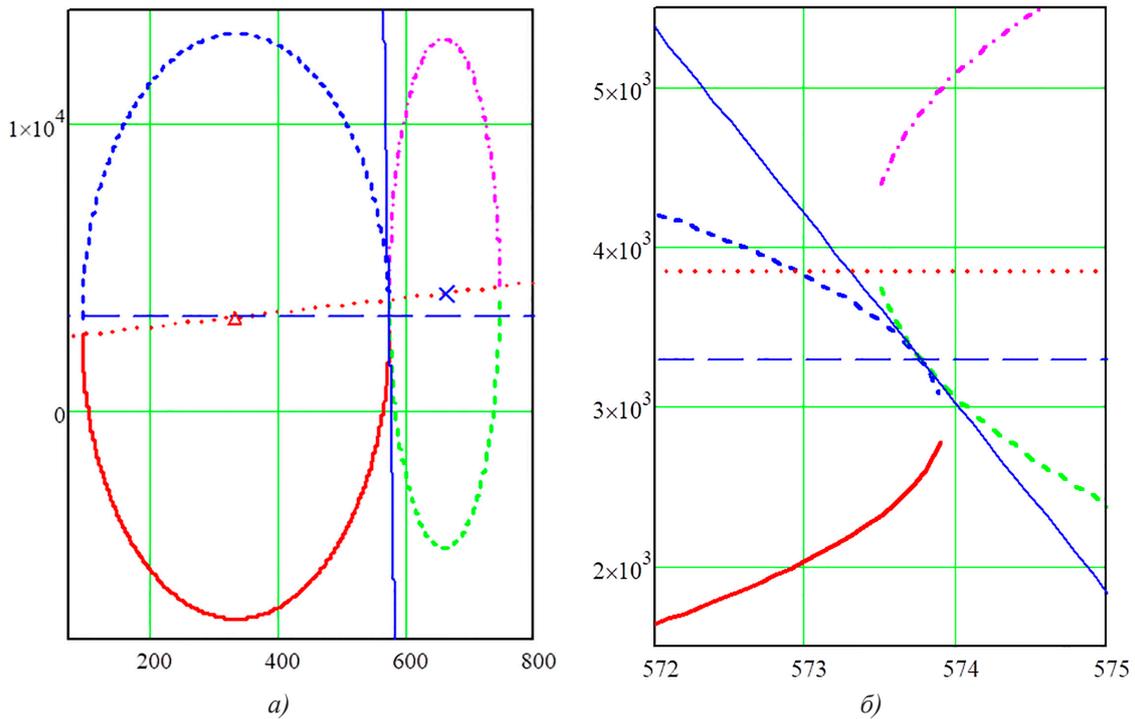


Рис. 1. Эллипсы распределения рамановских спектров полиэфирных волокон с наночастицами серебра и без наночастиц с преобразованием двумерных параметров в независимый вид: а) общий вид пересечения; б) увеличенный фрагмент

При этом изображение выполнено при привязке распределения данных к оси $MENY_0_j - - MENY_1_j$ для

$$p_0 = 5.040679571258114 \cdot 10^{-28},$$

$$p_1 = 5.040679571258114 \cdot 10^{-28},$$

$$R_0 = 11.046896815745413,$$

$$R_1 = 11.046896815745413.$$

Аналитическое и графическое решение системы дифференциальных уравнений показало высокую достоверность:

$$p_0 = 5.040679571258114 \cdot 10^{-28} \text{ и}$$

$$p_1 = 5.040679571258114 \cdot 10^{-28}.$$

И следует подчеркнуть, что нет необходимости составлять и решать систему уравнений для преобразованных не корреляционных уравнений отдельно для R_0, R_1 и отдельно для p_0, p_1 . Решение возможно по R_0, R_1 для p_0, p_1 с перерасчетом по аналитическим выражениям (11) и (12). Это значительно упрощает сложные составления и решения систем дифференциальных нелинейных корреляционных уравнений. Это видно по уравнениям (5) и (6), где нет члена $\ln[1/2\pi \cdot (1)^{0.5}]$, когда уравнение (3) превращается в уравнение (5).

Для проверки точности вычисленных значений R_0 и R_1 при составлении и решении системы некорреляционных уравнений по p_0 и p_1 покажем матрицу значений p_0 и p_1 для десятизначных обратных значений (13) и матрицу столбцов с максимальными десятизначными после запятой значениями строк R_0 и p_0 . Это необходимо для более удобной формы оценки эффекта от преобразования системы уравнений в некорреляционный вид (1)–(12), при этом используем термин достоверность вместо плотностей вероятностей:

$$QL_0 = \log(1/p_0). \quad (13)$$

Так как использовать приходится степенные выражения с очень большими значениями для достоверности и плотностей вероятностей, то удобнее применять их логарифмические значения с использованием выражения (13).

Эквивалентные радиусы эллипсов распределений рамановских спектров волокон с наночастицами серебра и без наночастиц, полученные в ходе проведения исследования, приведены на рис. 2 для удобства в отдельных матрицах столбцов R_01-R_09 из-за очень большого объема 17-разрядных десятичных значений в каждом члене матрицы столбца.

R01 :=	5.707734728170749 5.396565962471926 6.0029994230462895 5.886590062577979 8.44605477837288 5.789292923361316 8.504230864224802 3.55823703131522 4.215504172969118	R02 :=	2.2744052370939056 2.1952110532084523 2.3592771242231327 2.2941379579279233 2.68917219029442 2.2899680753173453 2.739357515150814 1.8378339285900358 2.019733153319345	R03 :=	5.221467218659843 4.985323679584551 5.091331345991233 5.354349629054898 6.943639179889043 5.270681499574881 6.587038766637885 3.583988471702071 4.281163173274227
R04 :=	7.706900989307935 7.49195409683786 7.483662104227207 7.996285256373946 11.046896815745413 7.793774212974175 9.940087277790411 4.846171662436274 6.056166010283804	R05 :=	4.302190169726401 4.475977089416408 4.313013736970004 4.393927656498255 5.107358951016776 4.362520851507088 4.839141679725009 3.3388987571647917 3.9377601301441807	R06 :=	6.73367602519356 6.342088577424662 6.657355327608405 6.937647044607666 8.857705834994617 6.791551371671851 8.634599969067969 4.260366769528937 5.164376103430487
R07 :=	4.104508505425384 4.079993279053314 4.0560032292131085 4.208174075407704 5.032709754491025 4.14044698375341 4.707769873704058 2.978549298397569 3.4758202979927058	R08 :=	4.0141834292000524 4.006948748752083 3.946126385343495 4.022813073371037 4.496147406534418 4.057890639306979 4.408457078623115 4.41209357829349 4.642836499702436	R09 :=	4.133681873276066 4.1589914953954965 4.120338378107388 4.207446778497587 5.007797033227559 4.188551674764319 4.8461543391581285 3.9325468433883257 4.358947441827054

Рис. 2. Значения эквивалентных радиусов для девяти пиков рамановского спектра

Так как здесь приведены радиусы эллипсов распределения только для данных пиков рамановского спектра для диэлектрика волокон без наночастиц R0 при решении систем уравнений, а для волокон с наночастицами значения радиусов R1 практически равны R1~ R0, то в этом исследовании нет пока необходимости приводить значения матриц R1.

В дальнейших исследованиях точностей решения системы уравнений (1)–(12) будет необходимость использовать совместно и R0 и R1.

Вычисление значений p01–p09, представленных на рис. 3, проводилось по выражениям (9)–(10).

По рис. 3 видно, что приведены только значения p0 для девяти пиков рамановско-

го спектра волокон без наночастиц p0. Поскольку для волокон с наночастицами значения плотности вероятностей p1 практически равны p1~ p0, то в этом исследовании нет пока необходимости приводить значения матриц p1.

В дальнейших исследованиях точностей решения системы уравнений (1)–(12) будет необходимость использовать совместно и p0 и p1.

Матрица, представленная выражением (16), приведена здесь с уменьшенным количеством десятичных разрядов в каждом 81 члене из-за удобства представления достоверности. Вычисления были осуществлены с использованием компьютерных технологий в программе Mathcad по 16 разрядов после запятой с максимальным разрешением.

$$\text{QL00} = \begin{pmatrix} 7.872454 & 1.921465 & 6.718421 & 13.695927 & 4.817323 & 10.644155 & 4.456457 & 4.297219 & 4.508646 \\ 7.122143 & 1.844602 & 6.195038 & 12.986519 & 5.148588 & 9.532295 & 4.412888 & 4.284617 & 4.554221 \\ 8.623298 & 2.006862 & 6.426996 & 12.959554 & 4.837572 & 10.422228 & 4.370504 & 4.179578 & 4.484729 \\ 8.322754 & 1.941041 & 7.023587 & 14.6827 & 4.990555 & 11.249682 & 4.643582 & 4.312279 & 4.642252 \\ 16.288561 & 2.368512 & 11.267744 & 27.297511 & 6.462491 & 17.835325 & 6.298122 & 5.187886 & 6.243805 \\ 8.076068 & 1.93689 & 6.830548 & 13.988337 & 4.930837 & 10.814133 & 4.5208 & 4.37383 & 4.607803 \\ 16.50269 & 2.42767 & 10.219999 & 22.253486 & 5.88318 & 16.987878 & 5.610835 & 5.018327 & 5.897929 \\ 3.547492 & 1.531624 & 3.58743 & 5.897965 & 3.21899 & 4.73956 & 2.724657 & 5.025292 & 4.156346 \\ 4.65699 & 1.683993 & 4.778132 & 8.762521 & 4.165255 & 6.589666 & 3.421607 & 5.478991 & 4.924069 \end{pmatrix} \quad (16)$$

$$\begin{matrix}
 \text{p01} = \begin{pmatrix} 1.3413624001142253 \times 10^{-8} \\ 7.548445015885278 \times 10^{-8} \\ 2.3806837444066358 \times 10^{-9} \\ 4.756049982434571 \times 10^{-9} \\ 5.145635372464626 \times 10^{-17} \\ 8.393289304945293 \times 10^{-9} \\ 3.142750017787239 \times 10^{-17} \\ 2.8347051267886605 \times 10^{-4} \\ 2.202979324018202 \times 10^{-5} \end{pmatrix} &
 \text{p02} = \begin{pmatrix} 1.1982156937081627 \times 10^{-2} \\ 1.430204349076487 \times 10^{-2} \\ 9.84323028444704 \times 10^{-3} \\ 1.1454053989681887 \times 10^{-2} \\ 4.280435163098114 \times 10^{-3} \\ 1.1564051985296875 \times 10^{-2} \\ 3.7353383916922414 \times 10^{-3} \\ 2.9401962918005604 \times 10^{-2} \\ 2.070172866692817 \times 10^{-2} \end{pmatrix} &
 \text{p03} = \begin{pmatrix} 1.9123992905178737 \times 10^{-7} \\ 6.382069957185082 \times 10^{-7} \\ 3.7411428784261886 \times 10^{-7} \\ 9.471371310435568 \times 10^{-8} \\ 5.398286126836426 \times 10^{-12} \\ 1.4772420203969676 \times 10^{-7} \\ 6.025612294943752 \times 10^{-11} \\ 2.585649213681234 \times 10^{-4} \\ 1.6667395294179272 \times 10^{-5} \end{pmatrix}
 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix}
 \text{p04} = \begin{pmatrix} 2.014060444497219 \times 10^{-14} \\ 1.0315278451213838 \times 10^{-13} \\ 1.097604301942496 \times 10^{-13} \\ 2.0763475775391558 \times 10^{-15} \\ 5.040679571258114 \times 10^{-28} \\ 1.0272198663871268 \times 10^{-14} \\ 5.5784587435592785 \times 10^{-23} \\ 1.2648374307182624 \times 10^{-6} \\ 1.727742077402006 \times 10^{-9} \end{pmatrix} &
 \text{p05} = \begin{pmatrix} 1.5229180593255571 \times 10^{-5} \\ 7.102508553676823 \times 10^{-6} \\ 1.4535439107501706 \times 10^{-5} \\ 1.021986490791739 \times 10^{-5} \\ 3.4475397381758457 \times 10^{-7} \\ 1.1726361202664894 \times 10^{-5} \\ 1.3086386433656891 \times 10^{-6} \\ 6.039618515511513 \times 10^{-4} \\ 6.835099156805243 \times 10^{-5} \end{pmatrix} &
 \text{p06} = \begin{pmatrix} 2.2690529695024693 \times 10^{-11} \\ 2.935653545515735 \times 10^{-10} \\ 3.782438764947959 \times 10^{-11} \\ 5.627530939763296 \times 10^{-12} \\ 1.461083491327074 \times 10^{-18} \\ 1.5341460998264462 \times 10^{-11} \\ 1.0283043685589353 \times 10^{-17} \\ 1.8215465501952288 \times 10^{-5} \\ 2.5723717048578236 \times 10^{-7} \end{pmatrix}
 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix}
 \text{p07} = \begin{pmatrix} 3.4957689402604224 \times 10^{-5} \\ 3.864668157467322 \times 10^{-5} \\ 4.260844162525125 \times 10^{-5} \\ 2.272053104611071 \times 10^{-5} \\ 5.033597051280723 \times 10^{-7} \\ 3.0143908981071577 \times 10^{-5} \\ 2.449992344057263 \times 10^{-6} \\ 1.885136535834826 \times 10^{-3} \\ 3.787855143111549 \times 10^{-4} \end{pmatrix} &
 \text{p08} = \begin{pmatrix} 5.044074040542075 \times 10^{-5} \\ 5.192572613621018 \times 10^{-5} \\ 6.613358866273594 \times 10^{-5} \\ 4.872152771315901 \times 10^{-5} \\ 6.488054655782769 \times 10^{-6} \\ 4.228342948109759 \times 10^{-5} \\ 9.58679455690356 \times 10^{-6} \\ 9.434268258505183 \times 10^{-6} \\ 3.3190151922013675 \times 10^{-6} \end{pmatrix} &
 \text{p09} = \begin{pmatrix} 3.0999484546956237 \times 10^{-5} \\ 2.7911208937244876 \times 10^{-5} \\ 3.275446591176592 \times 10^{-5} \\ 2.279016981695555 \times 10^{-5} \\ 5.70420157399834 \times 10^{-7} \\ 2.467155413382874 \times 10^{-5} \\ 1.264943620086095 \times 10^{-6} \\ 6.976770013139683 \times 10^{-5} \\ 1.1910520572256011 \times 10^{-5} \end{pmatrix}
 \end{matrix}$$

Рис. 3. Значения плотностей вероятности для девяти пиков рамановского спектра

При умножении независимых вероятностей $P_0 = \prod P_i$ с использованием их логарифмических выражений (13) были получены суммы логарифмов достоверностей SQL00 (17) из (16)

$$SQL00 := \sum_{j=0}^8 \sum_{i=0}^8 (QL00_{i,j}), \quad SQL00 = 564.1545106983666. \quad (17)$$

А для одного пика в среднем получены следующие результаты:

$$SQL01 := \frac{SQL00}{81}, \quad SQL01 = 6.964870502448971. \quad (18)$$

При этом плотности вероятностей будут иметь следующие значения:

$$\text{для общей системы } p00 = 10^{-564.1545106983666}, \quad (19)$$

для одного пика рамановского спектра средняя плотность вероятностей составляет

$$p001 = 10^{-6.964870502448971}. \quad (20)$$

Если рассмотреть составление и решение системы уравнений при привязке данных к оси $MENY0_j = 0$ – $MENY1_j = 0$ по сравнению с системой уравнений с привязкой данных к оси $MENY0_j$ – $MENY1_j$ (19) и (20), то получим матрицу достоверностей $QL00\phi$ (21):

$$QL00\phi = \begin{pmatrix} 7.839428 & 1.867104 & 6.680198 & 13.658752 & 4.789307 & 10.597958 & 4.439486 & 4.263427 & 4.486176 \\ 7.086816 & 1.790387 & 6.155564 & 12.949033 & 5.126121 & 9.485955 & 4.395011 & 4.254133 & 4.533578 \\ 8.594931 & 1.959775 & 6.389787 & 12.923 & 4.811417 & 10.379806 & 4.352175 & 4.146386 & 4.462273 \\ 8.288637 & 1.883804 & 6.984534 & 14.64483 & 4.962471 & 11.200934 & 4.627727 & 4.277672 & 4.619708 \\ 16.21072 & 2.260309 & 11.183677 & 27.219174 & 6.400759 & 17.741135 & 6.278102 & 5.102222 & 6.191271 \\ 8.040943 & 1.881017 & 6.790421 & 13.949028 & 4.901791 & 10.766108 & 4.502303 & 4.339564 & 4.584438 \\ 16.44729 & 2.350188 & 10.155445 & 22.189571 & 5.829053 & 16.919797 & 5.579132 & 4.953489 & 5.853229 \\ 3.481052 & 1.444172 & 3.511767 & 5.828915 & 3.131421 & 4.676961 & 2.634245 & 4.973109 & 4.090588 \\ 4.545381 & 1.540393 & 4.641202 & 8.640078 & 3.992502 & 6.487543 & 3.240394 & 5.375471 & 4.796605 \end{pmatrix} \quad (21)$$

На следующем этапе выполнения исследования при умножении независимых вероятностей $P_0 = \prod P_i$ при использовании их логарифмических выражений (13) получены суммы логарифмов достоверностей $SQL00\phi$ (22) из (21):

$$SQL00\phi := \sum_{j=0}^8 \sum_{i=0}^8 (QL00\phi), \quad SQL00\phi = 559.5602718672014. \quad (22)$$

А для одного пика в среднем получены результаты:

$$SQL01\phi = SQL00\phi/81, \quad SQL01\phi = 6.908151504533351. \quad (23)$$

При этом плотности вероятностей будут иметь следующие значения:

$$\text{для общей системы } - p0\phi = 10^{-559.5602718672014}, \quad (24)$$

для одного пика рамановского спектра средняя плотность вероятностей составляет

$$p01\phi = 10^{-6.908151504533351}. \quad (25)$$

Таким образом, при составлении и решении системы уравнений при привязке данных к оси $MENY0_j$ – $MENY1_j$ достоверность $SQL00$ дает более высокое значение, чем $SQL00\phi$, полученная при привязке данных к оси $MENY0_j = 0$ – $MENY1_j$.

Заключение

В работе предложен метод аналитического представления преобразованной системы

корреляционных уравнений плотностей вероятностей в некорреляционные уравнения эквивалентных радиусов эллипсов разброса рамановских спектров полиэфирных материалов как с наночастицами серебра, так и без них.

При решении по аналитическому выражению системы уравнений эквивалентных радиусов получены очень близкие значения максимального пика

$$R0 = 11.046896815745413 \text{ и}$$

$$R1 = 11.046896815745413.$$

По аналитическому выражению для системы уравнений плотностей вероятностей получены

$$p0 = 5.040679571258114 \cdot 10^{-28},$$

$$p1 = 5.040679571258114 \cdot 10^{-28}$$

практически также одинаковые значения.

С использованием аналитических выражений

$$R0 = f(p0) \text{ и } R1 = f(p1)$$

вычислены такие же и равные значения

$$R0 = 11.046896815745413,$$

$$R1 = 11.046896815745413.$$

Таким образом, обеспечивается сходимость баз уравнений $p0$ и $p1$, $R0$ и $R1$ в 15-м десятичном знаке.

Отсюда следует, что взаимное применение выражений $p1$ и $R1$, а также $R0$, $p0$ дает возможность их использовать для взаимного перерасчета $p0 \leftrightarrow R0$ и $p1 \leftrightarrow R1$. Это позволяет для оценки наличия наночастиц использовать только систему для эквивалентных радиусов.

Соответственно, можно сделать вывод, что уравнения системы составлены без ошибок, а решение их проверено и показало высокую достоверность по

$$p0 = 5.040679571258114 \cdot 10^{-28},$$

$$p1 = 5.040679571258114 \cdot 10^{-28}.$$

Для проверки и подтверждения достоверности составления и решения системы уравнений построено графическое изображение пересечения эллипсов рамановских спектров в точке

$$v_{2_0} = 573.769592 \text{ и } v_{2_1} = 3296.83997$$

решения системы уравнений.

Получена при умножении независимых вероятностей $P_0 = \prod P_i$ с использованием их логарифмических выражений сумма логарифмов достоверностей

$$SQL00 = 564.1545106983666,$$

а для одного пика в среднем получено значение

$$SQL01 = 6.964870502448971.$$

При таких значениях логарифмических выражений плотности вероятностей будут иметь следующие значения:

$$\text{для общей системы } p00 = 10^{-564.1545106983666},$$

а для одного пика рамановского спектра средняя плотность вероятностей следующая:

$$p001 = 10^{-6.964870502448971}.$$

Дополнительно рассмотрено составление и решение системы уравнений при различных привязках данных к осям. В результате было установлено, что при привязке данных к оси $MENY0$ – – $MENY1$ достоверность $SQL00$ по сравнению с системой уравнений с привязкой данных к оси $MENY0 = 0$ – – $MENY1 = 0$ с достоверностью $SQL00ф$ дает более высокое значение достоверности $SQL00$, чем значение $SQL00ф$.

На основании полученных результатов для идентификации наночастиц различных концентраций коллоидного серебра возникает необходимость в дополнительном проведении исследований для повышения достоверности и эффективности распознавания наночастиц золота на диэлектрических и полупроводниковых волокнах.

Список литературы

1. Есиркепова А.М., Ахметова Г.Ж., Садыков А.С., Абилкасым А.Б., Аширбаева С.Б. Влияние инновационных технологий и материалов на развитие текстильной промышленности // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2020. № 3 (387). С. 52–60.
2. Хамматова В.В., Гайнутдинов Р.Ф. Методы наномодифицирования коллоидным раствором наночастиц серебра текстильных материалов для специальной одежды // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2022. № 1 (397). С. 201–205. DOI: 10.47367/0021-3497_2022_1_201.
3. Кудрявцева Е.В., Буринская А.А., Ильина П.А., Аким Э.Л., Таразанов А.А. Модификация натуральных текстильных материалов биметаллическими наночастицами и их практическое применение // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2023. № 5 (407). С. 201–205. DOI: 10.47367/0021-3497_2023_5_132.
4. Кукушкин В.И., Гришина Я.В., Соловьев В.В., Кукушкин И.В. Размерный плазмон-поляритонный резонанс и его вклад в гигантское усиление рамановского рассеяния света // Письма в журнал экспериментальной и теоретической физики. 2017. № 9–10. С. 637–642. DOI: 10.7868/S0370274X17100125.
5. Hadi Rouhbakhsh, Nahid Farkhari, Sohrab Ahmadi-kandjani, Saeed Karima, Habib Tajalli, Mohammad Rashidi. A Low-Cost Stable SERS Substrate Based on Modified Silicon Nanowires // Plasmonics. 2019. Vol. 14. P. 869–874. DOI: 10.1007/s11468-018-0868-2.
6. Emelyanov V.M., Dobrovolskaya T.A., Emelyanov V.V. Automatic Solution of the System of Equations of the Equivalent Radius of the Distribution Ellipses of Dielectric Materials for the Recognition of Gold Nanoparticles // IEEE Xplore: 2021 International Seminar on Electron Devices Design and Production (SED) (Prague, Czech Republic, 27–28 April 2021). DOI: 10.1109/SED51197.2021.9444524.
7. Емельянов В.М., Добровольская Т.А., Емельянов В.В. Математическое преобразование многомерных коррелированных данных в некоррелированные рамановские спектры для увеличения чувствительности определения наночастиц серебра на поверхности текстильных материалов // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 4. С. 21–27. DOI: 10.17513/snt.39968.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Кузнецова Ю.В., Минхайрова А.П.

БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет», Сургут,

e-mail: kuznecova_yv@surgu.ru

Целью исследования является выбор оптимальной системы дистанционного контроля промышленной безопасности для внедрения в производственный процесс предприятий энергетического комплекса. В статье представлено описание используемой в настоящее время системы дистанционного контроля на опасном производственном объекте, имеющей модульную структуру и позволяющей создавать сценарии реагирования на различные производственные ситуации. Также указаны недостатки системы, связанные с интеграцией с другими системами и необходимостью изменений в корпоративной информационной инфраструктуре, что ограничивает ее использование на опасных производственных объектах. В связи с этим был рассмотрен ряд альтернативных, более современных систем дистанционного управления технологическими процессами. Представлен сравнительный анализ ключевых характеристик и обоснование выбора оптимальной системы, исходя из ее функций, соответствия современным стандартам безопасности и эффективности управления производственным процессом. Особое внимание уделено программно-техническому комплексу «Сура». Помимо многозадачности данная система имеет ряд преимуществ по сравнению со своими аналогами, таких как высокая степень интеграции, возможность адаптации к различным условиям эксплуатации, расширенные функции в управлении и защите данных, соответствие последним требованиям российского законодательства о промышленной безопасности и импортозамещении. Таким образом, использование современной системы дистанционного контроля позволит модернизировать систему управления опасным производственным объектом, обеспечит стабильную и безопасную работу объекта, минимизирует риски возникновения аварийных ситуаций.

Ключевые слова: система дистанционного контроля, нефтегазовая промышленность, опасный производственный объект, авария, риски, энергетика

COMPARATIVE ANALYSIS OF INDUSTRIAL SAFETY REMOTE CONTROL SYSTEMS AT HAZARDOUS PRODUCTION FACILITIES

Kuznetsova Yu.V., Minkhayrova A.P.

Surgut State University, Surgut, e-mail: kuznecova_yv@surgu.ru

The purpose of the study is to select the optimal system of remote industrial safety control for implementation in the production process of enterprises of the energy complex. The article describes the currently used remote control system at a hazardous production facility, which has a modular structure and allows you to create scenarios for responding to various production situations. The disadvantages of the system related to integration with other systems and the need for changes in the corporate information infrastructure, which limits its use at hazardous production facilities, are also indicated. In this connection, a number of alternative, more modern remote control systems for technological processes were considered. A comparative analysis of key characteristics and justification for choosing the optimal system based on its functions, compliance with modern safety standards and efficiency of production process management are presented. Special attention is paid to the software and hardware complex "Sura". In addition to multitasking, this system has a number of advantages over its analogues, such as a high degree of integration, the ability to adapt to various operating conditions, advanced functions in data management and protection, compliance with the latest requirements of Russian legislation on industrial safety and import substitution. Thus, the use of a modern remote-control system will modernize the management system of a hazardous production facility, ensure stable and safe operation of the facility, and minimize the risks of emergency situations.

Keywords: remote control system, oil and gas industry, hazardous production facility, accident, risks, energy

Введение

Значимость промышленной безопасности опасных производственных объектов (ОПО) неоспорима и заключается в создании условий, минимизирующих вероятность аварий и инцидентов, а также снижающих возможные последствия для здоровья и жизни людей и окружающей среды. Это достигается посредством разработки и внедрения надежных технологий, систем контроля и мониторинга, а также через реа-

лизацию строгих нормативных требований и стандартов безопасности. Промышленная безопасность ОПО включает в себя комплекс мероприятий, направленных на выявление, оценку и управление рисками, связанными с производственной деятельностью.

Опасные производственные объекты характеризуются значительными потенциальными рисками возникновения аварий и чрезвычайных ситуаций в результате использования опасных веществ, высокого

давления, сложного технического оборудования и других факторов. В этом контексте промышленная безопасность становится не только мерой предосторожности, но и необходимым условием для эксплуатации таких объектов.

Соблюдение принципов промышленной безопасности позволяет предприятиям уменьшать потенциальные финансовые потери, обеспечивать устойчивое развитие и эффективную эксплуатацию производственных мощностей, повышать уровень доверия и социальной ответственности перед обществом и государством.

Таким образом, значение промышленной безопасности для опасных производственных объектов охватывает широкий спектр вопросов, включая техническую, экологическую, социальную и экономическую сферы, что подчеркивает ее неотъемлемую роль в современной промышленной деятельности. Внедрение систем контроля за производственным процессом позволяет минимизировать вероятность инцидентов на производстве и обеспечивать готовность объектов и персонала к эффективному реагированию в случае их возникновения.

Цель исследования – провести сравнительный анализ систем дистанционного контроля за ходом технологических процессов на опасных производственных объектах с учетом требований законодательства Российской Федерации, стандартов качества и безопасности, поддержкой отечественных технологий, что позволит модернизировать систему управления предприятием, обеспечит стабильную и безопасную работу объекта, минимизирует риски аварийных ситуаций.

Материалы и методы исследования

Понятие системы дистанционного контроля промышленной безопасности (СДК ПБ) представлено в Федеральном законе № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [1].

СДК ПБ, используемая в настоящее время на некоторых объектах нефтегазовой отрасли и в сфере электроэнергетики, играет важную роль в совершенствовании механизма контроля за производственными процессами предприятий, эксплуатирующих ОПО. Одним из ключевых аспектов данной системы является ее способность создавать сценарии реагирования на различные производственные ситуации, что позволяет оперативно и эффективно управлять рисками и минимизировать потенциальные угрозы [2, 3].

Благодаря своей функциональности СДК ПБ ОПО существенно повышает уровень

безопасности на предприятиях. Она обеспечивает диспетчерским службам и органам Ростехнадзора доступ к непрерывному потоку данных о состоянии промышленной безопасности, что способствует оперативному реагированию на критические изменения. Возможность интеграции с другими системами безопасности и контроля создает унифицированную информационную среду, упрощая управление данными и повышая точность мониторинга объектов [4, 5].

Ключевым элементом СДК ПБ ОПО является ее модульная структура, позволяющая адаптировать систему под уникальные производственные потребности без необходимости значительных вложений.

В последние годы эксплуатации СДК был выявлен ряд проблем, затрудняющих использование системы. Во-первых, возникли затруднения при интеграции с уже существующими системами, такими как управление доступом и системы мониторинга [6]. Это усложняет обмен данными между различными подразделениями. Во-вторых, для полноценной работы СДК требуется проведение серьезных изменений в корпоративной информационной инфраструктуре. Эти изменения связаны с дополнительными расходами и требуют значительного времени на реализацию.

Стоит отметить факт медленной реакции на инциденты используемой СДК, что критично в случаях необходимого быстрого реагирования и принятия решений. Система в большей степени ориентирована на ассистирование в составлении сценариев реагирования, а не на непосредственное управление безопасностью в режиме реального времени.

Эффективность работы данной системы контроля в значительной степени зависит от уровня промышленной культуры и осознания каждым работником своей ответственности за безопасность на предприятии, что делает ее уязвимой к влиянию человеческого фактора.

Перечисленные аспекты подчеркивают серьезные ограничения используемой СДК в условиях современных требований к эффективности и интеграции информационных систем на производственных предприятиях. Таким образом становится актуальным рассмотрение альтернативных, более современных систем управления.

Проведем анализ ряда систем контроля с охватом ключевых характеристик и описанием обоснованного выбора на основе функциональности, соответствия современным стандартам безопасности и эффективности управления производственными процессами.

Система дистанционного контроля «Овация» разработана и изготовлена на базе одноименного программно-технического комплекса (ПТК) американской компанией фирмы Emerson Process Management. Данное ПТК обеспечивает полную координацию с подключенным оборудованием, смежными системами, логико-арифметическую обработку, включая фильтрацию, а также взаимодействие с эксплуатационным и обслуживающим персоналом с помощью человеко-машинного интерфейса [7].

Комплекс технических средств ПТК «Овация» строится по модульному принципу, что позволяет выполнять его дальнейшее наращивание и модернизацию. Стоит отметить наличие функции самодиагностики, программирования и использование единой технологии для управления технологическим процессом. Интегрированное решение, реализованное в ПТК «Овация», предполагает автоматизацию и управление производственными процессами с целью обеспечения промышленной надежности и безопасности.

ПТК «Космотроника-Венец» – автоматический запуск и остановка модульного оборудования;

- защита оборудования путем автоматической остановки или уменьшения нагрузки в случае угрозы аварии;

- автоматическое обслуживание технологических параметров с помощью системы автоматического регулирования;

- предоставление операторам адекватной, надежной и своевременной информации о ходе технологического процесса, включая аварийные и ранние предупреждения о состоянии оборудования;

- предотвращение неправильных действий работников с помощью подачи своевременных сигналов;

- сбор, регистрация и обмен технической информацией с помощью соответствующих автоматизированных систем более высокого уровня (MES, EAM, ERP, SOTI ASSO и т.д.);

- ведение архивов данных технических параметров, операций оператора, оповещений и защиты для обработки информации;

- обслуживание отчетных документов;

- расчет технико-экономических показателей эксплуатации основных блоков объекта;

- моделирование функционирования основного оборудования и систем управления.

Программно-технический комплекс можно применять для создания АСУ ТП в различных отраслях промышленности, таких как объекты энергетического комплекса, газо- и нефтепереработки, металлургических производств.

Данная система помимо многозадачности имеет следующие преимущества:

- комплексное решение для отечественных автоматизированных систем управления технологическими процессами;

- простота и надежность при создании крупномасштабных распределенных систем автоматического управления;

- свободный выбор архитектуры системы: клиент-серверная, бессерверная, смешанная;

- комплексный процесс проектирования всего программно-технического комплекса;

- удобный, полностью настраиваемый интерфейс;

- готовые типовые решения для многих технических задач: управление стандартными техническими узлами;

- диагностика компонентов;

- управление пользователями;

- моделирование;

- низкая стоимость владения системой;

- полная поддержка разработчиков;

- возможность расширения и модернизации;

- безопасная связь через OPC UA;

- простое обучение операторов.

Перечисленные преимущества указывают на то, что ПТК «Сура» является эффективным и надежным решением в сфере промышленной безопасности для управления производственными процессами на ОПО и способствует повышению производительности предприятия.

Результаты исследования и их обсуждение

При сравнении промышленных систем безопасности ПТК «Овация», ПТК «Космотроник-Венец», ПТК «Сура» важно учесть их технологические возможности, соблюдение законодательных норм РФ, вопросы импортозамещения.

Комплекс программного обеспечения «Овация» разработан американской компанией. Благодаря своей технологической возможности и высокой надежности, система стала широко использоваться в различных сферах промышленности. Однако применение в российских условиях затруднено в связи с политикой импортозамещения и вопросами информационной безопасности.

ПТК «Космотроник-Венец» является отечественным продуктом и имеет значительный опыт эксплуатации в разных областях промышленности. Однако система имеет ряд технологических и инновационных ограничений, связанных с устаревшей технической базой и низкой масштабируемостью, что снижает конкурентоспособность данного ПТК.

Таким образом, ПТК «Сура» является современным и передовым решением в вопросах промышленной безопасности. Из преимуществ данного комплекса можно выделить высокую степень интеграции, гибкость, а также возможность адаптации к различным условиям эксплуатации. Помимо этого программно-технический комплекс соответствует последним требованиям российского законодательства о промышленной безопасности и импортозамещении. Кроме того, он обладает расширенными функциями безопасности, включая многозадачность в управлении и защите данных, что важно для предотвращения несанкционированного доступа и потенциальных угроз [10].

Система контроля также обладает масштабируемостью, что позволяет модернизировать ее с минимальными затратами и в короткие сроки. Это особенно важно в условиях, когда производственные мощности должны быть быстро адаптированы к изменяющимся рыночным условиям или законодательным требованиям.

ПТК «Сура» демонстрирует высокую технологическую эффективность и строгое соответствие законодательным стандартам, что делает его предпочтительным выбором для компаний, стремящихся к инновациям и повышению уровня промышленной безопасности. Эта система не только повышает производительность, но и обеспечивает комплексный подход к управлению рисками на промышленных объектах.

Быстродействие ПТК «Сура» составляет порядка 2 мс, тогда как другие анализируемые системы имеют время реакции на инциденты не менее 10 мс. Также более широкий диапазон рабочих температур делает данный ПТК более подходящим для решения оперативных задач при экстремальных температурах. Время на установку данной системы контроля также значительно меньше по сравнению с конкурентами (2–4 месяца по сравнению с 6–8 для других систем).

ПТК «Сура» предоставляет широкие возможности для интеграции с различным оборудованием и системами управления, что значительно улучшает контроль и управление процессами на объекте. Стоит отметить и высокую надежность данной СДК.

Заключение

Таким образом, при выборе системы дистанционного контроля для опасного производственного объекта необходим комплексный подход с учетом соответствия

законодательству Российской Федерации, стандартам качества и безопасности, стратегической поддержкой отечественных технологий, что позволит модернизировать систему управления ОПО, обеспечит стабильную и безопасную работу объекта, минимизирует риски аварийных ситуаций. Наиболее подходящим под указанные требования является ПТК «Сура», предлагающий эффективные решения для оптимизации использования ресурсов и снижения эксплуатационных расходов, что приводит к сокращению общих производственных затрат и повышению экономической эффективности предприятия.

Список литературы

1. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 14.11.2023) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/ (дата обращения: 29.07.2024).
2. Кузнецова Ю.В., Минхайрова А.П. Анализ использования системы дистанционного контроля промышленной безопасности на опасном производственном объекте // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 10–2. С. 254–259. DOI: 10.17513/snt.39378.
3. Мартынов Д.Д., Зобов П.В. О внедрении системы дистанционного контроля (надзора) за состоянием промышленной безопасности опасных производственных объектов // Наука и образование: актуальные вопросы теории и практики: материалы Международной научно-методической конференции (Оренбург, 23 марта 2021 г.). Оренбург: Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», 2021. С. 719–723.
4. Лесных В.В., Пономаренко Д.В. Концептуальные аспекты разработки стратегии развития системы управления производственной безопасностью ПАО «Газпром» // Газовая промышленность. 2016. № 7–8. С. 74–77.
5. Панфилов А.В., Бахтеев О.А., Дерюшев В.В., Короткий А.А. Система адаптивного дистанционного мониторинга и контроля эксплуатации опасных объектов на основе риск-ориентированного подхода // Безопасность техногенных и природных систем. 2020. № 2. С. 19–29. URL: <https://clck.ru/k9qKy> (дата обращения: 29.07.2024). DOI: 10.23947/2541-9129-2020-2-19-29.
6. Яблоков А.С., Смирнова Е.И. Концепция дистанционного мониторинга системы промышленной безопасности опасных производственных объектов // Великие реки – 2020: Труды 22-го международного научно-промышленного форума (Нижний Новгород, 27–29 мая 2020 г.). Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2020. С. 53.
7. Ионов В.М. Технологии обработки денежной наличности: бизнес-энциклопедия. М.: Московский финансово-промышленный университет «Синергия»; ЦИПСИР, 2012. 544 с.
8. Побожей А.С., Кондратьев С.В. АСУТП энергетических объектов на базе российского ПТК «Космотроника-Венец» // Автоматизация в промышленности. 2006. № 2. С. 3–10.
9. Медяник В.А., Сало В.И., Черных А.В. Риск-ориентированный подход при анализе опасных производственных объектов // Вестник Луганского национального университета имени Владимира Даля. 2020. № 6 (36). С. 81–84.
10. Алимбекова Н.К. Анализ факторов рисков деятельности предприятий нефтегазовой промышленности // Вестник ТГУ. 2012. № 1. С. 48–52.

УДК 004.8:681.518.5
DOI 10.17513/snt.40145

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ С НЕЙРОНЕЧЕТКИМ ПРОГНОЗИРОВАНИЕМ ПЛОТНОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ ДЛЯ УКЛАДЧИКОВ

¹Прокопьев А.П., ²Большаков А.А.

¹ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: prok1@yandex.ru;

²ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,
Санкт-Петербург, e-mail: aabolshakov57@gmail.com

Цель работы – построение модели интеллектуальной системы автоматического контроля плотности асфальтобетонной смеси для укладчиков. Основные положения методологии, анализ и использование теоретических основ создания таких систем рассмотрены ранее в авторских публикациях. Рассматривается динамическая система дискретно-непрерывного процесса уплотнения асфальтобетонной смеси. В системе взаимодействуют элементы рабочего органа укладчика (трамбующий брус, вибрационная плита) и асфальтобетонная смесь. Дискретность проявляется в периодических ударных воздействиях на смесь элементами рабочего органа. Непрерывность процесса характеризуется изменением физико-механических свойств дорожного материала при уплотнении. Изменение свойств горячей асфальтобетонной смеси также зависит от многих переменных факторов: температуры окружающего воздуха; температуры смеси; качества смеси; структурной однородности распределения; температурной сегрегации; толщины слоя и др. Предложены четыре модели функциональных зависимостей показателей качества уплотнения от значимых переменных динамических параметров системы. Представлен алгоритм, реализующий предложенный метод, а также научные результаты, полученные на основе заданных переменных параметров полевого экспериментального исследования в реальных условиях строительства верхнего слоя асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги. Научные результаты получены в результате исследования на базе мультидоменного анализа данных переменных вибрационных параметров процесса уплотнения.

Ключевые слова: интеллектуальная система, нейронечеткая сеть, асфальтоукладчик

DEVELOPMENT OF CONTROL SYSTEM MODEL WITH NEURO-FUZZY PREDICTION OF DENSITY ASPHALT CONCRETE MIXTURE FOR PAVERS

¹Prokopen A.P., ²Bolshakov A.A.

¹Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: prok1@yandex.ru;

²Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg,
e-mail: aabolshakov57@gmail.com

The purpose of the work is to development of a model of an intelligent system for automatic monitoring of the density of asphalt concrete mixture for pavers. The main provisions of the methodology, analysis and use of the theoretical foundations for the creation of such systems were considered earlier in the author's publications. A dynamic system of discrete-continuous compaction of asphalt concrete mixture is considered. In the system, the elements of the paver's working body (tamper beam, vibrating plate) and the asphalt concrete mixture interact. Discreteness is manifested in periodic impact effects on the mixture by the elements of the screed. The continuity of the process is characterized by a change in the physical and mechanical properties of the road material during compaction. The change in the properties of the hot asphalt concrete mixture also depends on many variable factors: ambient air temperature; mixture temperature; the quality of the mixture; structural homogeneity of distribution; temperature segregation; layer thickness and others. Four models of functional dependencies of compaction quality indicators on significant variables of the dynamic parameters of the system are proposed. An algorithm that implements the proposed method is presented, as well as scientific results obtained on the basis of the specified variable parameters of a field experimental study in real conditions of construction of the upper layer of asphalt concrete pavement of a highway. Scientific results were obtained as a result of a study of variable vibration parameters of the compaction process based on multidomain data analysis.

Keywords: intelligent system, neuro-fuzzy network, paver

Введение

В процессе строительства верхних слоев асфальтобетонных (АБ) покрытий автомобильных дорог происходит формирование готового объекта. Качество покрытия зависит от эффективности процессов укладки и уплотнения горячей АБ смеси. До 50% дефектов будущей эксплуатации АБ покрытий зависит от равномерности

уплотнения АБ смеси во время строительства. Обеспечение этого фактора является научно-технической проблемой из-за высокой сложности процессов взаимодействия рабочих органов дорожных машин (ДМ) и АБ смеси, а также необходимости повышения производительности строительства при нормативном качестве дорожных покрытий.

Возможным решением проблемы обеспечения равномерной плотности АБ смеси по всей ширине автомобильной дороги во время строительства является усовершенствование технологического процесса на базе использования автоматизированных ДМ с элементами интеллектуального управления ими [1].

Методология, теоретические основы построения интеллектуальной системы автоматического контроля (САК) плотности для асфальтоукладчиков (АУ) и дорожных катков рассмотрена в авторских работах [2, 3]. Методы усовершенствования систем управления плотностью АБ смесей на базе киберфизической системы, применение более эффективной технологии строительства и использования автоматизированных АУ и дорожных катков рассмотрены в работе [4].

Цель исследования – построение модели интеллектуальной системы автоматического контроля плотности АБ смеси для укладчиков.

В работе рассматривается задача построения САК плотности на базе технологии вычислительного интеллекта – нечеткой нейронной сети, для повышения производительности уплотнения и равномерности плотности АБ смеси по всей ширине автомобильной дороги во время укладки смеси с учетом заданных в проекте производства работ значений показателей качества.

Материалы и методы исследования

Базовой информацией являются данные переменных, полученные учеными ВНИ-ИСДМ, СоюзДорНИИ и др., а также определенные автором с соавторами в результате полевого экспериментального исследования в пригороде Красноярска осенью 2021 г.

В рабочем процессе АУ обеспечивает распределение смеси по ширине рабочего органа, уплотнение и нивелирование поверхности заданного профиля и толщины. Современные АУ с рабочим органом, состоящим из трамбуемого бруса (ТБ), вибрационной плиты, прессующих планок, в процессе уплотнения обеспечивают деформирование АБ смеси, при этом уплотненность по всей ширине рабочего органа завершается за 4÷6 ударов ТБ. Особенностью процесса укладки АБ смеси АУ является то, что вибрационная плита рабочего органа, находясь в постоянном контакте с поверхностью смеси, обеспечивает структурное улучшение однородности слоя смеси. В зависимости от динамических вибропараметров рабочего органа АУ и физико-механических характеристик АБ смеси амплитуда, скорость и ускорение колебаний виброплиты непрерывно изме-

няются. В работах [5–7] авторы рассматривали задачу построения интеллектуальной САК плотности АБ смеси на базе нейросетевых структур.

Входные переменные. Переменные, определяемые на основе сигналов акселерометра, – показатели во временной области, показатели ICMVs в частотной области: *CMV*; *CCV*; *THD*; *AICV*; *ICV*; *MFD* [8–10].

Выходная переменная. Обычно после прохода АУ остается уплотненное АБ покрытие, которое характеризуется плотностью АБ смеси. Она зависит от количества циклов трамбуемых ударов, времени действия вибрационной нагрузки, а также скорости изменения напряженного состояния [11]. Заданную плотность можно обеспечить при настройках определенных значений режимных параметров АУ и дорожных катков, которые будут соответствовать физико-механическим свойствам уплотняемого материала. Выходной переменной системы является значение степени уплотнения АБ смеси, которая является достаточно информативной и определяет основное назначение будущего дорожного покрытия автомобильной дороги.

Постановку задачи построения системы автоматического контроля плотности смеси для АУ формально предложено представить в виде следующих функциональных зависимостей:

$$K_y = f(\text{Type}, V, f_t, f_{scr}, h, t_a, a_{rms}(a_p)), (1)$$

$$K_y = f(\text{Type}, V, f_t, f_{scr}, h, t_a, \text{ICMVs}), (2)$$

$$K_y = f(\text{Type}, V, f_t, f_{scr}, h, t_a, F_t), (3)$$

где *Type* – индекс типа смеси; *V* – скорость движения, м/мин; *f_t* – частота колебаний бруса, Гц; *f_{scr}* – частота колебаний плиты, Гц; *h* – толщина слоя смеси, м; *t_a* – температура поверхности смеси, °С; *a_{rms}* – среднее квадратичное значение (СКЗ) ускорения плиты, м/с²; *a_p* – максимальное абсолютное значение ускорения, м/с²; ICMVs – показатели интеллектуального уплотнения; *F_t* – усилие в толкателе бруса, кН.

Анализ переменных *Type*, *V*, *f_t*, *f_{scr}*, *h*, *t_a*, *a_p*, *a_{rms}*, *F_t*, ICMVs, представленных в моделях (1)–(3), показал хорошую корреляционную связь с плотностью асфальтобетонной смеси [12].

Использование интеллектуальной САК для АУ, построенной на базе моделей (1)–(3), за счет обеспечения высокой плотности АБ смеси по всей ширине рабочего органа АУ, позволит уменьшить количество применяемых в технологическом процессе дорожных катков, сократить время работы звена ДМ при уплотнении АБ смеси и, сле-

довательно, повысить производительность процесса уплотнения [12].

Предложено построение интеллектуальной САК плотности выполнить на базе гибридной нейронечеткой сети (ГННС). Они обладают достоинствами искусственных нейронных сетей (ИНС) прямого распространения (ПР) к обучению, а также хорошему объяснению выводов нечеткой логики. Недостатком ИНС является необходимость большого количества данных переменных для ее обучения.

В ГННС используется нечеткая логика, которая позволяет строить имитационные модели для условий неопределенности, а также недостатка исходных данных переменных [13]. В работе [14] рассмотрены особенности более десятка разновидностей ГННС: НИНС Такаги – Сугэно – Канга (TSK), Ванга – Менделя (VM), адаптивная НИНС ANFIS и др. Архитектуры сетей НИНС ANFIS (англ. Adaptive-Neuro-Based Fuzzy Inference System) и GARIC (англ. Generalized Approximate Reasoning-based Intelligence Control) используются в системах управления [14].

Предложено исследовать использование ГННС типа ANFIS в качестве прогнозирующей модели САК плотности АБ смеси. Сеть ANFIS имеет структуру пятислойной ИНС ПР с нечеткой моделью вывода типа Такаги – Сугэно (TS).

Постановка задачи. Построить модель интеллектуальной САК плотности АБ смеси на базе ГННС MISO-типа, с учетом предложенных обоснованных вариантов моделей (рис. 1), отличающихся данными переменных вектора входного слоя сети ANFIS.

Предложен алгоритм синтеза модели ГННС САК плотности АБ смеси для АУ в среде программы MATLAB/Simulink.

Шаг 1. Накопление и предобработка (нормирование) набора данных переменных.

Шаг 2. Задание структуры ГННС САК плотности.

Шаг 3. Запуск ANFIS редактора.

Шаг 4. Загрузка обучающей выборки (файл *.dat).

Шаг 5. Построение исходной системы нечеткого логического вывода.

Шаг 6. Обучение модели ГННС типа ANFIS.

Шаг 7. Тестирование модели ГННС САК плотности.

Шаг 8. Сохранение файла (расширение *.fis.) модели построенной системы.

Шаг 9. Имитационное моделирование ГННС САК. Анализ результатов.

В программной среде MATLAB для системы типа ANFIS реализованы 8 функций принадлежности (ФП): треугольная (trimf); трапециевидная (trapmf); колоколообразная (gbellmf); гауссова и двухсторонняя гауссова (gaussmf и gauss2mf); Пи-образная функция (pimf); разность и произведение двух сигмоидных функций (dsigmf и psigmf).

Сеть ANFIS содержит два типа ФП выходных переменных: константа (constant, нулевой порядок); линейная (linear, первый порядок). Применено нормирование (масштабирование) входного вектора ГННС.

Для создания ГННС MISO системы в программной среде MATLAB/Simulink используется команда *anfisedit*.

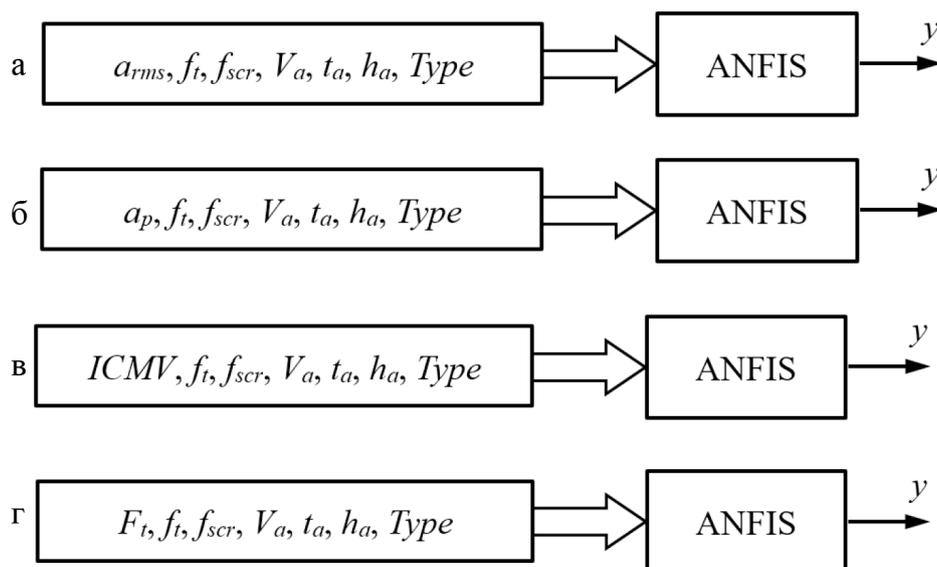


Рис. 1. Варианты модели ГННС САК плотности для АУ : а – 1; б – 2; в – 3; г – 4

Формирование набора данных переменных, использованных во входных векторах ГННС, строилось на базе результатов измерений сигналов акселерометром, установленным на вибрационную плиту АУ, в полевом экспериментальном исследовании в условиях строительства верхнего АБ слоя дорожного покрытия автомобильной дороги. Данные переменных были поделены на обучающую и тестовую выборки в долях 75% и 25% соответственно. В табл. 1–4 представлены отрывки обучающих выборок, правый столбец – выходная переменная.

Буква N в индексах переменных (табл. 1–4) указывает на их нормированное значение, масштабированное к интервалу $[-1, 1]$. Поэтому они имеют как положительные, так и отрицательные значения.

В алгоритме способа нечеткие правила генерируются методом решетчатого разбиения. В исследовании для всех вариантов моделей ГННС типа ANFIS переменные определялись треугольными, трапециевидными, колоколообразными, гауссовыми и двухсторонними гауссовыми ФП. Обучение ГННС выполнялось гибридным методом. Оптимальная модель ANFIS определяется на основе метрики RMSE (англ. Root Mean Squared Error) – среднеквадратическая ошибка.

Таблица 1

Фрагмент обучающей выборки (для варианта модели 1)

$f_{t,N}$, Гц	a_{rms} , м/с ²	K_y
-0,5	1,127	0,921
-0,5	0,934	0,922
-0,5	0,937	0,921
-0,5	0,915	0,925
-0,5	1,023	0,917
-0,5	1,135	0,921

Таблица 2

Фрагмент обучающей выборки (для варианта модели 2)

$f_{t,N}$, Гц	a_p , м/с ²	K_y
-0,5	-0,227	0,921
-0,5	-0,254	0,922
-0,5	-0,342	0,921
-0,5	-0,309	0,925
-0,5	-0,306	0,917
-0,5	-0,128	0,921

Таблица 3

Фрагмент обучающей выборки (для варианта модели 3)

$f_{t,N}$, Гц	THD_N	K_y
-0,5	0,410	0,913
-0,5	0,123	0,918
-0,5	0,420	0,918
-0,5	0,057	0,920
0,5	-0,307	0,931
0,5	-0,340	0,932

Таблица 4

Фрагмент обучающей выборки (для варианта модели 4)

$Type_N$	$f_{t,N}$, Гц	$F_{t,N}$, кН	K_y
-0,5	-0,5	-0,23	0,93
-0,5	-0,378	0,34	0,97
-0,5	-0,133	0,49	0,99
-0,5	-0,357	-0,29	0,91
-0,167	-0,5	-0,40	0,80
-0,167	-0,378	-0,37	0,85

Результаты исследования и их обсуждение

Модель ННС ANFIS1Paver. Две переменные входного слоя: частота трамбования бруса f_p , СКЗ ускорения вибрационной плиты a_{rms} , три ФП. После генерации структура системы нечеткого вывода содержит 9 нечетких правил. Результаты обучения модели ГННС типа ANFIS представлены в табл. 5. При использовании двухсторонней гауссовой (gauss2mf) ФП получена лучшая точность – RMSE = 0,002685.

Процедура построения ГННС ANFIS_{1Paver} в среде программы MATLAB при использовании треугольной ФП представлена на рис. 2 и 3.

Проверка адекватности построенных моделей ГННС типа ANFIS в среде программы MATLAB/Simulink выполняется в окне Rule Viewer (рис. 4).

Последовательность проверки заключается во вводе значений исходных данных переменных и автоматическом расчете результата выходной переменной. Визуализация графической поверхности нечеткого вывода для первой f_t и второй a_{rms} входных переменных 1-й модели представлена на рис. 5.

При построении модели системы на основе ГННС необходимо учитывать особенность, связанную с ограничением прогно-

зирования в исследованных диапазонах переменных. Для расширения диапазона переменных таких вариантов моделей необходимо сформировать расширенный набор переменных и проводить обучение по при-

веденной в настоящей работе методике. Обучаемость ГННС типа ANFIS является существенным достоинством для обоснованного выбора при построении систем автоматического управления.

Таблица 5

Структурная информация ANFIS_{1Paver}

Тип параметров ANFIS	ANFIS _{1Paver} (1)	ANFIS _{1Paver} (2)	ANFIS _{1Paver} (3)	ANFIS _{1Paver} (4)	ANFIS _{1Paver} (5)
Количество входных переменных	2				
Тип ФП	треугольная (trimf)	трапециевидная (trapmf)	колоколообразная (gbellmf)	гауссова (gaussmf)	гауссова двухсторонняя (gauss2mf)
Тип выходной ФП	линейная (linear)				
Количество ФП входного слоя	3*3				
Обучающая выборка	123				
Тестовая выборка	41				
Количество эпох	4	2	60	28	19
Количество узлов	35	35	35	35	35
Количество линейных параметров	27	27	27	27	27
Количество нелинейных параметров	18	24	18	12	24
Общее количество параметров	45	51	45	39	51
Количество нечетких правил	9	9	9	9	9
Комбинация входа	$f_{IN} a_{rmsN}$				
RMSE	0.002799	0.002786	0.002694	0.002714	0.002685



Рис. 2. Вид ANFIS редактора после загрузки обучающих данных

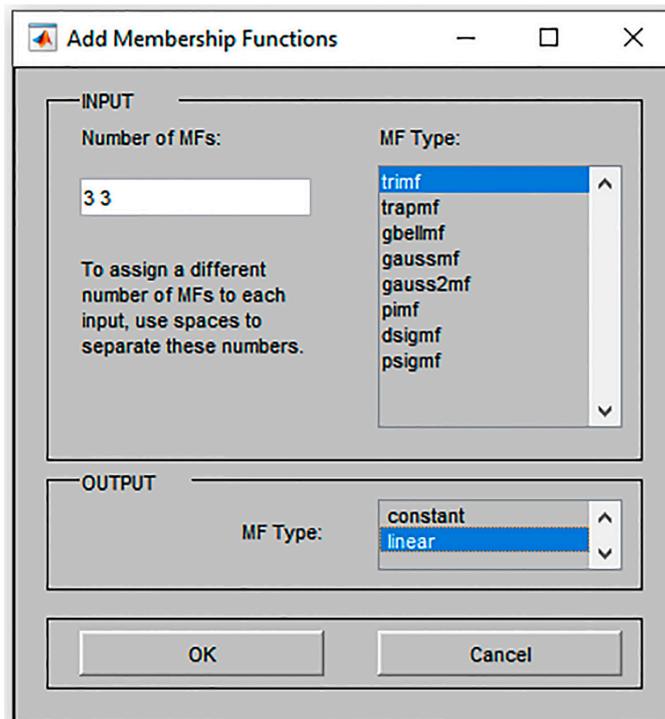


Рис. 3. Выбор количества и типа ФП

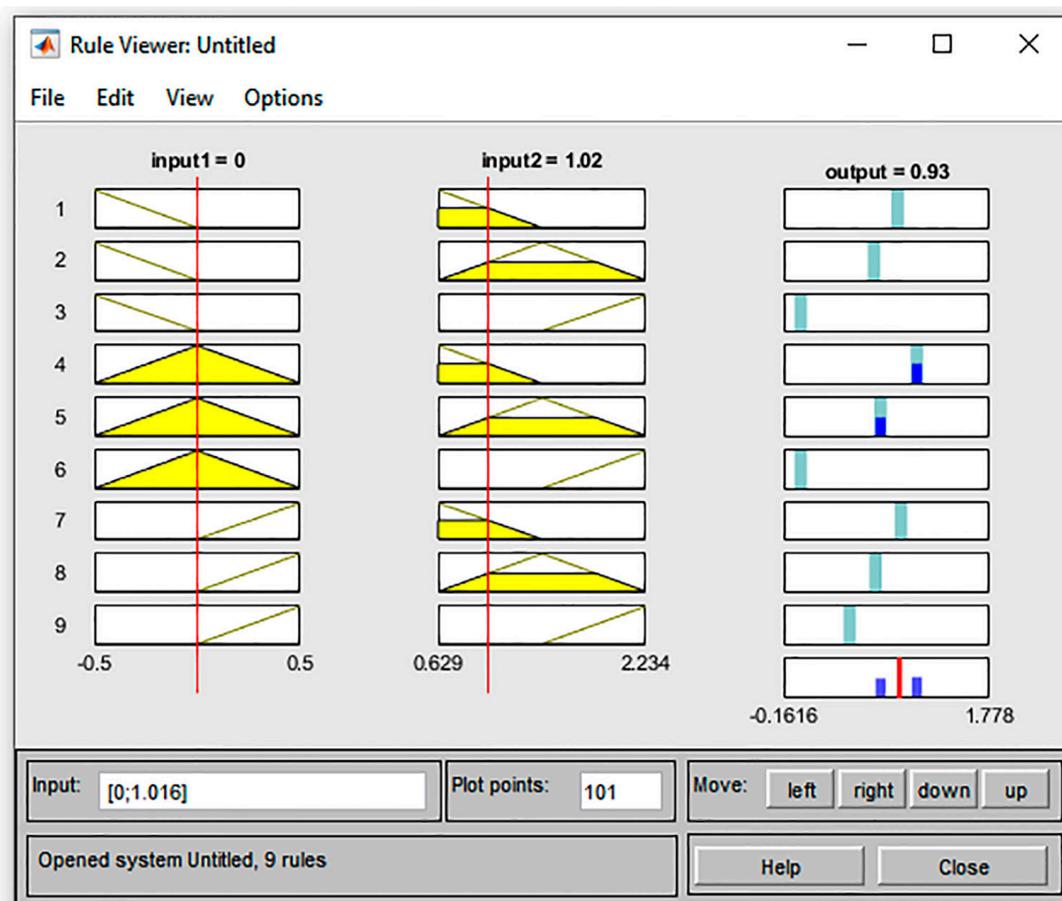


Рис. 4. Просмотр правил сгенерированной системы нечеткого вывода

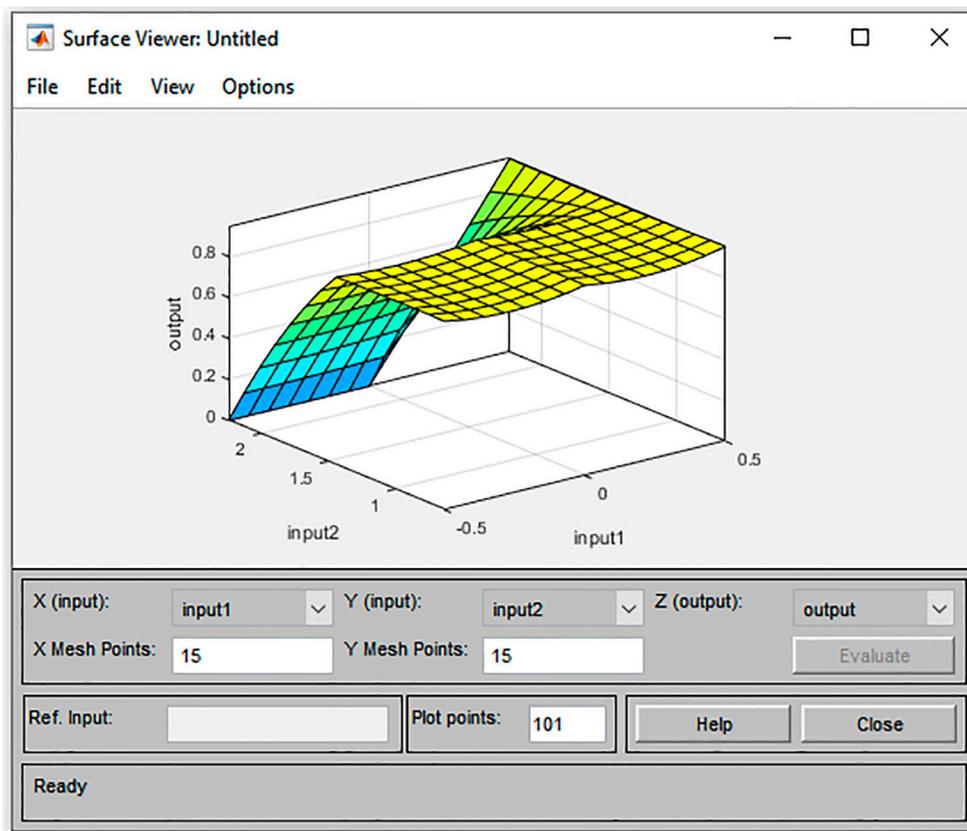


Рис. 5. График поверхности нечеткого вывода модели для первой f_i и второй a_{rms} переменных

Таблица 6

Результаты имитационного моделирования ГННС типа ANFIS_{iPaver}

Модель ANFIS _{iPaver}	Переменные входного вектора	Функция принадлежности	RMSE	Относительная ошибка тестовой выборки (максимальное значение), %
ANFIS _{1Paver(5)}	f_i, a_{rms}	двухсторонняя гауссова (gauss2mf)	0,002685	0,54
ANFIS _{2Paver(4)}	f_i, a_p	гауссова (gaussmf)	0,002765	0,43
ANFIS _{3Paver(3)}	f_i, THD	колоколообразная (gbellmf)	0,002952	0,64
ANFIS _{4Paver(4)}	Type, f_i, F_i	гауссова (gaussmf)	0,01272	4,09

Аналогично найдены решения для 2, 3 и 4-й моделей.

В результате исследования получены 4 оптимальные модели ГННС типа ANFIS, имеющие различные переменные во входном слое. Все варианты предложенных ГННС типа ANFIS показали хорошую или удовлетворительную точность. Проведено моделирование полученных вариантов ГННС на базе тестовых примеров в среде программы MATLAB. Определены относительные ошибки результатов моделирова-

ния. Результаты моделирования приведены в табл. 6.

Максимальные значения относительной ошибки для моделей ГННС ANFIS_{1Paver(5)}, ANFIS_{2Paver(4)}, ANFIS_{3Paver(3)} меньше 1%, для модели ANFIS_{4Paver(4)} – 4,09%, что соответствует удовлетворительной адекватности модели.

Концепция построения модели интеллектуальной САК плотности на базе моделей ГННС ANFIS позволяет устранить недостатки использования нейросетевых структур.

Заключение

Таким образом, решена задача построения модели интеллектуальной ГННС САК плотности АБ смеси для укладчика. Новизна подхода заключается в предложенных четырех новых моделях интеллектуальных САК плотности.

В результате численного моделирования в среде программы MATLAB/Simulink построенных вариантов моделей ГННС САК показано, что обеспечивается достоверность результата при оценке плотности АБ смеси с относительной ошибкой меньше 5%.

Использование интеллектуальной САК плотности для АУ позволит повысить производительность процесса уплотнения АБ смесей, а также обеспечить улучшение качества АБ дорожных покрытий автомобильных дорог и объектов транспортной инфраструктуры автомобильного транспорта. Результаты такого улучшения позволят обеспечить ресурсосбережение при строительстве автомобильных дорог на основе уменьшения (оптимизации) количества катков и их типов в звене ДМ, а также увеличения срока службы АБ покрытий при их эксплуатации.

Список литературы

1. Xu G., Chang G.K. Continuous Compaction Control – Mathematical Models and Parameter Identification. In book: Information Technology in Geo-Engineering, Proceedings of the 3rd International Conference (ICITG), Guimarães, Portugal. 2019. DOI: 10.1007/978-3-030-32029-4_49.
2. Прокопьев А.П. Теоретические основы построения интеллектуальных систем управления уплотнением асфальтобетонных смесей // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 10-1. С. 48–58. DOI: 10.17513/snt.39345.
3. Прокопьев А.П. Методологические основы разработки интеллектуальных систем управления уплотнением асфальтобетонных смесей // Известия СПбГТИ(ТУ). 2022. № 63. С. 84–87. DOI: 10.36807/1998-9849-2022-63-89-84-87.
4. Прокопьев А.П. Киберфизическая система для управления отрядом дорожных машин в инфраструктурных проектах автомобильного транспорта // Инженерный вестник Дона. 2022. № 8. URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_1_8_prokopev_cps_izml.pdf_78697e2e50.pdf (дата обращения: 09.06.2024).
5. Chen C., Yongbiao Hu Y., Jia F., Wang X. Intelligent compaction quality evaluation based on multi-domain analysis and artificial neural network // Construction and Building Materials. 2022. Vol. 341. 127583. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2022.127583.
6. Imran A.S., Barman M., Commuri S. et al. Artificial Neural Network–Based Intelligent Compaction Analyzer for Real-Time Estimation of Subgrade Quality // International Journal of Geomechanics. 2018. No. 18 (6). P. 04018048.
7. Xu G., Chang G.K., Wang D., Correia A.G., Nazarian S. The pioneer of intelligent construction – An overview of the development of intelligent compaction // Journal of Road Engineering. 2022. № 2. 348–356. DOI: 10.1016/j.jreng.2022.12.001.
8. Zhu Y., Zhang W., Chen F., Ma T., Ma Y., Fang Zh. A state-of-the-art review of intelligent compaction measurement values (ICMVs) for subgrade and pavement: Advances and challenges // Construction and Building Materials. 2024. Vol. 438. № 137174.
9. Yao Y., Song E. Intelligent compaction methods and quality control // Smart Constr. Sustain. Cities. 2023. Vol. 1, Is. 2. DOI: 10.1007/s44268-023-00004-4.
10. Zhan Y., Zhang Y., Nie Z., Luo Zh., Qiu S., Wang J., Zhang A.A., Ai Ch., Tang X., Tan Ch. Intelligent paving and compaction technologies for asphalt pavement // Automation in Construction. 2023. Vol. 156. № 105081. DOI: 10.1016/j.autcon.2023.105081.
11. Носов С.В. Анализ исследований взаимодействия грунтов земляного полотна и дорожных одежд с дорожными катками // Научный журнал строительства и архитектуры. 2018. № 3 (51). С. 72–82.
12. Прокопьев А.П. Нейро-нечеткая система непрерывного контроля плотности асфальтобетонных смесей // Прикладная математика и вопросы управления. 2023. № 3. С. 84–94. DOI: 10.15593/2499-9873/2023.3.06.
13. Бизянов Е.Е., Гутник А.А., Погорелов Р.Н. Нечеткая искусственная нейронная сеть без правил для задач прогнозирования и управления // Вестник Донецкого национального университета. Серия Г: Технические науки. 2021. № 1. С. 78–85.
14. Андриевская Н.В., Резников А.С., Черанев А.А. Особенности применения нейро-нечетких моделей для задач синтеза систем автоматического управления // Фундаментальные исследования. 2014. № 11–7. С. 1445–1449.

УДК 519.816

DOI 10.17513/snt.40146

МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Прохоренков П.А., Регер Т.В.

*ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»,
Смоленский филиал, Смоленск, e-mail: prohpavel@yandex.ru, tatjana-reger@bk.ru*

Цель исследования – разработка математических методов и алгоритмов учета неопределенностей исходных параметров при решении транспортной задачи. Методы проведения исследований основаны на использовании методов линейной алгебры, математической статистики и линейного программирования. Для проверки работоспособности предлагаемых решений в работе использованы методы численного моделирования. В статье рассматривается частный случай транспортной задачи, в условиях которой матрица затрат на перевозку единицы груза рассматривается как матрица случайных величин с заданными параметрами распределения. В качестве таких параметров рассматриваются матрица математических ожиданий и ковариационная матрица. Ковариационная матрица характеризует разброс исходных параметров задачи, который в итоге приводит к отличию затрат на перевозки груза от планируемых значений. Наличие случайных параметров предлагается в рассматриваемой постановке задачи считать риском. В статье приводится математическая постановка задачи, в которой критерием оптимизации выступают риски, а общие затраты на перевозку учитываются в виде дополнительного ограничения в условии задачи. Решения оптимизационной задачи с разными допустимыми значениями суммарных затрат позволяют выделить множество Парето-оптимальных решений двухкритериальной задачи. Для любого выбранного значения общих затрат может быть оценена вероятность попадания случайной величины в заданный интервал. В работе рассматривается пример решения транспортной задачи в предлагаемой постановке с учетом неопределенности исходных значений. Приводится статистическая оценка вероятности полученных решений.

Ключевые слова: транспортная задача, неопределенность, линейное программирование, оптимизация

MODEL OF TRANSPORTATION PROBLEM OF LINEAR PROGRAMMING UNDER UNCERTAINTY

Prokhorenkov P.A., Reger T.V.

*Financial University under the Government of the Russian Federation, Smolensk branch,
Smolensk, e-mail: prohpavel@yandex.ru, tatjana-reger@bk.ru*

Issues of optimization of transportation have always remained relevant, since they affect the most important aspects of human activity such as production, trade, the military industry and several other important areas. For transportation planning, mathematical models known as linear programming transport problem models have been developed and are widely used. supported by many developed methods and programs to solve it. This article examines a special case of a transport problem, in which the cost matrix for transporting a unit of cargo is considered as a matrix of random variables with given distribution parameters. The matrix of mathematical expectations and the covariance matrix are considered as such parameters. The covariance matrix characterizes the spread of the initial parameters of the problem, which ultimately leads to a difference in the costs of cargo transportation from the planned values. In the problem formulation under consideration, the presence of random parameters is proposed to be considered a risk. The article provides a mathematical formulation of the problem, in which the optimization criterion is risks, and the total transportation costs are taken into account as an additional constraint in the problem statement. Solving an optimization problem with different acceptable values of total costs allows us to identify a set of Pareto-optimal solutions to a two-criteria problem. For any selected value of total costs, the probability of a random variable falling within a given interval can be estimated. The paper considers an example of solving a transport problem in the proposed formulation, taking into account the uncertainty of the initial values. A statistical estimate of the probability of the obtained solutions is given.

Keywords: transport problem, uncertainty, linear programming, optimization

Введение

Методы линейного программирования (ЛП) нашли применение для широкого класса практических задач в промышленности, торговле, сельском хозяйстве и других областях человеческой деятельности. Использование алгоритмов линейного программирования позволяет планировать производственные ресурсы и мощности, оптимизировать рацион питания животных, планировать

размещение сельскохозяйственных культур и позволяет решать целый ряд оптимизационных задач в области микро- и макроэкономики. Математические модели, в том числе модели линейного программирования, дают возможность выбрать наиболее оптимальное управленческое решение из ряда возможных вариантов. Широкому использованию таких моделей на практике способствует и большое число разработан-

ных программных средств решения и анализа задач ЛП.

В зависимости от решаемой задачи математическая запись модели задачи ЛП может несколько отличаться, хотя принципы и математическое обоснование, сформулированные профессором Л.В. Канторовичем [1, с. 32] и американским ученым Дж.Б. Данцигом [2, с. 37], для всех задач данного класса остаются неизменными. В общем случае математическая модель представляет собой линейную относительно неизвестных переменных функцию, для которой требуется определить экстремальное значение на множестве допустимых решений, заданном системой линейных ограничений.

$$F(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \\ \dots \\ a_{k1}x_1 + a_{k2}x_2 + \dots + a_{kn}x_n \leq b_k \end{cases} \quad (1)$$

$$x_i \geq 0, \forall i = \overline{1, n}$$

Будем далее называть все неотрицательные решения x_p , удовлетворяющие системе линейных ограничений, допустимыми значениями задачи ЛП, а значения переменных x_i^* , минимизирующих функцию $F(x)$, решением задачи.

Одной из классических задач линейного программирования является задача транспортной логистики, в которой реализуется поиск наиболее оптимального плана перевозок с учетом имеющихся ресурсов и затрат на перевозки. В современных условиях ведения хозяйственной деятельности вопросы, связанные с перевозкой грузов, приобретают важное значение. По оценкам специалистов, в сфере торговли и логистики доля транспортных затрат, связанных с перемещением грузов, может достигать 20–30 %.

Вопросам теоретического и практического исследования транспортной задачи и методов их решения посвящено достаточно много различных статей и монографий. В качестве примера можно привести работы [3–5]. Так, исследователь И.Е. Погодин предлагает способ оценки количества возможных планов решения замкнутых транспортных задач для матриц различной размерности и структуры [3]. С.Н. Медведев рассматривает задачу маршрутизации транспорта с несколькими центрами с чередованием и единым местом сбора [4]. Для решения задачи распределения имеющихся транспортных средств по исходным пунктам с учетом грузоподъемности транспортных средств исследователь Н.М. Нечи-

тайло предлагает использовать метод динамического программирования [5].

Транспортная задача ЛП в качестве решения определяет план оптимальных перевозок и относится к классу двух индексных задач [6, с. 69]. Значения переменных x_{ij} определяют объемы перевозимого груза, а индексы соответственно поставщика и потребителя груза. План перевозок такой транспортной задачи удобно представить матрицей X , имеющей размерность $k \times n$, где k – число поставщиков и n – число заказчиков груза:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{k1} & x_{k2} & \dots & x_{kn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Для каждой доставки, заданной парой индексов i, j , затраты на перевозку единицы груза определяются параметрами s_{ij} . Матрица затрат на перевозку S , как и матрица переменных X , имеет размерность $k \times n$:

$$S = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{k1} & s_{k2} & \dots & s_{kn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Минимизация затрат на перевозку может быть представлена оптимизационной математической моделью. С учетом введенных обозначений и имеющихся ограничений модель задачи имеет вид

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k s_{ij}x_{ij} \rightarrow \min \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i ; x_{ij} \geq 0, \\ \sum_{i=1}^k x_{ij} = b_j ; x_{ij} \geq 0. \end{cases} \quad (4)$$

Ограничения a_i определяют запасы поставщиков, ограничения b_j – заказы потребителей.

В классической транспортной задаче все параметры считаются детерминированными. В то же время, если параметры, определяющие запасы поставщиков a_i , а также параметры, определяющие заказы потребителей b_j , чаще всего точно определены, то затраты на перевозку могут зависеть от целого ряда случайных факторов. В данной статье рассматривается ситуация, когда матрица затрат на перевозку единицы груза

представляет собой набор случайных величин с распределением плотности вероятности, близкой к нормальному закону.

Цель исследования – разработку математических методов и алгоритмов учета неопределенностей исходных параметров при решении задач ЛП.

Материалы и методы исследования

Для подготовки статьи использованы материалы научных исследований, опубликованные в статьях и монографиях отечественных и зарубежных специалистов, а также электронные ресурсы интернета, находящиеся в открытом доступе.

Методы проведения исследований основаны на использовании методов линейной алгебры, математической статистики и линейного программирования, алгорит-

мов решения оптимизационных задач. В работе использованы методы численного моделирования для проверки работоспособности предлагаемых решений. Моделирование тестовых задач выполнено с использованием программных пакетов оптимизации Pythonи пакета визуализации Matplotlib.

Результаты исследования и их обсуждение

Будем считать затраты на перевозку единицы груза от поставщика потребителю случайными величинами. Параметры распределения случайных величин зададим матрицей математических ожиданий Q и матрицей ковариаций C (5). Обозначим через p общее число маршрутов. С учетом ранее введенных обозначений $p = n \times k$.

$$Q = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & \dots & m_{1n} \\ m_{21} & m_{22} & \dots & m_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ m_{k1} & m_{k2} & \dots & m_{kn} \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1p} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{p1} & c_{p2} & \dots & c_{pp} \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Общие затраты на перевозку в данной постановке задачи – случайная величина, характеризующаяся математическим ожиданием M и вариацией V . Математическое ожидание может быть рассчитано как сумма произведений объемов перевозимого груза и математических ожиданий стоимости перевозки единицы груза. С учетом введенных обозначений (2) и (5) значение M будет равно

$$M = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n m_{ij} x_{ij} = \sum_{l=1}^p z_l, \quad (6)$$

где $z_l = m_{ij} x_{ij} \forall i = \overline{1, n} \forall j = \overline{1, k}$.

Вариация V определяет численное значение риска. Источниками вариации могут быть самые различные факторы, возникающие в процессе перевозок по маршрутам следования. Такими факторами могут быть неблагоприятные погодные условия, транспортная загруженность маршрута следования, состояние дорожного полотна, особенности перевозимого груза и ряд других факторов.

Значение вариации V определяется выражением

$$V = \sum_{i,j=1}^t cov(z_i, z_j). \quad (7)$$

Число слагаемых t в последнем выражении определяется как число сочетаний

$$t = C_p^2 = \frac{n!}{2!(n-2)!}. \quad (8)$$

В случае отсутствия взаимной корреляции отдельных доставок значение V будет равно сумме дисперсий случайных величин $z_i, \forall i = \overline{1, p}$ (9):

$$V = \sum_{i,j=1}^p x_{i,j}^2 d_{i,j}. \quad (9)$$

На основании приведенных выше соотношений транспортная задача может рассматриваться как двухкритериальная оптимизационная задача минимизации стоимости перевозок и минимизации рисков. В данном случае под риском понимается отклонение суммарных затрат на доставку от ранее планируемых. Численные значения вариаций определяются на основании данных временных рядов предыдущих периодов и могут постоянно уточняться на основании новых наблюдений. При этом не исключено наличие временного тренда и периодической составляющей.

Наличие многокритериальной неопределенности не позволяет выбрать решение, минимизирующее оба критерия в области

допустимых решений, заданной системой линейных неравенств. Для выбора эффективного, по Парето, решения для двухкритериальной задачи можно использовать различные компромиссные подходы, ряд которых описан в работах [7, с. 67; 8].

В данной работе предлагается использование алгоритма решения, основанного на выборе основного критерия многокритериальной оптимизационной задачи. В качестве такого критерия выбраны риски перевозок, тогда как затраты на перевозку в этом случае должны быть заданы в виде дополнительного ограничения. В качестве такого ограничения может быть задано некоторое допустимое значение M_0 . Математическая модель задачи определяется следующими выражениями:

$$\left\{ \begin{array}{l} V = \sum_{i,j=1}^p x_{i,j}^2 d_{i,j} \rightarrow \min \\ \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n m_{ij} x_{ij} \leq M_0 \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i ; \sum_{i=1}^k x_{ij} = b_j ; x_{ij} \geq 0 . \end{array} \right. \quad (10)$$

С учетом нелинейной зависимости функции $V(x)$ данная задача может быть отнесе-

на к классу нелинейного программирования, а как частный случай – к задачам квадратичного программирования. Для задач указанного класса могут быть использованы алгоритмы численных методов поиска оптимальных значений.

В зависимости от исходных данных задачи для решения могут быть использованы надстройка Excel «Поиск решения», пакеты оптимизации pulp, scipy.optimize, cvxopt.modeling в среде Python и ряд других распространенных инструментов оптимизации.

В качестве практического примера и решения транспортной задачи с использованием предлагаемого в данной работе подхода рассмотрим задачу по доставке однородных грузов от трех поставщиков пяти потребителям. Себестоимости доставки заданы математическими ожиданиями в табл. 1, вариации по отдельным доставкам приведены в табл. 2.

Поскольку имеющиеся в пунктах отправления запасы превышают общий объем заказов, задача относится к классу открытых транспортных задач.

Решения приведенной оптимизационной задачи для всего возможного диапазона значений представлены на рис. 1.

В зависимости от выбранного значения на кривой Парето решения будут иметь разные значения. Так, матрица решений для $M_0 = 900$ представлена в табл. 3.

Таблица 1

Себестоимость перевозки единицы груза

	B1	B2	B3	B4	B5	запасы
A1	7	6	8	10	12	60
A2	9	5	7	4	6	60
A3	6	8	4	9	7	50
Заказы	30	20	55	20	25	

Таблица 2

Матрица вариаций

	B1	B2	B3	B4	B5
A1	0,5	0,8	0,5	0,7	0,6
A2	0,1	1	0,8	1,2	1
A3	0,6	1,2	0,8	1,1	0,9

Таблица 3

Решения по объемам перевозимых грузов

	B1	B2	B3	B4	B5
A1	14	10	17	1	0
A2	3	10	14	17	14
A3	13	0	24	2	11

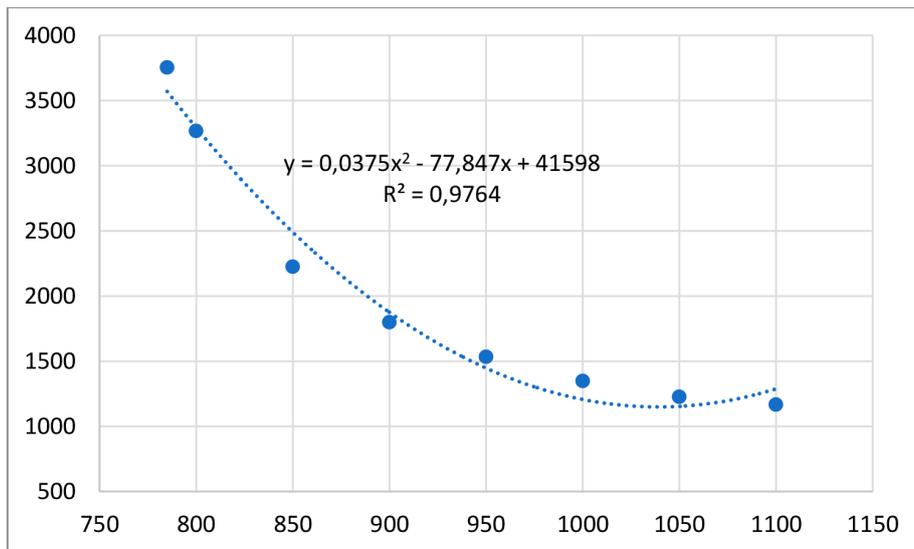


Рис. 1. Зависимость затрат на перевозку грузов и рисков

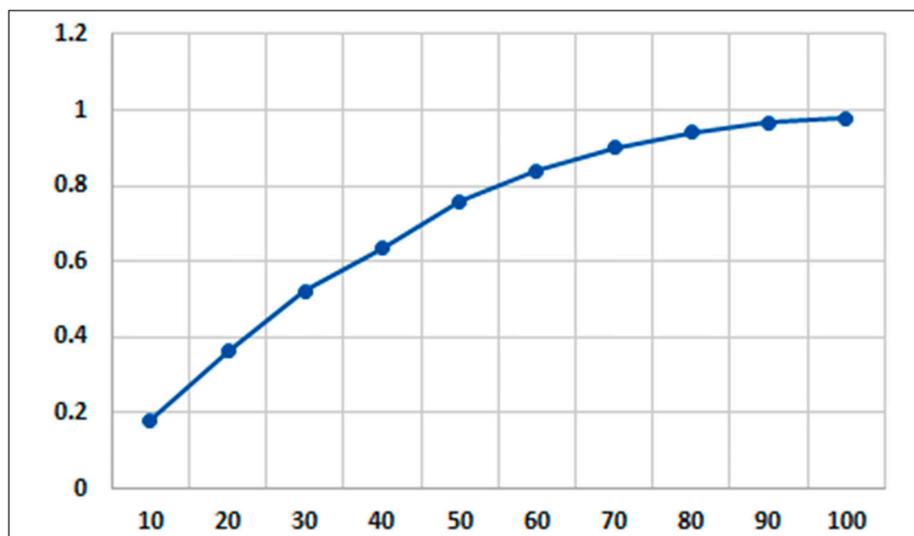


Рис. 2. Зависимость значений вероятности отклонения от его величины

Используя функцию Лапласа, найдем зависимость вероятности отклонения величины затрат на перевозку от заданного значения M_0 . Воспользуемся функцией Лапласа для нормального распределения случайной величины:

$$F(y) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^y e^{-t^2} dt. \quad (11)$$

Значение вероятности при этом вычисляется в соответствии со следующим выражением для табличной функции Лапласа:

$$P(|X - m_x| < L) = F_T\left(\frac{L}{\sigma_x}\right). \quad (12)$$

Для заданного в рассматриваемом примере значения $M_0 = 900$ значение вариации составляет 1800, а среднеквадратическое отклонение соответственно 42,4. График зависимости вероятности от значения отклонения случайной величины приведен на рис. 2.

Данный пример демонстрирует методику определения эффективного, по Парето, решения транспортной задачи в условиях неопределенности исходных данных, задающих затраты на перевозку.

Заключение

Вопрос оптимизации перевозок всегда остается актуальным, поскольку затраги-

вает важнейшие стороны человеческой деятельности, такие как производство, торговля, военная отрасль и ряд других важных направлений. Задачи планирования перевозок имеют широко используемую математическую модель, подкрепленную множеством разработанных методов и программ для ее решения. В то же время представляет интерес практическая ситуация, когда исходные параметры задачи не могут быть точно определены. В данной статье предлагается модель транспортной задачи, учитывающая неопределенность исходных данных. Предлагаемый подход, основанный на статистических оценках неопределенности, позволяет оценить как затраты на перевозку грузов, так и вероятность отклонения затрат от плановых значений. Предложенная модель, а также алгоритм решения могут быть использованы в логистических расчетах планирования перевозок. Практическое применение предлагаемого подхода наиболее актуально и может быть рекомендовано в условиях крупных населенных пунктов при организации регулярных перевозок грузов.

Список литературы

1. Канторович Л.В., Горстко А.Б. Оптимальные решения в экономике. М.: Наука, 1972. 231 с.
2. Данциг Дж.Б. Линейное программирование, его применения и обобщения / Пер. с англ. Г.Н. Андрианова, Л.И. Горькова, А.А. Корбута, А.Н. Ляпунова; Общая ред. и предисл. Н.Н. Воробьева. М.: Прогресс, 1966. 600 с.
3. Погодин И.Е. О способах оценки числа планов транспортной задачи // Экономика и математические методы. 2020. Т. 56, № 4. С. 116–120. DOI: 10.31857/S042473880012408-7.
4. Медведев С.Н. Математическая модель и алгоритм решения задачи маршрутизации транспортных средств с несколькими центрами с чередованием и единым местом сбора // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2021. № 1. С. 21–32. DOI: 10.17308/sait.2021.1/3368.
5. Нечитайло Н.М. Задачи транспортного типа по критерию времени с учетом характеристик применяемых транспортных средств // Мир транспорта. 2021. Т. 19, № 3 (94). С. 74–80. DOI: 10.30932/1992-3252-2021-19-3-8.
6. Юдин Д.Б., Гольштейн Е.Г. Задачи и методы линейного программирования. Книга 3: Задачи транспортного типа. М.: URSS, 2022. 182 с.
7. Подиновский В.В. Идеи и методы теории важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений. М.: Наука, 2019. 103 с.
8. Прохоренков П.А., Регер Т.В., Елисеенков А.С. Модель многокритериальной оптимизации на основе равенства потерь критериев // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 3. С. 76–81. DOI: 10.17513/snt.39949.

УДК 681.5

DOI 10.17513/snt.40147

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА НЕПРЕРЫВНОЙ АБСОРБЦИИ

Сутягин Д.К., Кечкина Н.И.

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева»,
Нижний Новгород, e-mail: dmitriy.sutiagin@gmail.com, nataliyakechkina@yandex.ru

В статье проводится анализ процесса непрерывной абсорбции как объекта управления. Для достижения этой цели была разработана математическая модель с использованием аналитического метода, что, в свою очередь, позволило выделить регулируемые параметры процесса, а также определить возможные управляющие и возмущающие воздействия. В качестве возмущающих факторов рассматриваются внешние контролируемые возмущения, связанные с изменением характеристик входящих в аппарат потоков. Стоит отметить, что при разработке математической модели формулируется ряд допущений, исключающих из рассмотрения малозначимые явления и процессы. Разработанное математическое описание было положено в основу приложения. Приложение позволяет оценить влияние различных возмущающих воздействий на показатели эффективности процесса абсорбции. Существует возможность реализации как одного, так и нескольких возмущающих воздействий одновременно. По результатам расчета строится график, демонстрирующий процесс изменения во времени выходной переменной, вызванный ступенчатым входным воздействием. Данное приложение дает возможность продемонстрировать и оценить степень влияния тех или иных возмущающих воздействий. Данная информация может быть использована для выбора структуры автоматической системы регулирования технологических параметров в рассматриваемом процессе. Приложение предлагается использовать для выполнения лабораторных, практических работ по дисциплине «Автоматизация технологических процессов и производств».

Ключевые слова: система автоматизации, объект управления, регулируемые параметры, возмущающие воздействия, абсорбция

DEVELOPMENT OF AN APPLICATION FOR THE STUDY OF THE CONTINUOUS ABSORPTION PROCESS

Sutyagin D.K., Kechkina N.I.

Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod,
e-mail: dmitriy.sutiagin@gmail.com, nataliyakechkina@yandex.ru

The article considers the analysis of the continuous absorption process as a control object. To achieve this goal, a mathematical model was built using an analytical method, which, in turn, made it possible to specify the controlled parameters of the process, as well as to determine possible control and disturbing effects. External controlled disturbances associated with changes in the characteristics of the flows entering the device are considered as disturbing effects. It is worth noting that when developing a mathematical model, a number of assumptions are formulated that exclude insignificant phenomena and processes from consideration. The developed mathematical description was used as the basis for the application. The application allows you to evaluate the impact of various disturbing effects on the efficiency indicators of the absorption process. It is possible to implement both one and several disturbing effects simultaneously. Based on the calculation results, a graph is constructed demonstrating the process of change in time of the output variable caused by a step input effect. This application makes it possible to demonstrate and evaluate the degree of influence of certain disturbing effects. This information can be used to select the structure of an automatic control system for process parameters in the process under consideration. The application is proposed to be used for performing laboratory and practical work on the subject "Automation of technological processes and production".

Keywords: automation system, control object, adjustable parameters, disturbing effects, absorption

Введение

Автоматизация технологического процесса представляет собой набор методов и средств, предназначенных для реализации системы или систем, обеспечивающих управление технологическим процессом без непосредственного участия человека или с минимальным вмешательством, оставлением за человеком права принятия наиболее ответственных решений [1, с. 17].

Эффективность реализации технологических процессов во многом определяется корректностью постановки задач

автоматизации, выбором регулируемых технологических параметров и управляющих воздействий, а также определением возмущающих воздействий, алгоритмов контроля, оптимального управления и способов представления информации персоналу.

Целью исследования является анализ процесса как объекта управления, составление математической модели объекта аналитическим методом, исследование степени влияния возмущающих воздействий на показатели процесса.

Материалы и методы исследования

Химико-технологические процессы в большинстве случаев являются многомерными объектами управления, то есть характеризуются значительным количеством выходных параметров. С целью поддержания нормального технологического режима необходимо определить перечень параметров, значения которых требуется поддерживать в заданных технологическим регламентом диапазонах. Отметим, что при управлении процессом особое внимание следует обратить на потенциально возможные внешние возмущающие воздействия. Они нередко проявляются в виде ступенчатых изменений, характеризующихся значительной амплитудой, и в ряде случаев могут быть устранены до воздействия на объект [2, с. 7].

Важным этапом при реализации автоматизации технологических процессов является анализ всего процесса или процессов, протекающих в наиболее значимых аппаратах, как объектов управления. Основная цель анализа – определение управляемых параметров и выявление наиболее критичных возмущающих воздействий, выводящих систему из стабильного устойчивого состояния. Анализ технологического процесса как объекта управления, то есть определение возможных управля-

ющих и возмущающих воздействий, выполнен на основе уравнений полученной математической модели [3].

Математическое описание представляет собой отражение физической природы процесса со свойственными ему чертами и ограничениями [4, с. 17]. В данной статье изложены зависимости между технологическими параметрами процесса непрерывной абсорбции, которые основаны на теоретическом анализе физических и химических процессов, происходящих в объекте. Это позволило разработать математическую модель с использованием аналитического метода.

Абсорбция представляет собой массообменный процесс, который заключается в поглощении определенных компонентов исходной газовой смеси при ее взаимодействии с жидкостью, абсорбентом [5, с. 38; 6]. В данной статье рассматривается пример, в котором объектом автоматизации является абсорбционная установка (рис. 1). Абсорбционная установка представлена рядом аппаратов: абсорбционной колонной, холодильниками на линиях подачи исходной газовой смеси и абсорбента. Показателем эффективности процесса может являться доля извлекаемого компонента в обедненной смеси или насыщенном абсорбенте.

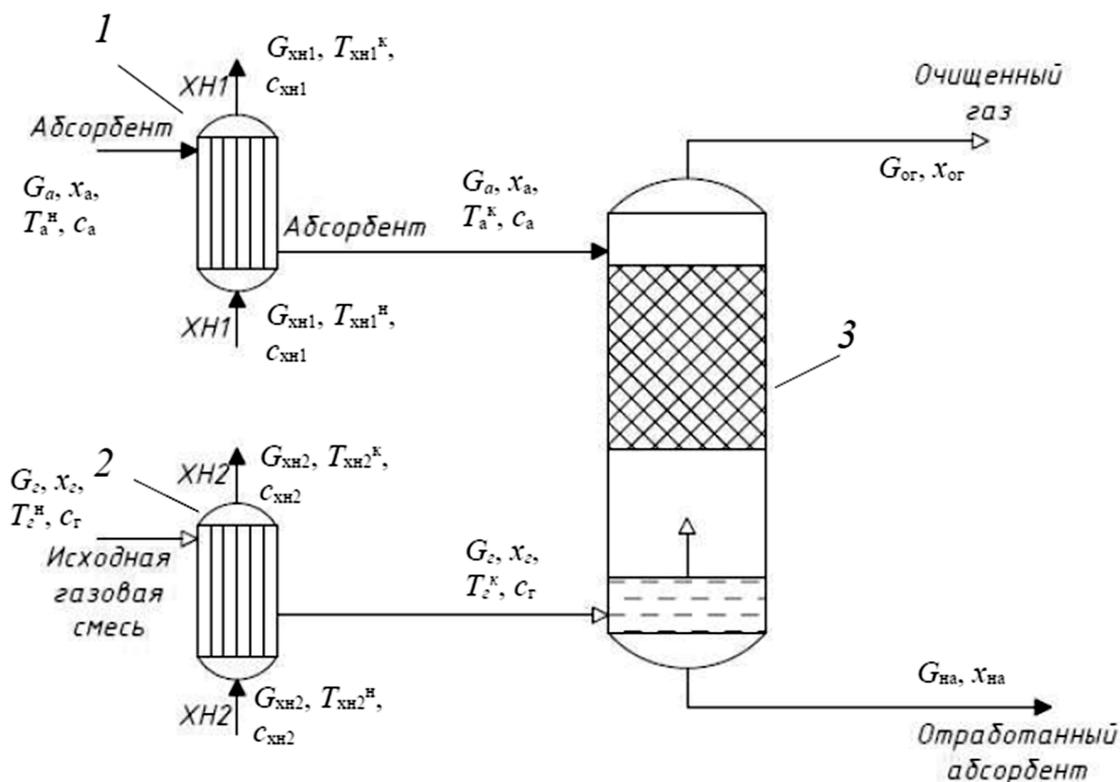


Рис. 1. Схема абсорбционной установки: 1, 2 – холодильники для охлаждения абсорбента и исходной газовой смеси соответственно, 3 – абсорбционная колонна

Реальные системы достаточно сложно представить в виде математических уравнений. Для рассмотрения наиболее значимых процессов и явлений требуется исключить малозначимые зависимости между технологическими параметрами. Для этого предложено принять упрощающие допущения для рассматриваемого процесса абсорбции:

1. Теплофизические свойства входящих потоков, выходящего потока и жидкости внутри аппарата идентичны и не зависят от температуры.

2. Потерями вещества и энергии во внешнюю среду пренебрегают.

3. Основные переменные процесса изменяются во времени, но остаются неизменными в пространстве, то есть рассматривается математическая модель с сосредоточенными параметрами.

Математическая модель процесса абсорбции для случая, когда показателем эффективности является доля извлекаемого компонента в жидкой фазе, с учетом начальных условий представлена формулой

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho_{na} S_{ann} h_{na} \frac{dx_{na}}{dt} = G_a x_a - G_{na} x_{na} + M_z^{na} \\ \rho_{na} S_{ann} \frac{dh_{na}}{dt} = G_a - G_{na} + M_z^{na} \\ \frac{V_{oz} M_{oz}}{RT_{oz}} \frac{dP_{oz}}{dt} = G_z - G_{oz} - M_z^{na} \\ G_a = \frac{(G_{na} x_{na} - M_z^{na})}{x_a}, \quad x_{na}|_{t=0} = x_{na}^{zad} \\ G_{na} = G_a + M_z^{na}, \quad h_{na}|_{t=0} = h_{na}^{zad} \\ G_z = G_{oz} + M_z^{na}, \quad P_{oz}|_{t=0} = P_{oz}^{zad} \end{array} \right., \quad (1)$$

где ρ_{na} – плотность насыщенного абсорбента, кг/м³; S_{ann} – площадь поперечного сечения аппарата, м²; h_{na} – уровень насыщенного абсорбента в аппарате, м; x_a, x_{na} – концентрации абсорбента и отработанного абсорбента соответственно; G_a, G_{na} – массовые расходы абсорбента и отработанного абсорбента соответственно, кг/ч; M_z^{na} – масса целевого компонента, переходящая из газовой фазы в жидкую в единицу времени, кг/ч; M_{oz} – мольная масса обедненной газовой смеси, кг/моль; V_{oz} – объем газовой фазы в колонне, м³; R – универсальная газовая постоянная; T_{oz} – температура в колонне (по газовой фазе), К; P_{oz} – давление в колонне, Па; G_z, G_{oz} – исходной газовой смеси и обедненной газовой смеси соответственно, кг/ч.

Математическая модель процесса абсорбции, в которой в качестве показателя

эффективности является доля извлекаемого компонента в газовой фазе, с учетом начальных условий представлена формулой

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho_{na} S_{ann} (h_{ann} - h_{na}) \frac{dx_{oz}}{dt} = G_z x_z - G_{oz} x_{oz} - M_z^{na} \\ \rho_{na} S_{ann} \frac{dh_{na}}{dt} = G_a - G_{na} + M_z^{na} \\ \frac{V_{oz} M_{oz}}{RT_{oz}} \frac{dP_{oz}}{dt} = G_z - G_{oz} - M_z^{na} \\ G_z = \frac{(G_{oz} x_{oz} + M_z^{na})}{x_z}, \quad x_{oz}|_{t=0} = x_{oz}^{zad} \\ G_{na} = G_a + M_z^{na}, \quad h_{na}|_{t=0} = h_{na}^{zad} \\ G_z = G_{oz} + M_z^{na}, \quad P_{oz}|_{t=0} = P_{oz}^{zad} \end{array} \right., \quad (2)$$

где h_{ann} – высота аппарата, м; x_z, x_{oz} – доля извлекаемого компонента в исходном и очищенном газе соответственно.

Представленные математические модели (формулы (1), (2)) позволяют учесть и оценить влияния изменений технологических параметров входящих в аппарат потоков на показатели эффективности процесса.

На основе уравнений математических моделей (формулы (1), (2)), для разных показателей эффективности процесса, были разработаны информационные схемы объекта управления (рис. 2, а, б). Информационные схемы отражают взаимосвязь между управляемыми технологическими параметрами, возможными управляющими и наиболее критичными возмущающими воздействиями.

На рис. 2 приняты обозначения, используемые в формулах (1), (2), а также L_{na} – уровень обработанного абсорбента в колонне.

Математическая модель процесса, проходящего в аппаратах абсорбционной установки, была положена в основу алгоритма программы. Назначение разработанной программы заключается в осуществлении оценки степени влияния возможных возмущающих воздействий на показатели эффективности процесса. Программа является универсальной и может быть применена для анализа любого технологического процесса, в котором присутствует абсорбция. При этом требуется внести исходные данные в соответствии с материальным балансом производства.

Приложение разработано на высокоуровневом языке программирования Python. Для его реализации и функционирования используются следующие модули: PySim-

pleGUI – для реализации графического интерфейса; NumPy – для реализации математической модели; Matplotlib – для реализации графиков кривой разгона и возмущающих воздействий; SciPy – для реализации ступенчатого графика.

Приложение разработано на основе модульного принципа. Структура представлена на рис. 3. В структуре приложения можно выделить четыре основные группы функций, позволяющих:

- описать исходные значения для функционирования математической модели (например, $G_{на}$, x_a), служебные переменные и списки (`events_cbvv`, `events_invv`, `vv_db`),

а также формулы для расчета расходов обедненной газовой смеси $G_{ог}$ и абсорбента G_a ;

- выполнить построение и вывод графиков, например функции `create_plot`, `create_step`, `draw_figure_w_toolbar` и класс `Toolbar`;

- описать графическую составляющую программы: ввод переменных для элементов программы, описание расположения элементов по окну приложения, реализация управления элементами окна;

- вспомогательные функции, например описание метода выхода из приложения и завершения работы и т.д.

Графический интерфейс разработанного приложения представлен на рис. 4.

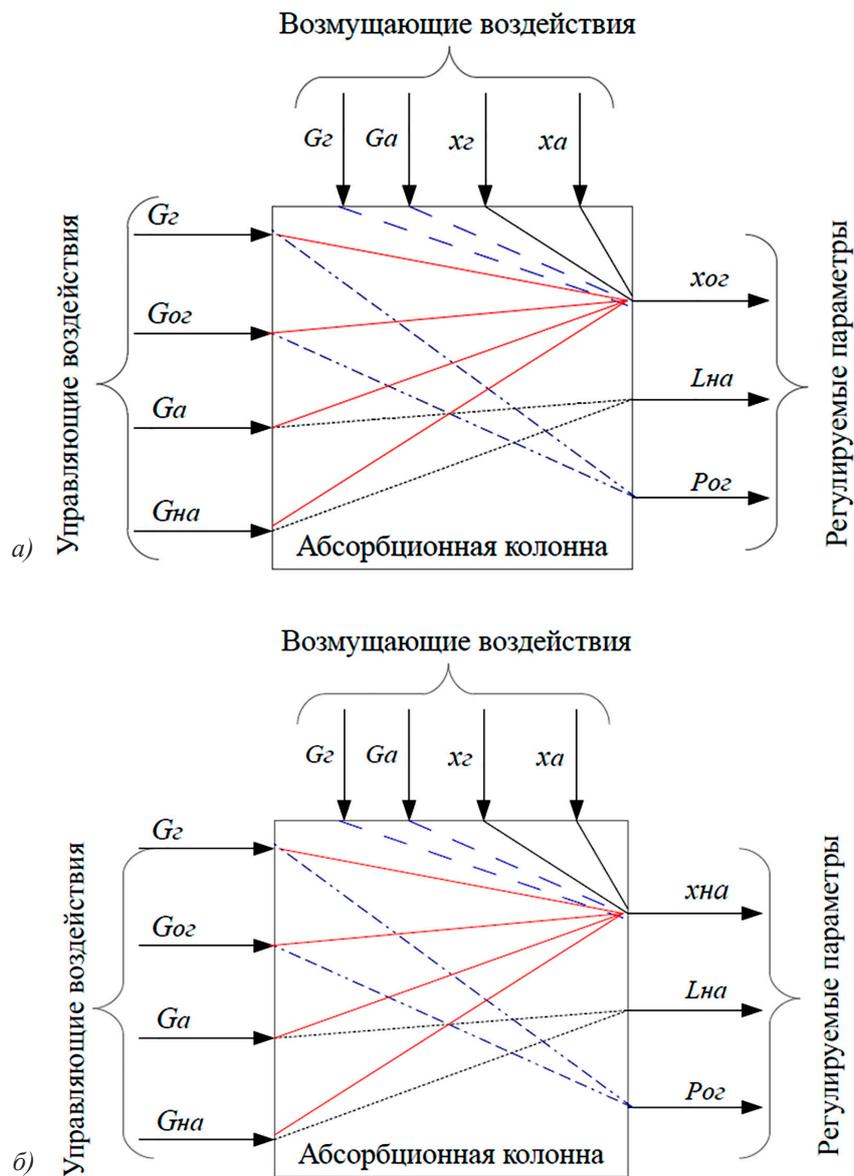


Рис. 2. Информационные схемы объекта управления для показателя эффективности:
 а – доля извлекаемого компонента в обедненной газовой смеси;
 б – доля извлекаемого компонента в отработанном абсорбенте

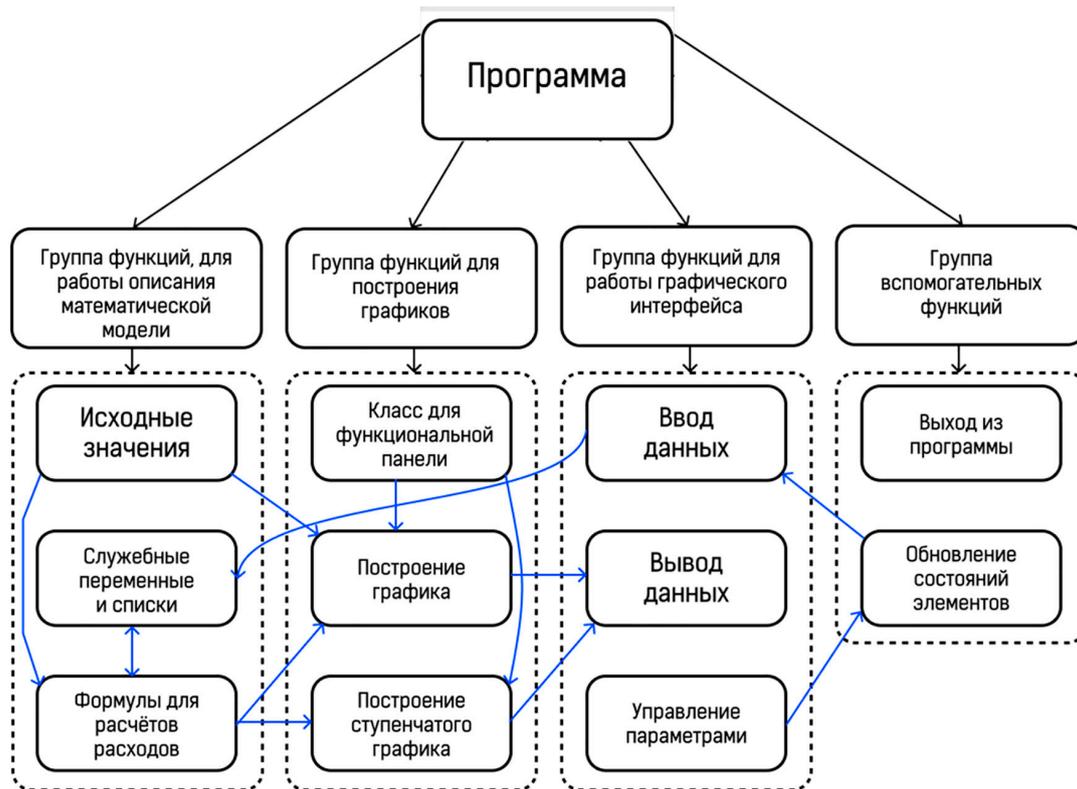


Рис. 3. Структура приложения

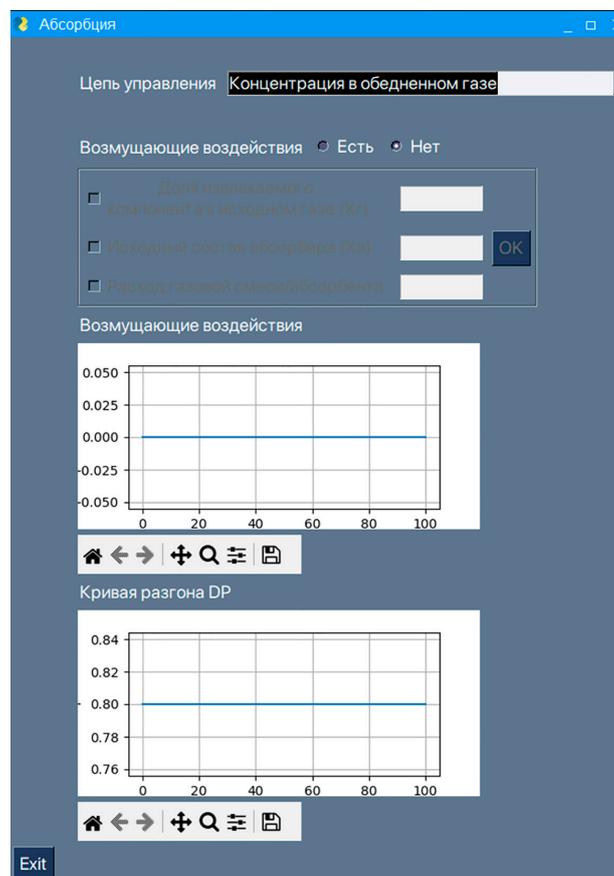


Рис. 4. Графический интерфейс программы

Приложение позволяет исследовать влияние возмущающих воздействий при различных значениях эффективности процесса. Внедрена возможность выбора цепи управления: достижение заданного значения доли извлекаемого компонента в обедненной смеси или в насыщенном абсорбенте. При этом отображаются следующие характеристики: обновляется видимость и активность элементов программы; построение графиков изменения возмущающего воздействия и кривой разгона.

Возможен выбор нескольких вариантов моделирования: в отсутствие возмущающих воздействий или при их наличии. В случае присутствия возмущающих воздействий становятся активными поля для указания их изменения в соответствии с выбранным показателем эффективности процесса. Например, если в качестве цепи управления выбрать «Концентрация извлекаемого компонента в обедненной смеси», то среди перечня возмущающих воздействий стано-

вятся активными «Концентрация извлекаемого компонента в исходном газе» и «Расход исходной газовой смеси». После выбора возмущающих воздействий пользователю предоставляется возможность указать численное значение изменения воздействий в процентном отношении и использовать эти значения в дальнейших расчетах и для построения графиков. С целью реализации ввода корректной информации в программном коде описана проверка вводимых пользователем значений.

После ввода корректной информации в поля для указания значений возмущающих воздействий, осуществляется выбор формулы для расчета итогового значения возмущения. Далее происходит построение графика изменения возмущающих воздействий, имеющего ступенчатый вид.

Перед построением графика кривой разгона указывается функция зависимости показателя эффективности процесса абсорбции от значений входных параметров.

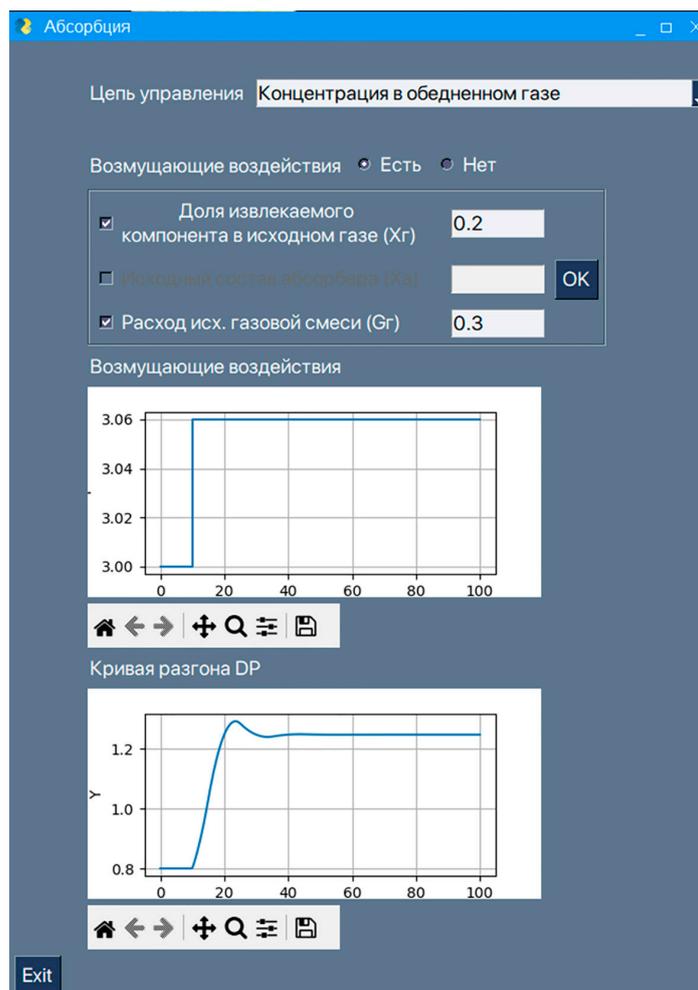


Рис. 5. Построение графиков при влиянии возмущающих воздействий

Для показателя эффективности «Концентрация извлекаемого компонента в очищенном газе» формула будет иметь следующий вид

$$x_{oz} = \frac{G_z(1 + K_{G_z})}{G_{oz}}(x_z(1 + K_{X_z})), \quad (3)$$

где K_{G_z} и K_{X_z} – коэффициенты изменения возмущающих воздействий (значение 0–1).

Для показателя эффективности «Концентрация извлекаемого компонента в насыщенной абсорбенте» формула выглядит следующим образом:

$$x_{na} = \frac{G_a(1 + K_{G_{na}})}{G_{na}}(x_a(1 + K_{X_a})), \quad (4)$$

где $K_{G_{na}}$ и K_{X_a} – коэффициенты изменения возмущающих воздействий (значение 0–1).

В условиях эксплуатации на объект управления воздействуют различные возмущения и динамический режим работы объектов становится характерным [7, с. 56]. Результат влияния указанных возмущающих воздействий представлен на рис. 5.

Заключение

Разработанное приложение представляет возможность в достаточной степени изучить технологический объект управления, условия эксплуатации и степень влияния внешних воздействий на показатели процесса. Полученные результаты могут быть использованы в дальнейшем для синтеза рациональной структуры си-

стемы автоматического регулирования (для конкретного технологического процесса): определения основных и вспомогательных регулируемых параметров; определения возмущающих воздействий и их влияния на показатели процесса; принятия решения о необходимости реализации регулирования по сложным схемам с компенсацией возмущающих воздействий.

Список литературы

1. Яхонтова И.М., Крамаренко Т.А. Информационные технологии в науке, производстве и образовании: учебное пособие. Краснодар: КубГАУ, 2020. 122 с.
2. Молдабаева М.Н. Автоматизация технологических процессов и производств: учебное пособие. М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. 224 с.
3. Федоров О.С., Корчагин И.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов: история становления и влияния на процесс исследования химико-технологических процессов // Аллея науки. 2023. № 11 (86). С. 707–710.
4. Кафоров В.В., Ветохин В.Н. Основы построения операционных систем в химической технологии. М.: Наука, 1980. 429 с.
5. Мончарж Э.М. Е.Г. Наумова, Н.А. Нажимова, Н.О. Кулигина. Управление технологическими процессами и производствами. Комплексная разработка систем управления: учебное пособие. Н. Новгород: НГТУ им. П. Е. Алексеева, 2020. 122 с.
6. Гафнер Ю.Я., Рыжкова Д.А. Анализ абсорбционных процессов поверхности нанокompактированного газового сенсора // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2023. № 15. С. 395–403.
7. Волкова Г.В., Лабутин А.Н., Невиницын В.Ю. Практикум по основам анализа технологических процессов как объектов управления: учебное пособие. Иваново: Ивановский государственный химико-технологический университет, 2018. 121 с.

УДК 004:658.562
DOI 10.17513/snt.40148

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ УЧЕТА ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИ ОЦЕНКЕ ЕГО ПОКАЗАТЕЛЯ БЕЗОТКАЗНОСТИ

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

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

Оценка влияния различных факторов на общие показатели надежности технологического процесса является важной задачей, а расчет показателя безотказности операций позволяет получить адекватное и корректное представление об их управляемости и стабильности. В качестве факторов могут выступать элементы этого процесса. Целью данного исследования является повышение точности оценки безотказности технологического процесса и его операций путем разработки способов учета элементов, их вероятностей безотказной работы и уточняющих коэффициентов. В работе представлен анализ возможной классификации элементов технологического процесса. Основой для такого группирования выбран метод 6М, суть которого заключается в применении следующих множеств: оборудование, персонал, материалы, методы, метрики, окружающая среда. Проведен анализ применимости такой классификации. Выбраны основные и дополнительные элементы технологического процесса, а также способы их учета при оценке безотказности операции и технологического процесса в целом: отдельный учет вероятности (расчет вероятности безотказности каждого элемента), применение уточняющего коэффициента (расчет вероятности безотказности оборудования и уточняющих коэффициентов дополнительных элементов), комбинирование вероятностей и коэффициентов (расчет вероятности безотказности нескольких элементов и уточняющих коэффициентов некоторых дополнительных элементов). Выбор способа зависит от особенностей продукции и практики ведения деятельности организации. В исследовании представлена схема преобразования данных способов учета вероятности безотказности элементов технологического процесса, позволяющая применить наработки данной статьи в процессе автоматизации оценки и контроля технологических операций при расчете их показателей безотказности и надежности, а также при формировании управленческого решения по их улучшению.

Ключевые слова: способы учета, безотказная работа, элементы процесса, классификация элементов, технологический процесс, автоматизация управления

DEVELOPMENT OF METHODS FOR ACCOUNTING FOR ELEMENTS OF A TECHNOLOGICAL PROCESS WHEN ASSESSING ITS FAILURE-FREE INDICATOR

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

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

Assessing the influence of various factors on the general reliability indicators of a technological process is an important task, and calculating the failure-free operation indicator allows one to obtain an adequate and correct idea of their controllability and stability. Elements of this process can act as factors. The objective of this study is to improve the accuracy of assessing the failure-free operation of a technological process and its operations by developing methods for taking into account elements, their failure-free operation probabilities and clarifying coefficients. The paper presents an analysis of a possible classification of technological process elements. The 6M method was chosen as the basis for such grouping, the essence of which lies in the application of the following sets: equipment, personnel, materials, methods, metrics, environment. An analysis of the applicability of such a classification was carried out. The main and additional elements of the technological process, as well as methods for taking them into account when assessing the failure-free operation and the technological process as a whole were selected: separate accounting of probability (calculation of the failure-free probability of each element), application of a clarifying coefficient (calculation of the failure-free probability of equipment and clarifying coefficients of additional elements), a combination of probabilities and coefficients (calculation of the failure-free probability of several elements and clarifying coefficients of some additional elements). The choice of method depends on the characteristics of the product and the practice of conducting the organization's activities. The study presents a scheme for converting data of methods for accounting for the probability of failure-free operation of elements of the technological process, which allows applying the developments of this article in the process of automating the assessment and control of technological operations when calculating their indicators of failure-free operation and reliability, as well as when forming a management decision on their improvement.

Keywords: accounting methods, failure-free operation, process elements, classification of elements, technological process, control automation

Введение

Технологический процесс состоит из множества различных аспектов, каждый из которых вносит свой прямой или косвенный вклад в формирование его итоговой продукции, а также уточняет оценку его показателей. Некоторые из них влияют на безотказность самого процесса или его операций, показатель которой свидетельствует о стабильной и управляемой деятельности. При этом нахождение универсального способа учета степени этого влияния является крайне сложной задачей, в связи с разнородностью аспектов и самого технологического процесса, зависящей в том числе от вида деятельности организации и типа итоговой продукции. Следовательно, необходимым и актуальным является анализ и разработка различных способов учета элементов технологического процесса при оценке его показателя безотказности.

Цель исследования – повышение точности оценки безотказности технологического процесса и его операций путем разработки способов учета элементов, их вероятностей безотказной работы и уточняющих коэффициентов.

Материалы и методы исследования

Перед тем как разрабатывать способы учета элементов, важной задачей является их классификация. В качестве ее теоретической основы может быть использован метод 6М. Метод предполагает группирование причин (аспектов, элементов) на следующие виды [1]:

– оборудование. Причины, вызванные влиянием применяемого оборудования, станков, устройств и инструментов и зависящие от их характеристик надежности и управляемости;

– персонал. Причины, вызванные человеческим фактором и действиями сотрудников, персонала и операторов, которые могут быть связаны с нарушением инструкций или целенаправленными действиями;

– материалы. Причины, вызванные применяемым сырьем и дополнительными расходными материалами, получаемыми и закупаемыми у сторонних организаций, либо производимыми в процессах-поставщиках;

– методы. Причины, связанные с выбранными и применяемыми процедурами и последовательностями операций, зафиксированными в стандартах или реально используемыми на практике в организации;

– метрики. Причины, вызванные корректно или ошибочно выбранными параметрами мониторинга, анализа и оценки показателей деятельности технологического процесса или применяемых в нем объектов;

– окружающая среда. Причины, вызванные внешними по отношению к рассматриваемому и анализируемому объекту факторами. Зачастую метод 6М применяется вместе с причинно-следственной диаграммой [2, 3]. Она является способом анализа и визуального моделирования связей причин, сгруппированных в соответствии с выбранной классификацией, и рассматриваемого последствия. Графическое представление метода 6М отображено причинно-следственной диаграммой на рис. 1.

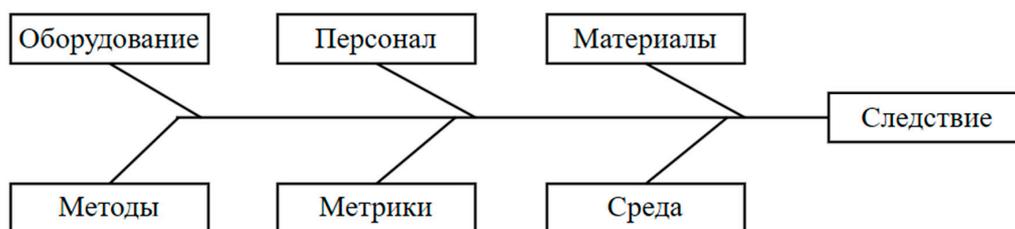


Рис. 1. Причинно-следственная диаграмма с методом 6М

Отображенная взаимосвязь факторов может быть уточнена более детальными причинами, входящими в соответствующие группы. Их содержание зависит от результатов анализа соответствующими ответственными лицами организации.

Результаты исследования и их обсуждение

Для расчета показателя безотказности технологического процесса необходимо рас-

смотреть и оценить безотказность каждой его операции. На нее может влиять множество элементов рассматриваемой системы. В зависимости от принятой в организации практики выявления таких элементов возможны их различные наборы. В большинстве случаев особое место занимает оборудование. Это вызвано тем, что вопросы безотказности технологического процесса затрагиваются в тех организациях, в которых уже оценивается безотказность обо-

рудования на основе положений теории надежности. Зачастую это производство высокотехнологической и сложной продукции. Таким образом, в качестве общего основного элемента технологического процесса при расчете показателя безотказности может выступать оборудование.

Дополнительные элементы технологического процесса варьируются, однако для целей исследования возможен выбор и необходим анализ общих аспектов, покрывающих все возможные области влияния на технологический процесс и соответствующих методу 6М:

– персонал. Для многих процессов, в частности при участии оператора, данный фактор является важным. Сотрудники в рамках технологического процесса, в зависимости от степени автоматизации, могут с разной силой влиять на итоговую безотказность операции. Также немаловажной частью данного фактора является учет технологической дисциплины [4];

– материалы. Технологические процессы, в которых предъявляются требования к чистоте и/или качеству сырья, зависимы от влияния материалов на безотказность. Немаловажным является учет событий, связанных с надежностью поставщиков, их выбором и контролем выполняемых ими процессов, результаты которых применяются организацией в качестве сырья [5];

– методы. Применяемые методы и процедуры крайне важны в технологических процессах. В связи с этим их влияние на безотказность операций велико. Корректно выбранные методы связаны с адекватными последовательностями операций, которые позволяют достичь запланированного результата технологического процесса. Также, при необходимости, помимо результативности возможно рассмотрение влияния операций на эффективность достижения целей процесса [6];

– метрики. Основное влияние метрики оказывают на возможность корректной и адекватной оценки и последующего анализа достигнутых результатов, что влияет на оценку безотказности операций. Выбранные и отслеживаемые показатели оказывают непосредственное воздействие на принятие управленческих решений, так как результаты их оценки являются основой для анализа со стороны руководства организации и выбора путей улучшения технологического процесса [7];

– окружающая среда. Внешняя среда оказывает существенное влияние на вариabельность технологического процесса и, как следствие, на безотказность его операций. Источ-

никами такого воздействия могут выступать как поставщики, потребители, конкуренты и прочие заинтересованные лица, так и природные явления и техногенные воздействия на деятельность организации [8].

Расчет безотказности технологического процесса зависит от безотказности его операций, которые основываются на совокупности вероятностей безотказной работы элементов и уточняющих коэффициентов, и проводится по формуле

$$P = \prod_{i=1}^n P_i = \prod_{i=1}^n (p_i \times k_i),$$

где P – вероятность безотказности технологического процесса, P_i – вероятность безотказности операции i , n – количество операций в процессе, p_i – совокупность вероятностей безотказности элементов в операции i , k_i – совокупность уточняющих безотказность коэффициентов элементов в операции i .

Учет вероятности элемента не отличается от его учета в качестве уточняющего коэффициента (они оба перемножаются при расчете безотказности операций). Однако основное различие заключается в их сути и способе расчета.

Вероятность безотказности является показателем события и доли возможных благоприятных исходов по отношению к их общему числу. Он рассчитывается на основе положений теории надежности либо теории управления рисками. Такой показатель является более точным, но также более сложным и затратным по ресурсам, времени и технологии его расчета, что не позволяет его применять в любой организации и любых технологических процессах.

Уточняющий коэффициент является числом, позволяющим скорректировать значение безотказности операции на основе важности или стабильности элемента. Расчет уточняющего коэффициента осуществляется специфическими способами и требует дополнительной обработки и нормирования для обеспечения согласованности с другими элементами и итоговой вероятностью безотказности технологического процесса.

Для учета безотказности элементов технологического процесса при расчете показателя безотказности операции возможно рассмотрение следующих способов:

– отдельный учет вероятности (рис. 2, а) предполагает учет персонала, материалов, методов, метрик и среды как дополнительную вероятность. Такой способ расчета безотказности операции может быть представлен следующей формулой:

$$P_i = (p_{i,Оборудование} \times p_{i,Персонал} \times p_{i,Материалы} \times p_{i,Методы} \times p_{i,Метрики} \times p_{i,Среда}),$$

где P_i – вероятность безотказности операции i , $p_{i,Оборудование}$ – вероятность безотказности оборудования в операции i , $p_{i,Персонал}$ – вероятность безотказности персонала в операции i , $p_{i,Материалы}$ – вероятность безотказности материалов в операции i , $p_{i,Методы}$ – вероятность безотказности методов в операции i , $p_{i,Метрики}$ – вероятность безотказности метрик

в операции i , $p_{i,Среда}$ – вероятность безотказности окружающей среды в операции i ;

– применение уточняющего коэффициента (рис. 2, б) для учета безотказности дополнительных элементов технологического процесса. Такой способ расчета безотказности операции может быть представлен следующей формулой:

$$P_i = (p_{i,Оборудование}) \times (k_{i,Персонал} \times k_{i,Материалы} \times k_{i,Методы} \times k_{i,Метрики} \times k_{i,Среда}),$$

где P_i – вероятность безотказности операции i , $p_{i,Оборудование}$ – вероятность безотказности оборудования в операции i , $k_{i,Персонал}$ – уточняющий коэффициент безотказности персонала в операции i , $k_{i,Материалы}$ – уточняющий коэффициент безотказности материалов в операции i , $k_{i,Методы}$ – уточняющий коэффициент безотказности методов в операции i , $k_{i,Метрики}$ – уточняющий коэффициент безотказности метрик в операции i , $k_{i,Среда}$ – уточняющий

коэффициент безотказности окружающей среды в операции i ;

– комбинирование вероятностей и коэффициентов (рис. 2, в), при котором безотказность одной части элементов технологического процесса учитывается как дополнительная вероятность, а другой части – как уточняющие коэффициенты. Такой способ расчета безотказности операции зависит от выбранных вероятностей и коэффициентов и в частном случае может быть представлен формулой:

$$P_i = (p_{i,Оборудование} \times p_{i,Персонал} \times p_{i,Методы} \times p_{i,Среда}) \times (k_{i,Материалы} \times k_{i,Метрики}),$$

где P_i – вероятность безотказности операции i , $p_{i,Оборудование}$ – вероятность безотказности оборудования в операции i , $p_{i,Персонал}$ – вероятность безотказности персонала в операции i , $k_{i,Материалы}$ – уточняющий коэффициент безотказности материалов в операции i , $p_{i,Методы}$ – вероятность

безотказности методов в операции i , $k_{i,Метрики}$ – уточняющий коэффициент безотказности метрик в операции i , $p_{i,Среда}$ – вероятность безотказности окружающей среды в операции i .

Графическое представление описанных выше способов представлено на рис. 2.

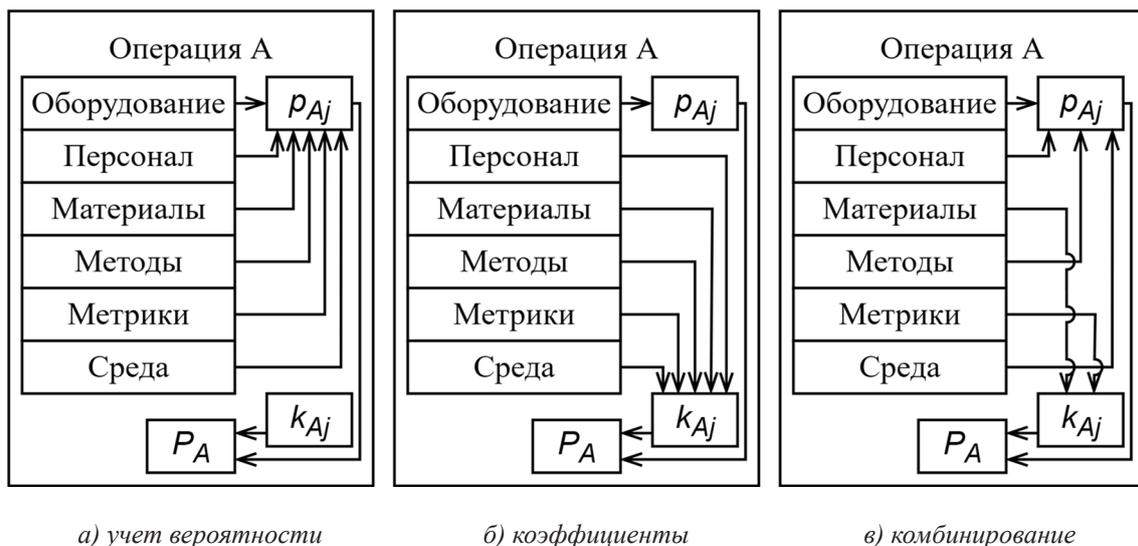


Рис. 2. Схема преобразования данных способов учета вероятности безотказности элементов технологического процесса

Данные схемы отображают общую последовательность передачи данных. Если стрелка от элемента технологического процесса подана в блок p_{Aj} , то данный фактор учитывается и рассчитывается как дополнительная вероятность. Если стрелка от элемента подана в блок k_{Aj} , то фактор учитывается и рассчитывается как дополнительный коэффициент.

Выводы

В ходе исследования были решены следующие задачи:

1. Рассмотрена возможность применения метода 6М для классификации элементов технологического процесса. Метод предполагает классифицирование причин и факторов на 6 групп: оборудование, персонал, материалы, методы, метрики, окружающая среда. Такие аспекты согласуются с элементами технологического процесса и могут быть применены для их классификации в задачах расчета безотказности операций.

2. Проанализированы основной и дополнительные элементы технологического процесса при расчете показателя безотказности операции. В качестве основного элемента выбрано оборудование. Это обусловлено тем, что в большинстве случаев безотказность процесса основывается на безотказности применяемого в нем оборудования. Дополнительные элементы согласуются с методом 6М: персонал, материалы, методы, метрики, окружающая среда.

3. Разработаны и проанализированы способы расчета показателя безотказности операции и учета элементов процесса. К ним относятся: отдельный учет вероятности, применение уточняющего коэффициента, комбинирование вероятностей и коэффициентов. Каждый из способов применим с учетом особенностей технологического процесса и возможностей организации.

Разработанные в данном исследовании способы расчета показателя безотказности операции могут быть использованы при формировании решения о методе расчета безотказности всего технологического процесса. Выбор способа зависит от особенностей вида деятельности и принятой

практики внутри организации, реализующей технологический процесс. Применение дополнительных вероятностей, уточняющих коэффициентов или их комбинирования имеет свои преимущества, уточняющие общие параметры надежности технологического процесса. Представленные формулы и схема преобразования данных являются основой для построения соответствующей информационной системы контроля и расчета показателей процесса и его операций в рамках автоматизации процессов.

Список литературы

1. Гирилович Н.В., Довгополая Г.В. Применение статистических методов при анализе несоответствий несоответствующей продукции в процессе производства // *Литье и металлургия*. 2021. № 3. С. 40–45.
2. Максимова И.Н., Крамор Д.Д. Применение инструментов качества – диаграммы Исикавы, диаграммы сроства, QFD-анализа – на примере производства электрического жарочного шкафа // *Вестник ПГУАС: строительство, наука и образование*. 2023. № 2 (17). С. 70–77.
3. Левин А.Д. Проблема человеческого фактора в авиации на примере диаграммы Исикавы // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2024. № 2–2 (89). С. 132–136.
4. Вишневецкий Д.А., Сотников А.Л. Математическое моделирование влияния человеческого фактора на безотказность оборудования машиностроительных цехов металлургических предприятий // *Journal of Advanced Research in Technical Science*. 2021. № 24. С. 41–46.
5. Андрианов И.К., Палков К.А., Чепурнова Е.К. Влияние примесей жаропрочных никелевых сплавов, используемых в качестве материалов лопаток турбин, на процесс раскрытия трещин отрыва // *Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета*. 2023. № 1 (65). С. 4–8.
6. Прокопов С.П. Влияние форм организации технического обслуживания на безотказность и эффективность использования тракторов // *Каталог научных и инновационных разработок ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»: сборник материалов по итогам научно-исследовательской деятельности*. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2021. С. 78–81.
7. Сарбей А.В., Захаров Н.С. Влияние наработок на отказ на показатели безотказности элементов трансмиссии специальных грузовых автомобилей нефтегазодобывающего предприятия // *Архитектура, строительство, транспорт*. 2021. № 4. С. 74–82.
8. Уласень А.Ф., Андреева О.Н., Клюев А.В., Мусин Д.А. Модели учета влияния среды эксплуатации на интенсивность потока устойчивых отказов и сбоев управляющих вычислительных систем // *Радиотехника*. 2021. Т. 85, № 3. С. 58–64.

УДК 004.421

DOI 10.17513/snt.40149

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ЗАЩИТНЫХ МАСОК В ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ПОТОКОВОМ ВИДЕО НА МОДЕЛИ MOBILENET V3 SSD

Эвиев В.А., Лиджи-Гаряев В.В., Бадрудинова А.Н.,
Гермашева Ю.С., Абушинов О.А.

*ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова»,
Элиста, e-mail: goryaeff@mail.ru*

В условиях пандемии важность готовности к чрезвычайным ситуациям стала очевидной, в частности необходимость ношения масок для снижения распространения инфекционных заболеваний. Цель данного исследования – разработка эффективного метода автоматического распознавания защитных масок для обеспечения соблюдения норм безопасности в таких отраслях, как строительство и химическое производство. Набор данных был создан на основе общедоступного набора изображений со строительными защитными масками и без них Construction Mask Dataset. Особое внимание уделяется интеграции технологий глубокого обучения в процессы мониторинга соблюдения мер безопасности. Это позволит значительно повысить уровень защиты работников и улучшить общий контроль за соблюдением стандартов. В исследовании были проведены эксперименты по разработке и усовершенствованию моделей глубокого обучения для обнаружения масок. Модель была реализована на платформе графического процессора (graphics processing unit) с использованием TensorFlow и библиотеки глубоких нейронных сетей. Для извлечения признаков использованы заранее обученные базовые модели, применяемые для выполнения задач классификации высокого качества. В качестве базовой модели для детектора Single-Shot Multi Box была выбрана сеть MobileNet V3 с весами, предобученными на наборе ImageNet. На тестовом наборе достигнута точность около 99%, а прирост скорости классификации на мобильных устройствах составил от 1,2 до 1,5 раз по сравнению с MobileNet V2. Результаты показывают, что предлагаемая модельная схема OpenCV + Deep Neural Networks + MobileNet с предварительно обученной конволюционной нейронной сетью является эффективным решением для обнаружения лиц в медицинских масках. Потери при обучении и валидации стремятся к нулю, что подтверждает точность и эффективность алгоритма для наборов данных более 5000 изображений.

Ключевые слова: *нейросеть, MobileNet, компьютерное зрение, распознавание защитных масок, Single-Shot MultiBox*

DETECTION OF PROTECTIVE MASKS IN INDUSTRY IN SWEAT VIDEO ON THE MOBILENET V3 SSD MODE

Eviev V.A., Lidzhi-Garyayev V.V., Badrudinova A.N.,
Germasheva Yu.S., Abushinov O.A.

Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, Elista, e-mail: goryaeff@mail.ru

In the context of public health emergencies, the importance of preparedness has become increasingly evident, particularly the need for wearing protective gear. This study aims to develop an effective method for automatic recognition of construction masks to ensure compliance with safety standards in industries such as construction and chemical manufacturing. A dataset was created using a publicly available collection of images, both with and without construction masks, which is referred to as the "Construction Mask Dataset". The study focuses on integrating deep learning technologies into safety monitoring processes to enhance worker protection and improve overall oversight of compliance with standards. Experiments were conducted on the development and improvement of deep learning models for mask detection, using a graphics processing unit (GPU) with TensorFlow and deep neural network libraries. Pre-trained base models were utilized for feature extraction to perform high-quality classification tasks. The MobileNet V3 network was chosen as the base model for the Single-Shot MultiBox Detector, achieving an accuracy of approximately 99% on the test set, with a classification speed increase on mobile devices ranging from 1.2x to 1.5x compared to MobileNet V2. The results indicate that the proposed model scheme of OpenCV + Deep Neural Networks + MobileNet is an effective solution for detecting faces in medical masks. The losses during training and validation tend towards zero, confirming the accuracy and effectiveness of the algorithm for datasets exceeding 5000 images.

Keywords: *neural networks, MobileNet V3, computer vision, mask detection, Single-Shot Multi Box*

Введение

Глубокое обучение продемонстрировало огромный потенциал в различных реальных приложениях, включая обнаружение объектов. Эта технология привела к многообещающим результатам в обнаружении объектов на изображениях, особенно в об-

ласти строительства и безопасности трудах [1]. Обнаружение защитных строительных масок по-прежнему имеет решающее значение для обеспечения безопасности труда на строительных площадках, соблюдения гигиенических норм в строительных учреждениях и поддержания безопасности

в различных отраслях промышленности. Кроме того, достижения в области моделей глубокого обучения для обнаружения масок расширяют область компьютерного зрения, предлагая потенциальные возможности для обнаружения других видов средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Целью исследования является анализ эффективности аннотирования и локализации объектов защитных строительных масок на лице работника в видеопотоке, на основе метрик точности для двух реализаций архитектуры MobileNet. Для решения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

Для достижения цели потребуется решить следующие задачи:

- выбор актуального набора данных для машинного обучения;
- предварительная обработка данных;
- обучение модели на основе аннотированного набора данных;
- определение оценочных показателей для измерения точности модели и расчет этих показателей для обеих реализаций архитектуры MobileNet;
- сравнение производительности этих реализаций архитектуры MobileNet с использованием оценочных показателей.

Материалы и методы исследования

Для обнаружения масок была использована сверточная нейронная сеть (CNN) с архитектурой MobileNet [2]. Скрипт был разработан с использованием библиотек Python, Tensorflow/Keras и OpenCV [3, 4]. Работа алгоритма обнаружения в потоковом видео основана на захвате кадров в виде входных изображений с заданными границами объектов. Метод прогнозирования объектов на изображении основан на известных режимах свертки. Для каждого пикселя на данном изображении оценивается набор ограничивающих рамок (обычно 4) разных размеров и соотношений сторон. Кроме того, для каждого пикселя вычисляется степень достоверности для всех возможных объектов, включая метку «Маски нет». Этот процесс повторяется для нескольких карт объектов. Для извлечения карт объектов используются предварительно обученные методы (базовые модели). Эти методы используются для решения задач классификации с высокой точностью. В качестве базовой модели для Single-Shot Multi Box (SSD) была использована сеть MobilNet версии 3. А, соответственно, ImageNet – это база данных изображений, которая была предварительно обработана на сотнях тысяч изображений, что отлично подходит для классификации изображений

[5, 6]. Во время обучения предполагаемые границы сравниваются с фактическими. При обратном распространении параметры корректируются в соответствии с требованиями. Перед слоем классификации в модели MobilNet V3 добавляются слои объектов. Размер этих слоев постепенно уменьшается [7]. Каждое пространственное пространство объектов имеет ядро, которое выдает результаты, показывающие, существует объект или нет. Так же определяются размеры ограничивающей рамки. Из-за небольшого размера фильтров, применяемых к изображению, существует множество весовых параметров, которые в конечном итоге могут привести к повышению производительности. Последняя версия OpenCV включает модуль Deep Neural Network (DNN), который содержит предварительно обученную нейронную сеть (kCNN) для распознавания лиц [8, 9].

Набор данных был создан на основе общедоступного набора данных изображений со строительными защитными масками и без них Construction Mask Dataset [10, 11]. Для эксперимента было отобрано 8020 изображений, в том числе 4408 изображений с масками и 3612 изображений без масок. Эти изображения были использованы для обучения и тестирования модели с использованием мультисенсорного потока и современных методов распознавания объектов в CNN [12]. Набор данных был предварительно обработан с помощью функции preprocess_input в MobileNet V2. Базовая сеть была модифицирована путем добавления слоев: среднего объединяющего слоя, выравнивающего слоя, плотного слоя (128 единиц, активация ReLU), слоя с отсевом половины и последнего плотного слоя (2 единицы, активация сигмовидной функции) [13, 14]. Общий процесс проиллюстрирован ниже.

Проект распознавания лиц по маскам разделен на две части. Обучение модели с помощью свертки или любой предварительно обученной модели для обнаружения масок на изображениях, что решает проблему бинарной классификации. Распознавание лиц на видео или изображениях и прогнозирование ношения масок с помощью обученной модели. Применялось обучение переносу с использованием предварительно обученных моделей MobileNet. Сеть использует разделяемые по глубине свертки, ее основной структурный блок показан на рис. 1. Этот блок включает в себя три сверточных слоя, последние два из которых являются глубинными свертками, фильтрующими входные данные, за которыми следует слой поточечной свертки размером

1x1. В отличие от V1, V3 уменьшает количество каналов в поточечной свертке 1x1, известной как проекционный слой, уменьшая размерность. Например, слой по глубине может обрабатывать тензор со 144 каналами, которые проекционный слой уменьшает до 24 (рис. 2). Этот уровень также называется уровнем узких мест, поскольку он уменьшает объем данных, проходящих через сеть. Свертка по глубине применяет свои фильтры к тензору. Наконец, проекционный слой преобразует 144 отфильтрованных канала в меньшее число, например в 24. Входные и выходные данные блока представляют собой тензоры низкой размерности, в то время как фильтрация выполняется по тензору высокой размерности. Остаточные соединения, аналогичные ResNet, помогают управлять градиентным потоком в сети, при этом каждый слой имеет пакетную нормализацию

и активацию ReLU6. Однако выходные данные проекционного слоя не имеют функции активации, что приводит к получению данных малой размерности.

F-Measure объединяет точность и отзывчивость в единую метрику, отражающую оба свойства. В качестве альтернативы точности классификации обычно используют показатели прецизионности и отзыва (табл. 1).

Для анализа регрессионной модели на соответствие набору данных используется среднеквадратичная ошибка (RMSE):

$$RMSE = \sqrt{\sum \frac{(P_i - O_i)^2}{n}},$$

где P_i – это прогнозируемое значение в наборе данных с n фото, O_i – наблюдаемое значение для i -го наблюдения в наборе данных.

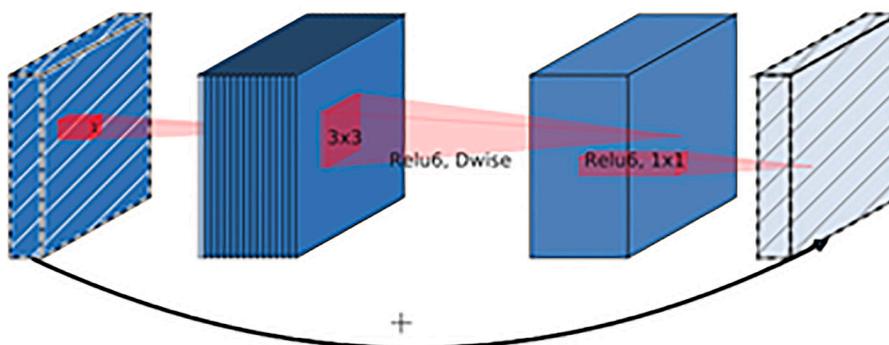


Рис. 1. Слой и свертки MobileNet V2

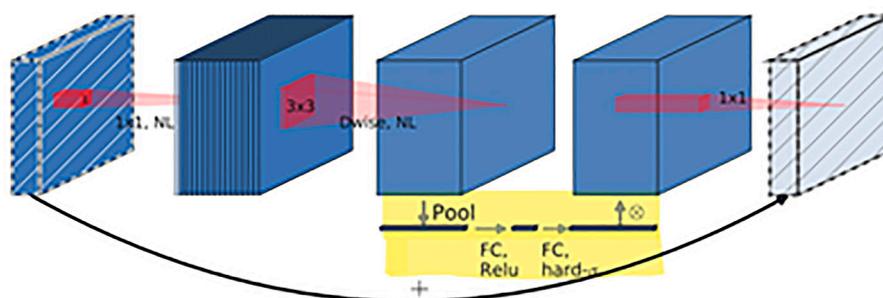


Рис. 2. Слой и свертки MobileNet V3

Таблица 1

Формулы оценки

	Accuracy	Precision	Recall	F1
Формула	$\frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$	$\frac{TP}{TP+FP}$	$\frac{TP}{TP+FN}$	$\frac{TP}{TP+\frac{1}{2}(FP+FN)}$
Python sklearn.metrics	accuracy_score	precision_score	recall_score	f1_score

**Результаты исследования
и их обсуждение**

Архитектура MobileNet V2 представлена инвертированными остаточными блоками (IRB), которые заменяют традиционные остаточные блоки более эффективной структурой. MobileNet V3 еще больше повысил эффективность благодаря модифицированной архитектуре инвертированного остаточного блока (MIRB), которая добавляет блок сжатия и возбуждения (SE) для повторной калибровки откликов функций в зависимости от канала (табл. 2).

Помимо извлечения объектов модель может быть расширена для обнаружения объектов и сегментации. Простой мерой

оценки модели является точность классификации (общее количество правильных прогнозов, деленное на общее количество прогнозов), но она не подходит для задач несбалансированной классификации, подобных текущей. Чтобы оценить производительность классификатора, для измерения производительности моделей классификации, целью которых является предсказание категориальной метки для каждого входного экземпляра, необходимо изучить матрицы производительности (табл. 3).

Загрузка весов модели и создание объекта MobileNet V3 выполняется с использованием `tf.keras.applications.mobilenet_v3`. В результате тест показал высокий результат:

93s 465ms/step – loss: 0.0085 – accuracy: 0.9958 – lr: 1.0000e-04

Таблица 2

Сети MobileNet V2 и MobileNet V3

Архитектура MobileNet V2				Архитектура MobileNet V3			
Тип / Этап	Входной размер	c	s	Тип / Этап	Входной размер	c	s
Conv d2	224 × 224 × 3	32	2	Conv d2	224 × 224 × 224 × 3	16	2
Bneck	112 × 112 × 32	16	1	Bneck, 3 × 3	112 × 112 × 16	16	1
Bneck	112 × 112 × 16	24	2	Bneck, 3 × 3	112 × 112 × 16	64	2
Bneck	56 × 56 × 24	32	2		
Bneck	28 × 28 × 32	64	2	Bneck, 5 × 5	14 × 14 × 112	160	2
Bneck	14 × 14 × 64	96	1	Bneck, 5 × 5	7 × 7 × 160	160	1
Bneck	14 × 14 × 96	160	2	Bneck, 5 × 5	7 × 7 × 160	160	1
Bneck	7 × 7 × 160	320	1	Conv d2, 1 × 1	7 × 7 × 160	960	1
Conv d2	7 × 7 × 320	1280	1	Conv / s1	7 × 7 × 960	-	1
Avg Pool 7 × 7	7 × 7 × 1280	-	-	Conv d2, 1 × 1, NBN	1 × 1 × 960	1280	1
Conv d2 1 × 1	1 × 1 × 1280	k		Conv d2, 1 × 1, NBN	1 × 1 × 1280	k	1

Примечание: S определяет, на сколько пикселей сдвигается окно свертки (фильтр), c – коэффициент, указывает, во сколько раз увеличивается количество каналов в первом слое блока.

Таблица 3

Матрица путаницы

	Позитивный прогноз	Отрицательный прогноз
Положительный класс	Истинно положительный (TP)	Ложноотрицательный (FN)
Отрицательный класс	Ложноположительный (FP)	Истинно отрицательный (TN)

Таблица 4

Сравнение оптимизаторов SGM и ADAM

Оптимизатор	Эпохи	Итерации	Прошедшее время	Мини-пакет (RMSE)	Валидация (RMSE)	Потери мини-пакетов	Потери на тесте
SGM	25	100	0:16:03	0,88	0,87	0,8025	0,7917
	50	200	0:44:21	0,73	0,82	0,5420	0,6484
Adam	25	100	0:23:55	0,59	0,69	0,3561	0,4956
	50	200	0:46:01	0,52	0/70	0,2656	0,4936

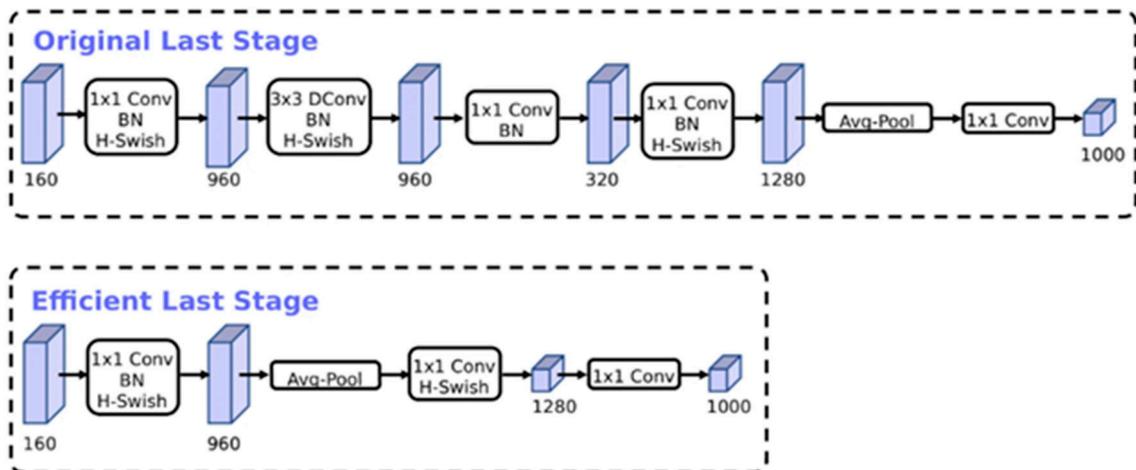


Рис. 3. Нейросеть MobileNet V3

Набор данных разделен на 80% обучающих, 10% валидационных и 10% тестовых изображений. Начальная скорость обучения составляет 0,001, количество эпох – 50. В качестве методов оптимизации использованы ADAM и градиентный спуск (SGM) для сравнения производительности (табл. 4).

Проверка модели в реальном времени проводилась на изображениях двух классов (маска и отсутствие маски). Результаты показали, что SGM достигает меньших затрат времени на обучение по сравнению с ADAM. Первый сверточный слой модели включает слой BN и слой активации h-переключателя. Средняя часть содержит сверточные слои (MB) с узкими местами и SE-структуры сжатия и возбуждения, что уменьшает общий объем вычислений. MobileNet V3 использует больше параметров из-за модуля SE, однако это компенсируется улучшенной точностью и скоростью. SE и h-swish слегка замедляют работу сети, добавляя некоторые задержки, однако это приемлемо ввиду повышения точности. H-swish используются на более глубоких уровнях, где тензоры меньше, что снижает задержку. Использование стандартного

SSDLite-MobileNet V2 расширяет последнюю свертку 1x1 с глубины 320 до 1280, что неактуально для текущей задачи с двумя классами (рис. 3).

Сравнение метрик эффективности архитектур MobileNet V2 и V3

Для оценки эффективности архитектур MobileNet V2 и V3 в распознавании медицинских масок использованы данные, показывающие улучшения в производительности MobileNet V3 (табл. 5).

Использование HardSwish и модуля SE улучшает точность и полноту, общий F1-Score также высок. MobileNet V3 демонстрирует значительное увеличение скорости распознавания благодаря новым разделимым по глубине сверткам и уменьшению числа параметров.

На устройстве Google Pixel MobileNet V3 обеспечивает 1,5-кратное ускорение задач классификации изображений по сравнению с MobileNet V2. На Samsung Galaxy S10 MobileNet V3 ускоряет задачи обнаружения объектов в 2,5 раза.

Таблицы путаницы для MobileNet V3 показывают точность ~99% на тестовом наборе данных.

Таблица 5

Метрики производительности моделей

Модель	Категории	precision	recall	f1-score	Support
MobileNet V2	С маской	0,96	0,98	0,98	882
	Без маски	0,98	0,99	0,99	722
MobileNet V3	С маской	0,97	0,99	0,98	882
	Без маски	0,99	0,99	0,99	722

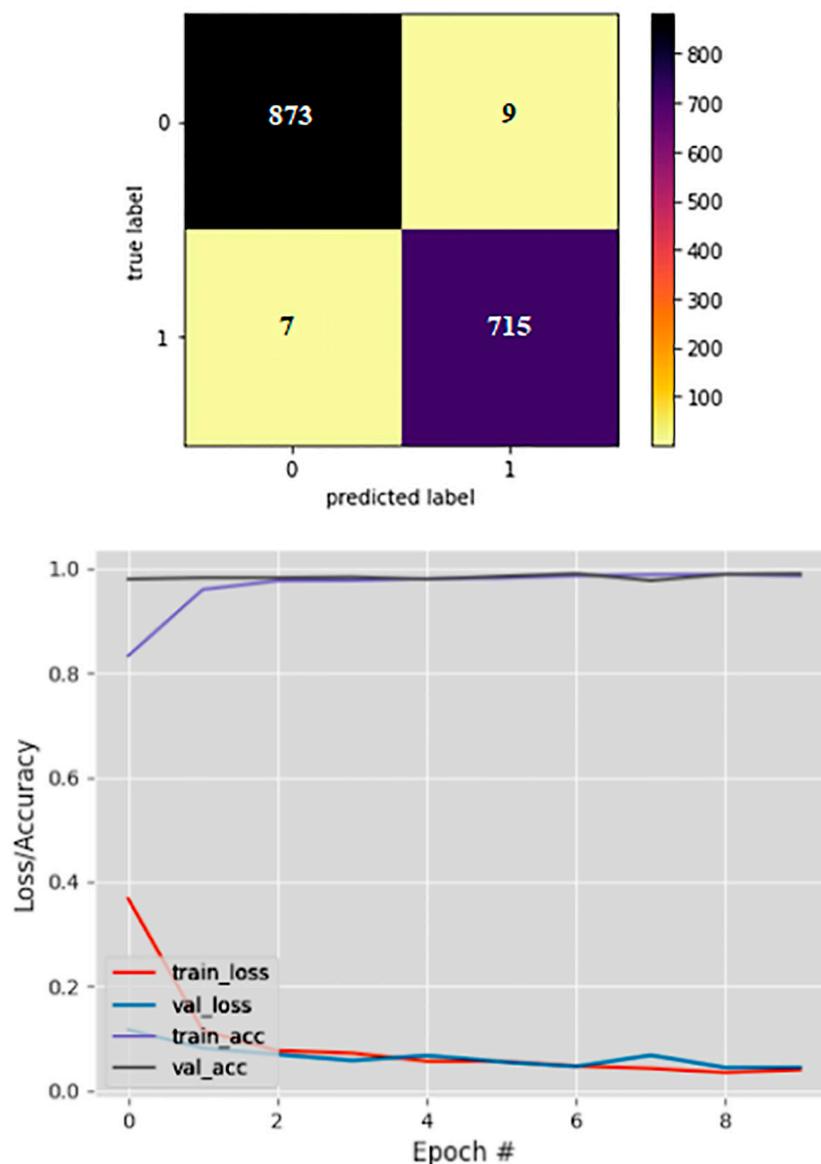


Рис. 4. Матрица путаницы и график модели потерь

Если точность высока, а потери невелики, то модель допускает небольшие ошибки только в некоторых данных (рис. 4), но при этом наблюдаются признаки переобучения: потери при проверке ниже, чем при обучении.

Для обнаружения защитных строительных масок в потоковом видео была использована архитектура OpenCV DNN вместе с предварительно обученной моделью MobileNet SSD V3 на основе каскадного классификатора для получения высокопроизводительных результатов. Оценку f1 используют в тех случаях, когда нужно иметь как хорошую точность, так и хорошую отзывчивость. Это указывает на то, что использование оценки f1 существенно, когда

есть заинтересованность в получении наибольшего количества истинных положительных результатов, и при этом мы хотим быть более уверенными, что текущий прогноз верен.

Заключение

Целью исследования был анализ эффективности по распознаванию защитных строительных масок на лице работника в потоковом видео. В процессе обучения и проверки детектора в контролируемом состоянии был использован набор данных на основе общедоступного набора данных с лицами в масках и без них. Кроме того, в экспериментах были изучены такие показатели производительности, как средняя оценка частоты про-

махов по логарифму. На тестовом наборе получена точность ~99%, при этом можно наблюдать, что есть небольшие признаки переобучения, при этом оптимизатор Adam показал потери при проверке ниже (0,3113), чем у SGM (0,3847). При этом полученные результаты показывают, что предлагаемая модельная схема OpenCV DNN + MobileNet SSD V3 с предварительно обученной convolutional нейронной сетью (kCNN) для обнаружения лица в защитной строительной маске является эффективной моделью для обнаружения лица в защитной строительной маске. MobileNet V3 представляет собой значительное улучшение по сравнению с MobileNet V2, предлагая лучшую точность и скорость благодаря новым архитектурным решениям и оптимизациям. Эти улучшения делают MobileNet V3 предпочтительным выбором для мобильных и встроенных приложений, требующих высокой производительности и эффективности. Объединение в единую пространственную пирамиду (LR-ASP) позволяет достичь новых результатов в области мобильной классификации, обнаружения и сегментации. MobileNet V3-Large на 3,2% точнее в классификации ImageNet при одновременном снижении задержки на 20% по сравнению с MobileNet V2 и работает на 25% быстрее, чем MobileNet V2 R-ASPP, при аналогичной точности сегментации.

В целом задачи исследования решены, полученные результаты подтверждают эффективность предлагаемой модели для обнаружения защитных строительных масок в потоковом видео, и можно надеяться, что она будет полезна для различных приложений в области строительства и безопасности труда.

Список литературы

1. Adegun A.A., Viriri S., Tapamo J.R. Review of deep learning methods for remote sensing satellite images classification: experimental survey and comparative analysis // *Journal of Big Data*. 2023. Vol. 10, Is. 1. P. 93–97.
2. He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep Residual Learning for Image Recognition // *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*. 2016. P. 770–778. DOI: 10.1109/CVPR.2016.90.
3. Глубокое обучение с подкреплением: теория и практика на языке Python // *Системный администратор*. 2021. № 12 (229). С. 72–94.
4. Моделирование нейронных сетей в пакетах Keras и Tensorflow: методические указания к лабораторным работам / Сост. С.М. Наместников. Ульяновск: УлГТУ, 2021. С. 1–14.
5. Ren S., He K., Girshick R., Sun J. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks // *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 2017. Vol. 39, Is. 6. P. 1137–1149.
6. Rusakovsky J. et al. Imagenet large scale visual recognition challenge // *International Journal of Computer Vision*. 2015. Vol. 115, Is. 3. P. 211–252.
7. Sinha D. Thin MobileNet: An Enhanced MobileNet Architecture // *IEEE 10th Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference*. 2019. P. 0280–0285.
8. Русанова Е.Г. Обзор методов классификации эмоций человека для задач распознавания эмоций // *Политехнический молодежный журнал*. 2022. № 8. С. 8–10.
9. Горяев В.М., Басангова Е.О. Исследование производительности различных моделей машинного обучения при неинвазивном измерении артериального давления на основе сигналов PPG и ЭКГ // *Вестник Башкирского университета*. 2023. № 1. С. 36–44.
10. Construction site Safety Image Dataset. [Электронный ресурс]. URL: <https://agie.ai/datasetdetails/construction-safety-object-detection> (дата обращения: 21.07.2024).
11. Goryaev V.M., Basangova E.O. et al. Forecasting steppe fires using remote sensing data of time series // *IOP Conference Series: MSE*. Vol. 1047, Is. 1. 2021. P. 12092–12098.
12. Goryaev V.M. et al. Development of a statistical forecast model to improve accuracy based on statistical analysis of weather historical data for the Kalmyk region // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. Vol. 350. P. 012058–012064.
13. Dumoulin J., Houshmand P., Jain V., Verhelst M. Enabling Efficient Hardware Acceleration of Hybrid Vision Transformer (ViT) Networks at the Edge // *IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS)*. 2024. P. 1–5.
14. Goryaev V.M., Uchurova E.O., Basangova E.O., Bembitov D.B., Miloshenko A.P. Analysis of digital filters for preprocessing biomedical signals from ECG apparatus // *AIP Conference (MIST: Aerospace-IV)*. AIP publishing, 2023. Vol. 2700. P. 050037–050043. DOI: 10.1063/5.0125057.

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 629.052.3

DOI 10.17513/snt.40150

**ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ В ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ****¹Сунь Х., ¹Чжуан С., ²Костров А.А.**¹*ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова», Санкт-Петербург;*²*ФГБОУ ВО «Челябинский институт путей сообщения», филиал
ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения»,
Челябинск, e-mail: akostrov@usurt.ru*

Цель исследования – обобщение информации о существующих системах технического зрения, классификация их по различным параметрам, изучение применяемых в системах датчиков, их принципа действия, преимуществ и недостатков. Появление новейших алгоритмов обработки видеосигнала, полученного с датчиков, установленных на транспортных средствах и элементах инфраструктуры, а также совершенствование элементной базы современных датчиков привело к развитию беспилотных технологий и возможности использования систем технического зрения на транспорте. Статья классифицирует существующие системы технического зрения и обобщает их структуру, принцип действия, преимущества и недостатки. В зависимости от места установки рассматриваются датчики, расположенные на подвижном составе, на инфраструктуре транспорта и на экипировке работников. Приводятся примеры установки, порядок работы и назначение различных систем технического зрения, а также порядок установки датчиков в зависимости от цели и необходимой дальности обнаружения препятствия. Рассматриваются преимущества и недостатки в работе радаров, лидаров, видеокамер и стереокамер. Только совместное использование нескольких видов датчиков позволяет компенсировать недостатки, проявляющиеся при использовании каждого из них по отдельности. Тем самым обеспечивается наилучшее качество получаемого сигнала с возможностью передавать управляющие воздействия после его обработки. Так, в зависимости от разметки дорожного полотна, система осуществляет управление рулевым механизмом, а возникшее препятствие в пути приводит к уменьшению скорости или остановке транспортного средства.

Ключевые слова: системы технического зрения, камера, датчик, лидар, радар**AN OVERVIEW OF MODERN VISION SYSTEMS USED
IN THE TRANSPORT INDUSTRY****¹Sun Kh., ¹Zhuang S., ²Kostrov A.A.**¹*Baltic State Technical University “Voenmeh” D.F. Ustinov, Saint Petersburg;*²*Chelyabinsk Institute of Railway – branch of Ural State University
of Railway Transport, Chelyabinsk, e-mail: akostrov@list.ru*

The purpose of the work is to summarize the existing vision systems, classifying them according to various parameters, to consider the sensors used in the systems, their principle of operation, advantages and disadvantages. The emergence of the latest algorithms for processing video signals received from sensors installed on vehicles and infrastructure elements, as well as the improvement of the element base of modern sensors, led to the development of unmanned technologies and the possibility of using vision systems in transport. The article classifies the existing vision systems and summarizes their structure, principle of operation, advantages and disadvantages. Depending on the installation location, sensors located on rolling stock, on transport infrastructure and on employee equipment are considered. Examples of installation, operation and purpose of various vision systems are given, as well as the procedure for installing sensors depending on the target and the required obstacle detection range. The advantages and disadvantages of radars, lidars, video cameras and stereo cameras are considered. Only the combined use of several types of sensors makes it possible to compensate for the disadvantages that manifest themselves when using each of them separately. This ensures the best quality of the received signal with the ability to transmit control actions after its processing. So, depending on the marking of the roadway, the system controls the steering mechanism, and an obstacle in the way leads to a decrease in speed or a stop of the vehicle.

Keywords: vision systems, camera, sensor, lidar, radar**Введение**

Активное развитие искусственного интеллекта, нейросетей, а также систем беспилотного вождения транспортных средств невозможно без активного развития систем технического зрения (СТЗ) и внедрения их как в конструкцию транспортных средств,

так и в транспортную инфраструктуру. Россия не является первопроходцем во внедрении таких систем, они активно используются в транспортных комплексах иностранных государств [1]. В долгосрочной перспективе системы технического зрения станут неотъемлемым узлом в составе интеллекту-

альных роботизированных транспортных средств. Их задачей является обеспечение безопасности движения, снижение напряженности транспортного трафика и уменьшение вероятности аварийных ситуаций. А создание цифровых двойников объектов инфраструктуры и подвижного состава позволяет перейти к ремонту «по состоянию», с учетом сбора большого объема данных [2].

Цель обзора – обобщение информации о существующих системах технического зрения, классификация их по различным параметрам, рассмотрение применяемых в системах датчиков, их принципа действия, преимуществ и недостатков, а также анализ места установки датчиков и направления их видимости с целью выбора оптимальных СТЗ для различных видов транспорта.

Материалы и методы исследования

В качестве предметов исследования рассматриваются места установки и различные типы датчиков технического зрения. В процессе подготовки обзора было проанализировано более 30 материалов (статей, патентов, презентаций, законов и подзаконных актов), вышедших в 2007–2024 гг., 15 из которых легли в основу данного обзора. В результате были определены наиболее часто применяемые типы датчиков, рассмотрены места их установки. По результатам обзора сделан вывод о необходимости использования одновременно нескольких типов датчиков для более точного обнаружения объектов.

Результаты исследования и их обсуждение

Системы технического зрения можно классифицировать по множеству критериев. Основными из них являются:

- место установки;
- направленность камеры;
- принцип работы;
- дальность видимости.

По месту установки камеры СТЗ можно подразделять на три вида: системы, расположенные на транспортном средстве (передвижная), на транспортной инфраструктуре (статическая) и закрепленная на униформе работника транспортного комплекса (мобильная). Оптимальное место установки напрямую зависит от тех задач, которые предстоит выполнять данной СТЗ и определяется в совокупности с направленностью камеры. На основе систем технического зрения можно реализовать мониторинг транспортной инфраструктуры, контроль соблюдения мер транспортной безопасности, выявление препятствий и контроль исправности транспортных средств [3].

При установке камеры на транспортное средство она, как правило, направлена на инфраструктуру для выявления препятствий, мешающих движению подвижной единицы. Такие СТЗ применяются в беспилотных системах управления транспортными средствами. Они могут не только выявлять препятствия для движения и останавливать транспортное средство, но и определять расстояния до препятствия и контролировать разметку на автодороге для реализации управляющих воздействий на рулевую и тормозную системы автомобиля. Аналогичные системы применяются для беспилотного вождения скоростных поездов. Применение таких систем технического зрения является оправданным, когда дальность определения препятствия и скорость реакции системы превышает показатели водителя-оператора транспортного средства. При этом наиболее сложными условиями эксплуатации таких систем являются негативные погодные явления (дождь, туман, метель), а также темное время суток. Именно в этих условиях системы технического зрения многократно превосходят возможности человека [4].

Вторая категория камер, устанавливаемых на транспортных средствах, это камеры, направленные на наиболее ответственные элементы, узлы и агрегаты транспортного средства (как правило, механические). Задачей данной СТЗ является выявление предотказного состояния узла ТС и передача информации об этом оператору или в систему верхнего уровня. Сюда можно отнести камеры, направленные на силовые агрегаты (двигатели, генераторы) локомотивов, токоприемники высокоскоростных поездов, якорные системы на судах.

Системы технического зрения с направлением камеры на оператора-водителя транспортного средства необходимы для выявления нетипичного состояния оператора транспортного средства, в том числе для исключения работы в состоянии алкогольного, наркотического опьянения, а также выявления проблем со здоровьем которые могут отрицательно сказаться на безопасности движения. Системы контролируют состояние водителя на междугородних автобусах, выявляя преддремотное состояние водителя. Аналогичные системы используются для контроля водителей в России и крупных европейских городах [5]. Система контроля Ctrl@Vision 50 осуществляет проверки психоэмоционального состояния машинистов на железнодорожном транспорте.

Системы технического зрения, расположенные на объектах транспортной инфраструктуры, могут быть направлены на транс-

портные средства или на другие элементы инфраструктуры, в том числе на элементы инфраструктуры, не попадающие в поле зрения из-за особенностей профиля трассы или наличия искусственных сооружений в зоне видимости оператора транспортного средства [6].

Считывание номеров подвижных единиц, контроль их исправного состояния, определение отрицательной динамики – вот лишь малая часть функций, реализуемых системами технического зрения. Например, считывание номеров автомобилей при заходе их на платные участки трасс или на территорию определенных объектов (аэропортов, вокзалов и т.д.). Аналогично считываются номера вагонов, определяются их ходовые качества и исправность при прибытии поезда на крупные железнодорожные станции для оптимизации технологических процессов обработки вагонов на этих станциях [7].

При контроле искусственных сооружений СТЗ осуществляет мониторинг состояния этих объектов, например деформацию дорожного полотна (железнодорожного пути), и определяет возможность проследования по ним транспортных средств, а также контролирует неблагоприятные явления, которые могут нести угрозу безопасности движения (сход лавин, камнепадов, селей в гористой местности).

Кроме того, в автоматизированном режиме может контролироваться наличие посторонних людей в зоне транспортной безопасности с выдачей громкоговорящего голосового оповещения о необходимости покинуть зону ТБ и передачей видеоинформации силам транспортной безопасности для устранения нарушений в соответствии с федеральным законом 16-ФЗ «О транспортной безопасности» [8].

Мобильная система технического зрения – камера, закрепленная на униформе или головном уборе работника транспортной отрасли, она позволяет зафиксировать факт нарушения безопасности движения или факт брака при производстве технологического процесса. Контрольный кадр с необходимой информацией можно сохранить и отправить для фиксации факта с указанием даты, времени, местоположения работника и названием производимой технологической операции. Это придает фиксации нарушения юридическую силу и в дальнейшем может использоваться в процессе разбирательства [9].

Дальность видимости СТЗ напрямую зависит от применяемых в качестве датчиков устройств – приемников сигнала. Для определения необходимого для системы технического зрения оборудования не-

обходимо определиться с тем, какая дальность видимости необходима для конкретной СТЗ. Так, для систем с высокой дальностью видимости оптимальным является использование камер с высоким фокусным расстоянием. Для средней зоны видимости оптимальным является применение камер в сочетании с тепловизорами, а для ближней зоны наилучшим будет применение видеокamer и датчиков – лидаров.

На эффективность работы систем технического зрения оказывают влияние множество факторов: уровень освещенности, погодные условия, угол обзора (для СТЗ беспилотных автомобилей он должен составлять 360°) и время реакции, которое не должно быть больше, чем у водителя транспортного средства.

При этом основными элементами, осуществляющими детектирование, являются следующие виды датчиков: лидары, радары, стереокамеры.

LiDAR – технология определения расстояния до объекта при помощи использования лазерных импульсов. Принципом работы данного устройства является посылка лазерного импульса в направлении цели, который будет отражаться от ее поверхности. Отраженный луч обнаруживается датчиком лидара. Измеряя время, затраченное на преодоление расстояния до препятствия и обратно, делается вывод о расстоянии от лидара до препятствия.

Компонентами технологии LiDAR являются: лазер, который вырабатывает импульсный луч; сканер, который направляет этот луч в область интереса (пространство перед подвижной единицей). Оптический элемент, который собирает отраженный свет на детекторе для дальнейшего его преобразования в электрический сигнал, а также расчета расстояния и создания 3D-модели объекта.

Преимуществом технологии LiDAR является высокая точность и разрешение, работа в условиях низкой освещенности, получение трехмерных данных, широкий диапазон применения. Недостатки: высокая стоимость, чувствительность к погодным условиям (туман, дождь), ограниченный диапазон обнаружения для небольших или темных объектов.

Радар – система радиолокации и определения дальности с использованием радиоволн для определения местоположения, скорости и других характеристик объектов. Принципом работы данного устройства является излучение радиоволны при помощи направленной передающей антенны в определенном направлении. Отраженный от препятствия луч возвращается к радару.

ру и воспринимается приемной антенной. Анализируя принятый сигнал, радар может определять целый ряд показателей:

- дальность до препятствия по времени от момента излучения сигнала до момента его возвращения;
- скорость движения препятствия по изменению частоты отраженного сигнала;
- размер и форму препятствия по интенсивности и форме отраженного сигнала.

Основным преимуществом радаров является возможность «видеть» сквозь непрозрачные среды (туман, дождь, снег), работа в любое время суток, при любой освещенности, возможность измерения дальности, скорости и направления движения. При этом радар имеет ограниченную точность определения формы и размера объектов, высокую стоимость, сложность обработки сигнала в условиях помех [10].

Видеокамеры и стереокамеры выступают в качестве «глаз», которые позволяют воспринимать окружающую среду. Принцип действия того и другого типа камер схож, однако есть и различия в их функционале. Видеокамеры захватывают изображение в режиме реального времени, передавая его на процессор для анализа. Могут использоваться монокулярные (стандартные) и широкоугольные камеры. Широкоугольные обеспечивают более полное представление об окружающей обстановке, но с меньшей детализацией удаленных объектов. Основные задачи: распознавание объектов, выявление пешеходов, сигнальных и дорожных знаков, показаний светофоров, других транспортных средств, разметки и препятствий. Сопоставив получаемое изображение с картами и данными GPS, добавляется функция определения координат местоположения транспортного средства с привязкой к кадру изображения. Анализ изменений в видеопотоке, совмещенный с изменением координат GPS, может применяться для определения скорости движения окружающих объектов и собственной скорости.

В стереокамерах используются две или более камеры, расположенные на небольшом расстоянии друг от друга, подобно человеческим глазам. Анализируя различия между изображениями, получаемыми каждой камерой, система вычисляет глубину и создает трехмерную модель пространства. Применение такого типа камер позволяет не только выявлять элементы дорожной инфраструктуры (дорожные знаки, разметка), но и определять расстояние до этих объектов [11].

Видеокамеры и стереокамеры, как правило, используются совместно для достижения максимальной эффективности. Видеокамеры обеспечивают широкий угол

обзора и высокую частоту кадров, позволяя быстро реагировать на изменения в дорожной ситуации, а стереокамеры предоставляют точную информацию о глубине, что важно для маневрирования, безопасного обгона и объезда препятствий.

Для обработки данных с камер используются алгоритмы компьютерного зрения и искусственного интеллекта. Качество работы системы зависит от разрешения камер, скорости обработки данных, точности алгоритмов и погодных условий. Основной целью применения систем технического зрения на транспорте является увеличение безопасности движения и уменьшение человеческого фактора, наряду с оптимизацией численности обслуживающего персонала и водителей-операторов транспортных средств. Так, в зависимости от разметки дорожного полотна, система осуществляет управление рулевым механизмом, а возникшее препятствие в пути приводит к уменьшению скорости или остановке транспортного средства.

В соответствии с ГОСТ Р 70059 от 2022 г., в зависимости от выполняемых функций, систему управления подвижным составом классифицируют по пяти уровням автоматизации. Нулевой, первый и второй уровни предполагают отсутствие, частичную или условную автоматизацию. На третьем уровне автоматизации оператор находится в кабине управления, но остановку при внезапном возникновении препятствия или при подаче сигнала остановки реализует бортовое оборудование. На четвертом уровне автоматизации водитель-оператор в кабине отсутствует. Таким образом, на третьем и четвертом уровне автоматизации систем предполагается наличие на борту подвижной единицы датчиков, которые бы фиксировали отсутствие препятствий на пути следования транспортного средства [12].

Отдельной категорией систем технического зрения, применяемых на транспорте, являются системы, обеспечивающие транспортную безопасность объекта (под объектом в данном случае подразумевается элемент транспортной инфраструктуры или транспортное средство). Система видеослежения может использоваться для выявления оставленных без присмотра (брошенных) вещей в помещениях железнодорожных вокзалов, автовокзалов, аэропортов или внутри транспортных средств (в вагонах поездов, междугородних автобусах). При помощи распределенных камер видеонаблюдения и систем технического зрения выявляются оставленные в залах ожидания коробки, сумки, пакеты, которые могут являться взрывными устройствами [13].

Для охраны от актов незаконного вмешательства протяженных участков железных дорог применяются системы технического зрения с различными типами датчиков. Они образуют радарно-оптический комплекс, который позволяет обнаруживать посторонних лиц на железнодорожных путях, выявлять направление и скорость их передвижения. Совместное использование видеокамер и тепловизоров позволяет выявить нарушителей с камуфляжем даже в полной темноте. Своевременное выявление нарушителей позволяет заранее информировать (подать сигнал тревоги) подразделение транспортной безопасности, отвечающему за охрану данного участка железной дороги. Данные системы могут использоваться для охраны как однопутных, так и двухпутных участков железных дорог [14, 15].

Данные системы технического зрения позволяют в долгосрочной перспективе уменьшить затраты на охрану протяженных участков железных дорог, исключить человеческий фактор (сговор нарушителей и наблюдающего персонала), а также обеспечить фиксацию всех действий ответственных работников подразделений транспортной безопасности.

Заключение

Современными системами технического зрения оборудуются различные типы подвижных единиц (локомотивы, автомобили), а также инфраструктура транспорта. Различные типы датчиков, устанавливаемые для контроля над транспортными средствами и окружающей ситуацией, обладают как преимуществами, так и недостатками. Использование в качестве датчиков радаров, лидаров, видеокамер и стереокамер позволяет получать наиболее полную информацию о транспортном средстве и окружающей обстановке.

Системы технического зрения на транспорте решают широкий круг задач: слежение за свободностью пути, исправностью систем и механизмов транспортных средств, самочувствием персонала, правильностью выполнения технологических процессов, а также соблюдение требований транспортной безопасности с целью предотвращения актов незаконного вмешательства в работу транспортной отрасли.

Проанализировав достоинства и недостатки различных типов датчиков технического зрения, можно сделать вывод, что только комплексное использование всех видов датчиков на транспортном средстве позволяет в полной мере получать информацию

о наличии препятствий в пути следования для передачи этой информации в систему управления.

Список литературы

1. Пилотный проект цифровизации городской железной дороги Гамбурга // Железные дороги мира. 2021. № 5. С. 67–71.
2. Каспаров И.В., Попель А.А. Направления применения искусственного интеллекта в области железнодорожного транспорта // Актуальные проблемы современного транспорта. 2021. № 4 (7). С. 35–42.
3. Кнышев И.П. Техническое зрение как путь цифровизации технического обслуживания на транспорте // Автоматика, связь, информатика. 2021. № 5. С. 35–37.
4. Мащенко П.Е., Шутилов К.В. Анализ сенсоров систем технического зрения для нужд промышленного железнодорожного транспорта // Вестник Института проблем естественных монополий: Техника железных дорог. 2021. № 1 (53). С. 40–45.
5. Иголкин О.А., Кобак А.А., Илюхина К.В., Краснощек Д.В. Система видеоаналитики для одноплатного компьютера для контроля водителя и управления комплекса «Алкозамок». Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020661672, 29.09.2020. Заявка № 2020660799 от 22.09.2020.
6. Мыльников П.Д., Миронов В.С., Охотников А.Л., Попов П.А. Инфраструктурная система технического зрения обеспечения безопасности движения поездов в области ограниченной видимости. Патент на изобретение RU 2752155 С1, 23.07.2021. Заявка № 2020143190 от 25.12.2020.
7. Хатламаджян А.Е., Лебедев А.И. Интегрированный пост автоматизированного приема и диагностики подвижного состава на сортировочных станциях // Вагоны и вагонное хозяйство. 2019. № 2 (58). С. 9–13.
8. Федеральный закон «О транспортной безопасности» от 09.02.2007 № 16-ФЗ (с изм. и доп.).
9. Тулемисов Т.Т., Кнышев И.П. Система технического зрения в вагонном хозяйстве // Наука и техника транспорта. 2020. № 1. С. 76–79.
10. Акжигитов Р.Р., Политов А.Ю., Судариков К.А. Исследование способов применения компьютерного зрения при моделировании поведения беспилотного автомобиля в виртуальном пространстве // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 28. С. 1025–1038.
11. Жанказиев С.В., Воробьев А.И., Морозов Д.Ю. Технические и технологические особенности автономных транспортных средств // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. 2019. № 3 (82). С. 39–43.
12. «ГОСТ Р 70059-2022. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы управления и контроля железнодорожного транспорта для перевозок пассажиров в пригородном сообщении. Принципы построения и основные функциональные требования» (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 05.04.2022 № 192-СТ).
13. Царькова Е.Г. К вопросу применения искусственных нейронных сетей в системах обеспечения транспортной безопасности // Безопасность. Управление. Искусственный интеллект. 2022. Т. 3, № 3 (3). С. 28–34.
14. Федяев С.Л., Федяев Л.С., Рудниченко В.А. Комплекс охраны протяженных участков однопутной железной дороги. Патент на полезную модель RU 96274 U1, 20.07.2010. Заявка № 2010109223/22 от 15.03.2010.
15. Федяев С.Л., Федяев Л.С., Рудниченко В.А. Комплекс охраны протяженных участков двухпутной железной дороги. Патент на полезную модель RU 96273 U1, 20.07.2010. Заявка № 2010109210/22 от 15.03.2010.

СТАТЬИ

УДК 37.032:378

DOI 10.17513/snt.40151

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЗАИМНОМУ ОБОГАЩЕНИЮ
ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ ФОРМИРОВАНИЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ЦЕННОСТНЫХ ОРИЕНТАЦИЙ
У СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ВУЗОВ В РОССИИ И КИТАЕ****Бао Луси***ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет»,
Екатеринбург, e-mail: 416180930@qq.com*

В статье предпринята попытка разработать оптимизационные меры по повышению уровня формирования профессионально-ценностных ориентаций у учащихся в российских и китайских педагогических вузах. В опоре на российские и китайские научные теоретические труды было разложено на смысловые компоненты и проанализировано понятие «профессионально-ценностные ориентации» применительно к профессии «педагог», рассмотрены профессиональные ценности педагогических работников. Для определения специфики педагогического процесса формирования профессионально-ценностных ориентаций у студентов-педагогов в России и Китае, а также выявления потенциальных «точек роста» для этого процесса за методологическую основу были взяты два метода: анализ теоретического материала и компаративный анализ. Полученные результаты исследования позволили сформулировать следующие рекомендации для преподавателей, реализующих программу подготовки педагогических кадров в вузах России: 1) внести профессионально-ценностные ориентации как одну из ключевых формируемых у студентов компетенций во ФГОС; 2) использовать диалоговые и рефлексивные формы взаимодействия с учащимися; 3) ввести систему наставничества; а также для педагогического состава китайских вузов: 1) начать работу по формированию профессиональных ценностей с первого курса обучения студентов; 2) сформировать четкий унифицированный государственный стандарт по подготовке педагогов с указанием важности развития профессионально-ценностных ориентаций; 3) ввести активную воспитательную работу и дискуссионную деятельность на занятиях. Следование представленным рекомендациям позволит повысить качество и уровень подготовки студентов в педагогических вузах России и Китая.

Ключевые слова: подготовка педагогических кадров, профессиональные ценности, педагогическая практика, профессионально-ценностные ориентации, компаративный анализ, педагогический вуз

**RECOMMENDATIONS FOR THE MUTUAL ENRICHMENT
OF PEDAGOGICAL PRACTICE IN THE FORMATION
OF PROFESSIONAL AND VALUE ORIENTATIONS AMONG STUDENTS
OF PEDAGOGICAL UNIVERSITIES IN RUSSIA AND CHINA****Bao Luxi***Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg, e-mail: 416180930@qq.com*

The article attempts to develop optimization measures to increase the level of formation of professional and value orientations among students in Russian and Chinese pedagogical universities. Based on Russian and Chinese scientific theoretical works, the concept of «professional value orientations» in relation to the profession of «teacher» was decomposed into semantic components and analyzed, the professional values of teaching staff were considered. To determine the specifics of the pedagogical process of forming professional and value orientations among teaching students in Russia and China, as well as to identify potential «growth points» for this process, two methods were used as a methodological basis: analysis of theoretical material and comparative analysis. The results of the study made it possible to formulate the following recommendations for teachers implementing a training program for teaching staff in Russian universities: 1) to introduce professional and value orientations as one of the key competencies formed by students in the Federal State Educational Standard; 2) use dialogical and reflective forms of interaction with students; 3) introduce a mentoring system, as well as for the teaching staff of Chinese universities: 1) to begin work on the formation of professional values from the first year of students' education; 2) to form a clear unified state standard for teacher training, indicating the importance of developing professional value orientations; 3) to introduce active educational work and discussion activities in the classroom. Following the recommendations presented will improve the quality and level of training of students in pedagogical universities in Russia and China.

Keywords: training of teaching staff, professional value orientations, professional values, pedagogical practice, comparative analysis, pedagogical university

Введение

С развитием общества от преподавателей требуют все более комплексной и разносторонней подготовки. Исходя из сущности педагогической деятельности и ее роли в становлении будущего поколения

специалистов, профессиональные ценности преподавателей и учителей приобретают существенную значимость. Передача профессиональных ценностей осуществляется в период подготовки в высшем учебном заведении, кроме того, в научном сообще-

стве особое место занимает вопрос о необходимости формирования профессионально-ценностных ориентаций (далее – ПЦО) у будущих педагогов как некой психологической надстройки личности, способствующей успешной реализации педагогической деятельности. В российских и китайских вузах процесс формирования ПЦО имеет свои характерные черты и связанные с этим некоторые недостатки, которые можно устранить посредством взаимного обмена между двумя странами педагогической практикой.

Цель исследования: на основе сопоставления педагогической практики по формированию ПЦО будущих педагогических работников в России и Китае разработать рекомендации по взаимному обогащению и оптимизации этого педагогического процесса.

Материалы и методы исследования

Основным материалом данного исследования выступили теоретические труды российских и китайских авторов, раскрывающие сущность ПЦО, профессиональные ценности педагогических кадров, специфику становления ПЦО у российских и китайских студентов.

Для осуществления исследования был использован метод анализа теоретической литературы, который составил его основу. Благодаря методу компаративного анализа были выявлены характерные для российской и китайской педагогических практик формирования ПЦО студентов-педагогов «точки роста», на основе которых были сформулированы рекомендации по обогащению педагогической практики по формированию ПЦО у студентов педагогических вузов в России и Китае.

Результаты исследования и их обсуждение

В современном научном сообществе тема ПЦО является одной из новых и малоизученных, в связи с этим у различных исследователей встречаются самые разнообразные определения этого термина. Если рассматривать термин «профессионально-ценностные ориентации» с точки зрения морфологии, то можно выделить два ключевых смыслообразующих компонента: ценности и ориентации, которые относятся к конкретной профессиональной области.

Понятие «ценности» имеет значительный спектр определений, которые варьируются в зависимости от различных научных областей и точек зрения. В педагогике «ценность» определяется как «идеал, принятый личностью, как значимое для нее явление, понятие, установка» [1, с. 3].

Ценности можно классифицировать по признаку самоценности на внешние и внутренние. Внутренние являются ценными сами по себе, а внешние, или инструментальные, ценны как средства достижения чего-то. В связи с этим ценности воплощают в себе некую исходную установку, при опоре на которую человек регулирует свое поведение, и сам механизм оценки выбранной модели поведения. Так, ценности личности выполняют побудительную, регуляторную и ориентационную функции [2].

В свою очередь, ценностные ориентации – это определенные регулирующие деятельность индивидуальные стимулы, благодаря которым индивид может в зависимости от степени значимости выстроить иерархию объектов своей жизни или ее конкретной области [3].

Другими словами, ценности являются эффективным педагогическим средством и средством формирования траектории личностного развития. А «ценностные ориентации отражают цели и идеалы, характеризуют потребности и интересы индивида» [2, с. 5].

Каждая профессия представляет собой определенную узкую научную сферу и требует от профессионала владения арсеналом профессиональных ценностных ориентаций, или профессионально-ценностных ориентаций, которые рассматриваются как набор идеалов и установок, необходимых для реализации той или иной профессиональной деятельности.

Под ПЦО Н.А. Самойлик понимает «отраженную в сознании человека систему представлений, характеризующую отношение к профессиональной деятельности как психологически и социально значимой» [4, с. 194].

По мнению А.А. Печерской, ПЦО включают три компонента: когнитивный, который придает значение деятельности; аффективный (эмоциональный), подразумевающий желание осуществлять деятельность, и конативный, отвечающий за актуализацию вложенного в деятельность смысла. Она также отмечает, что осознание ПЦО «является своеобразным когнитивным, информационно-концептуальным фундаментом профессиональной деятельности педагога, отражает все многообразие такого понятия, как профессия учителя, понимание содержания и сути» [5]. В связи с этим работа над формированием ПЦО у студентов-педагогов является одной из ключевых в процессе их обучения в вузе.

Н.А. Самойлик в своем труде рассмотрела ПЦО через призму когнитивного, эмоционального и поведенческого компонентов. Основу последнего в ее понимании

«составляет экстериоризация ценностей профессии в повседневную деятельность и общение человека» [4, с. 194].

М.Э. Гузиз классифицировала профессиональные ценности на десять групп: профессионализм, возможность влияния на людей, независимость, стабильность, альтруизм, преодоление трудностей, совмещение работы и семейной жизни, карьерный рост, профессиональная мотивация [6, с. 35–36].

В.Е. Сергеева представила в своем исследовании следующие четыре группы ценностей педагогической деятельности: передающие отношение педагога к труду (знания, достоинство, нравственность и т.д.); раскрывающие отношение к обучаемым (уважение, умение сотрудничать, любовь к детям и т.д.); представляющие значимые качества личности педагога (гуманизм, объективность, эмпатия, толерантность и т.д.); раскрывающие стиль общения педагога с другими субъектами педагогического процесса (диалогическое мышление, умение взаимодействовать и сотрудничать, способность соотносить свои цели и действия с целями и действиями учащихся и др.) [7, с. 42].

Формирование ПЦО у студентов-педагогов представляется комплексным, многосторонним процессом. Обратимся к его особенностям в педагогических вузах России и Китая.

Важно отметить, что если «в России существует четкий регламент по подготовке педагогических кадров, закрепленный в Федеральном государственном образовательном стандарте (ФГОС) 2013 г. и Концепции подготовки педагогических кадров для системы образования на период до 2030 года» [8, с. 133], то в китайской системе высшего образования не существует единого стандарта, поэтому каждый вуз разрабатывает свои программы для каждой специальности.

Студенты, поступившие на первый курс, не всегда имеют полное представление о своей будущей профессиональной деятельности, в связи с этим вуз должен обеспечить эту осведомленность. В российской практике студентов знакомят с профессией педагога в рамках дисциплин психолого-педагогического цикла с самого начала обучения. Не меньшее место в развитии ПЦО занимает воспитательная деятельность, которая подразумевает воздействие на личность обучаемых, их ценности, интересы, мастерство в рамках аудиторных и внеурочных занятий, например на научных конференциях, студенческих конкурсах, волонтерских кружках и т.п.

В китайской системе образования передача профессиональных, этических, со-

циальных, идеологических и других ценностей учащимся представляется одной из важнейших целей обучения, что обусловлено спецификой политического строя страны. Поэтому еще с начальной школы детям начинают передавать различные ценности. Что касается системы высшего образования, то формирование ПЦО начинается со второго курса обучения в рамках психолого-педагогического дисциплин [9]. Важное место в китайской практике формирования ПЦО занимает наставничество, где студенты более старших курсов или магистры ведут беседы с младшими студентами и рассказывают им об особенностях их будущей профессиональной деятельности [10].

Ключевым элементом в структуре формирования ПЦО студентов-педагогов как в России, так и в Китае традиционно является педагогическая практика, благодаря которой они могут не только применить полученные теоретические знания на практике, но и понять важность и цель их профессиональной деятельности.

Итак, сравнивая процесс формирования ПЦО студентов – будущих педагогов в российской и китайской практиках, можно сделать вывод, что в России ему присущи следующие черты: начало с первого курса, опора на четкий государственный стандарт, большая роль воспитательной деятельности; китайскому процессу свойственны такие черты, как отсутствие государственного регламента, начало со второго курса, существенное место системы наставничества, идеологизированное обучение, узкое применение воспитательной работы. В целом, общим между двумя практиками являются использование в качестве фундамента психолого-педагогических дисциплин, приверженность к применению производственных практик, осознание важности передачи обучаемым профессиональных ценностей.

По мнению Г.В. Акопова, при обучении в вузе процесс профессионального самоопределения имеет несколько «точек роста»: «сразу после поступления в вуз, производственная практика и поступление на работу» [11, с. 123]. Таким образом, формирование ПЦО следует начинать именно с первого года обучения. В связи с этим для китайских вузов одной из важнейших рекомендаций является начало введения педагогической практики по формированию ПЦО не со второго курса, а с первого.

Положительно на процесс формирования ПЦО в китайских вузах может повлиять разработка единого государственного стандарта по подготовке педагогов в вузах. Так обучение может стать более унифицированным, а формирование ПЦО будет од-

ним из ключевых требований к учебному процессу. Такое же повышение значимости формирования ПЦО и его закрепление во ФГОС могут оказать положительный эффект на комплексную подготовку будущих педагогов в России.

В своей работе О.А. Сидоренко провела исследование уровня сформированности ПЦО студентов-педагогов первого курса и выяснила, что многие студенты не только не понимают сущности их будущей профессиональной деятельности, но и не испытывают связанных с нею положительных эмоций. Исследователь для успешного формирования ПЦО отмечает высокую «значимость эмоционального переживания осваиваемых ценностей» [12, с. 96].

«Для формирования эмоционального отношения к профессионально-ценностным ориентациям, характерным для педагогических работников, необходимо использовать такие формы работы, которые будут способствовать присвоению полученного знания и принятию его как своего, например диалоговую. Также необходимо включение студентов в имитационное моделирование, обеспечивающее экстеризацию принятых ценностей в деятельности и общении» [12, с. 103]. Так, вторая рекомендация – использование диалоговой формы работы на лекциях, семинарах и практических занятиях.

Воспитательную работу со студентами, имеющую большое значение в России, необходимо так же активно реализовывать в процессе обучения студентов вузов Китая.

Участие в конкурсном движении для студентов будет способствовать актуализации знаний профессионально-ценностных ориентаций педагогических работников, раскрытию эмоционального отношения к ценностям и проявлению их в деятельности. Эмоциональное и деятельностное отношение будет проявляться в выборе тех или иных конкурсов в соответствии с близкой для студентов тематикой.

Работа студентов вузов в самоуправлении и студенческих советах, а также участие в деятельности студенческих педагогических отрядов будут способствовать становлению и укреплению ценностных ориентаций педагога. На основании полученных в ходе лекционных и практических учебных занятий знаний студенты также проявляют свое эмоциональное отношение к данным ценностям и используют их в своей педагогической деятельности при работе с детьми в качестве организаторов воспитательно-образовательных мероприятий и в вожатской деятельности. Через систему работы самоуправления и студенческих

педагогических отрядов обучающимся вузов дается «возможность деятельностного апробирования ценностей педагогической деятельности, накопления опыта владения гуманистически ориентированными техниками и приемами; расширения спектра поведенческих реакций» [12, с. 97].

В системе обучения Китая одними из продуктивных способов формирования профессионально-педагогических ценностей являются система наставничества магистрантов над студентами-бакалаврами, а также встречи с руководителями образовательных организаций и педагогическими работниками школ, дошкольных организаций. Для российских студентов «такой вид взаимодействия не является распространенным, но включение его в образовательную деятельность будет повышать эффективность формирования ценностных ориентаций» [8, с. 135].

Система работы магистрантов с бакалаврами является методом обучения «равный равному». Часто знаниям, полученным от «своего», равного по статусу, человек доверяет больше, чем формальным знаниям. А энтузиазм «учителя» передается ученику и мотивирует его использовать эти знания.

Общение с профессиональными педагогами и участие в мастер-классах благоприятно влияют на формирование ПЦО студентов педагогических вузов. Мастер-классы часто включают решение реальных задач, что развивает критическое мышление и практические навыки студентов. Общение с опытными педагогами может послужить вдохновению студентов и помочь им составить представление о том, каким педагогом они хотят стать, а также способствует формированию профессиональной идентичности. Профессионалы могут делиться примерами, как их работа влияет на общество, что помогает развитию у студентов социальной ответственности. В целом, такие взаимодействия студентов с профессиональными педагогами в России и Китае могут существенно обогатить образовательный процесс и послужить фундаментом для более глубокого понимания профессии педагога и осознания ее значимости для будущего поколения, что, в свою очередь, формирует устойчивые ПЦО у студентов.

Ч. Ши выделяет еще одно важно препятствие на пути к формированию ПЦО в китайских вузах: проблема самоидентификации и обусловленное ею непонимание ответственности профессии педагога. Педагог, осознающий свои ценности и убеждения, будет более эффективно передавать их своим ученикам, формируя у них аналогичные ориентиры. Кроме того, понимание

роли педагога как наставника и воспитателя способствует более осознанному подходу к образовательному процессу. Поэтому Ч. Ши отмечает, что регулярная рефлексия о своей практике помогает педагогам осознавать последствия своих действий. В китайских вузах сложился такой тип взаимодействия преподавателя со студентами, при котором студентам пассивно передаются знания педагога, что не предоставляет возможностей для рефлексии. В связи с этим она рекомендует после практических занятий организовывать обсуждение в группах о том, какими качествами должен обладать педагог, что студентам удалось сформировать в себе и т.д. [13]. Автор считает, что внедрение таких дискуссионных групп на практических занятиях в российских учебных заведениях может послужить благоприятным средством формирования ПЦО у будущих педагогов.

Таким образом, по результатам компаративного анализа автор предлагает следующие рекомендации по формированию ПЦО учащихся:

1) начало работы по формированию ПЦО у студентов китайских педагогических вузов с первого курса;

2) закрепление ПЦО как одной из ключевых компетенций, формируемых в процессе обучения, в государственных образовательных стандартах России и Китая;

3) применение диалоговых форм работы, имитационного моделирования и рефлексии на лекционных, семинарских практических занятиях;

4) ведение активной воспитательной работы, способствующей реализации эмоционального компонента в ПЦО;

5) использование системы наставничества с применением метода «равный равному»;

6) общение с профессиональными заслуженными педагогами и участие в мастер-классах;

7) введение дискуссионных групп на практических занятиях.

Перечисленные меры могут оказать положительный эффект на формирование ПЦО у российских и китайских студентов педагогических специальностей.

Заключение

В современной подготовке будущих педагогических кадров все большую значимость приобретают формированию профессионально-ценностных ориентаций, которые представляют собой некую психологическую надстройку личности, регулирующую его профессиональную деятельность. Поскольку профессия педагога имеет высокую социальную значимость, в период своей

подготовки будущие педагогические работники должны освоить весь широкий спектр профессиональных ценностей, которые послужат фундаментом их успешной будущей деятельности.

Российской и китайской педагогической практике формирования профессионально-ценностных ориентаций студентов-педагогов свойственны свои специфические черты, а также «точки роста». В связи с этим крайне важно осуществлять взаимный обмен этой педагогической практикой, что позволит обеим странам готовить профессионалов более высокого уровня.

Список литературы

1. Аль-Янаи Е.К. Сущность и генезис понятий «ценность», «ценностные ориентации», «ценностное отношение» в педагогике // Мир науки. Педагогика и психология. 2020. № 4. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/59PDMN420.pdf> (дата обращения: 16.06.2024).
2. Захарова Л.М., Котлякова Т.А. Ценностно-смысловые ориентиры дошкольного образования (региональный аспект): учебное пособие. Ульяновск: Издатель Качалин Александр Васильевич, 2014. 52 с.
3. Власов Е.В., Осипов Ф.М. Ценностная ориентация личности // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество» (Москва, 2016). М., 2016. Т. 2. С. 221.
4. Самойлик Н.В. Типология и психологическая диагностика профессионально-ценностных ориентаций личности // АНИ: педагогика и психология. 2016. №1(14). С. 193-196.
5. Печерская А.А. Методика исследования профессиональных ценностных ориентаций учителя // Вестник ЮУрГГПУ. 2016. №6. С. 148-154.
6. Гузич, М.Э. Развитие ценностных профессиональных ориентаций студентов // Северный регион: наука, образование, культура. 2016. №1 (33). С. 34-39.
7. Сергеева В.Е. Ценности в контексте профессиональной деятельности педагога // Архивариус. 2017. №4 (19). С. 38-43.
8. Бао Луси, Донгаузер Е.В., Галагузова Ю.Н. Формирование профессионально-ценностных ориентаций студентов педагогических вузов России и Китая: теоретический анализ проблемы // Вестник Шадринского государственного педагогического университета. 2023. № 3(59). С. 159-137.
9. 于漪. 价值观教育的历史回首与当代中国教师的专业发展 [J]. 现代基础教育研究, 2023,51(03):5-8. (Юй И. Исторический обзор ценностного воспитания и профессионального развития современных китайских учителей // Исследование современного базового образования. 2023. № 51(3). С. 5-8).
10. 孔卫. 高职院校教师专业价值观培养方法与途径研究 [J]. 职教通讯, 2015(04):64-66. (Конг Вэй. Исследование методов и методик формирования профессиональных ценностей преподавателей высших профессиональных колледжей // Информационный бюллетень о профессиональном образовании. 2015. № 4. С. 64-66).
11. Акопов Г.В. Социальная психология высшего образования. Самара, 1993. 320 с.
12. Сидоренко О.А. Формирование гуманистической направленности профессионально-ценностных ориентаций студентов педагогического вуза // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева (Вестник КГПУ). 2008. № 1. С. 95-100.
13. 施振莲. 新时代高校教师思想政治工作: 价值、困境与纾解 [J]. 北京科技大学学报 (社会科学版), 2024,40(05):32-38. (Ши Чжэньлиань. Идеологическая и политическая работа преподавателей колледжа в новую эпоху: ценности, дилеммы и облегчение // Журнал Пекинского университета науки и технологий (издание по социальным наукам). 2024. № 40(5). С. 32-38).

УДК 373:37.026.6
DOI 10.17513/snt.40152

ЦИФРОВЫЕ ИНТЕРАКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДЕТСКОМ САДУ ИЛИ КАК ОПРАВДАТЬ РАСТУЩИЕ ОЖИДАНИЯ

^{1,2}Батенова Ю.В.

¹ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет»,
Челябинск, e-mail: batenovauv@cspu.ru;

²ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)», Челябинск

Цели исследования – изучение отношения родителей и педагогов к использованию цифровых интерактивных технологий в образовательном процессе детского сада, а также анализ фактической ситуации цифрового взаимодействия и изучение возможных причин разногласий в ожиданиях родителей и педагогов от эффектов их внедрения. Исследование проводилось на базе детских садов г. Челябинска и Челябинской области, всего в исследовании принял участие 71 человек, из них 57 родителей дошкольников, 14 педагогов (воспитателей и методистов). Для изучения мнений участников образовательного процесса применялись методы: анкетирование, контент-анализ. Анкеты для педагогов и родителей состояли из 5 вопросов, отражающих основные аспекты применения цифровых интерактивных технологий в образовании дошкольников, в частности временные интервалы, преимущества и риски использования, востребованные современным обществом компетенции. Результаты показали, что, несмотря на ограниченное количество вопросов в анкете, существует возможность несоответствия в ожиданиях родителей и педагогов. Однако эти разногласия чаще всего имеют отношение не столько к внедрению цифровых технологий, сколько к образовательным задачам и психологическим аспектам участников. В целом, как среди родителей, так и среди педагогов преобладают нейтральные оценки: они отмечают как положительные, так и отрицательные стороны цифровых интерактивных технологий. Интересные мнения были также получены из открытых ответов на вопросы. Важно найти баланс и использовать технологии в качестве дополнения к традиционным методам обучения, а не как их замену.

Ключевые слова: цифровые интерактивные технологии, дошкольная образовательная организация, родители, педагоги

*Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 23-28-10173,
<https://rscf.ru/project/23-28-10173/>*

DIGITAL INTERACTIVE TECHNOLOGIES IN KINDERGARTEN OR HOW TO MEET GROWING EXPECTATIONS

^{1,2}Batenova Yu.V.

¹South Ural State Humanitarian and Pedagogical University, Chelyabinsk;

²South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk,
e-mail: batenovauv@cspu.ru

The purpose of the work is to study the attitude of parents and teachers to the use of digital interactive technologies in the educational process of kindergarten, as well as to analyze the actual situation of digital interaction and to study possible reasons for differences in the expectations of parents and teachers from the effects of their implementation. The study was conducted on the basis of kindergartens in Chelyabinsk and Chelyabinsk region, a total of 71 people participated in the study, including 57 parents of preschoolers, 14 teachers (educators and methodologists). To study the opinions of the participants of the educational process the following methods were used: questionnaire survey, content analysis. Questionnaires for teachers and parents consisted of 5 questions reflecting the main aspects of the use of digital interactive technologies in the education of preschoolers, in particular, time intervals, advantages and risks of use, competencies demanded by modern society. The results showed that despite the limited number of questions in the questionnaire, there is a possibility of discrepancies in the expectations of parents and teachers. However, these discrepancies most often have less to do with the introduction of digital technologies than with the educational objectives and psychological aspects of the participants. In general, neutral evaluations prevail among both parents and educators: they note both positive and negative aspects of digital interactive technologies. Interesting opinions were also obtained from the open-ended responses to the questions. It is important to find a balance and use technology as a complement to traditional teaching methods, not as a substitute for them.

Keywords: digital interactive technologies, preschool educational organization, parents, teachers

*The study was supported by the Russian Science Foundation grant No. 23-28-10173,
<https://rscf.ru/project/23-28-10173/>*

Введение

Внедрение цифровых информационных технологий в образовательный процесс детского сада сегодня представляет собой нормальное и в какой-то степени желательное

явление, поскольку цифровая трансформация коснулась всех уровней системы образования и, разумеется, не могла обойти и дошкольную ступень. Появление современного информационно-коммуникацион-

ного оборудования в дошкольной образовательной организации (ДОО) поощряется, стимулируется и считается признаком материального благополучия детского учреждения. Однако этот процесс обнаруживает множество противоречивых тенденций, начиная от не востребоваемости цифровых технологий в учебно-воспитательном процессе и заканчивая слишком высокой финансовой ответственностью при эксплуатации данного оборудования и некомпетентностью пользователей.

Безусловно, есть детские сады, которые по объективным причинам лишены возможности внедрения цифровых информационных технологий, но, как показывает региональная статистика, две трети всех ДОО обеспечены данным оборудованием и имеют в своем распоряжении как минимум интерактивную песочницу. Тем не менее, наличие современного информационно-коммуникационного оборудования не всегда гарантирует его эффективное использование. Часто наблюдается, что воспитатели и педагоги не имеют достаточной подготовки для работы с такими технологиями, что приводит к недостаточной интеграции их в образовательный процесс. Появление новых форматов обучения требует переосмысления традиционных методов, и не все учреждения готовы к этим переменам.

Кроме того, высокие затраты на приобретение и обслуживание технологического оборудования могут отвлекать ресурсы от других, не менее важных аспектов образовательного процесса, таких как развитие творческих способностей детей или организация совместной деятельности. Проблемы с финансированием и нехватка квалифицированных кадров создают ощущение неоправданности вложенных инвестиций.

Важно отметить, что применение цифровых технологий в дошкольном образовании можно рассматривать как вспомогательный инструмент. Они способны обогатить процесс обучения и сделать его более интересным. Рассмотрим основные направления исследований, посвященных образовательным возможностям цифровых информационных технологий (ЦИТ), включая влияние цифровых игр на традиционную детскую игру и коммуникацию, а также связанные с ними риски.

О преимуществах и рисках применения цифровых технологий в образовательном процессе говорится во многих исследованиях. По результатам полученных в исследованиях мнений специалистов-педагогов условно можно разделить на три группы: те, кто полностью поддерживает идею внедрения цифровых информационных тех-

нологий и их активного использования; те, кто считает, что никакой необходимости в привлечении к работе воспитателя цифровых интерактивных технологий нет (таких в последнее время практически не осталось); те, кто придерживается нейтральной позиции, понимая все плюсы и минусы. К последней (третьей) группе относятся большинство исследователей, поскольку изучают ситуацию на всех уровнях участников образовательного процесса: как на уровне руководителей ДОО, так и на уровне родителей как конечных потребителей данной услуги. Как показывают данные предыдущих опросов, представителями второй группы (кто считает, что никакой необходимости во введении в работу воспитателя цифровых интерактивных технологий нет) являются педагоги в возрасте старше 50 лет, имеющие признаки эмоционального выгорания [1].

Современные исследования показывают, что цифровые игровые технологии имеют потенциал существенно изменить процесс игры и обучения детей [2, 3]. В частности, Г.А. Назаренко, Т.К. Андрущенко подчеркивают, что качество дошкольного образования определяется как самим образовательным процессом, так и его итогами [4]. Оно указывает на то, насколько успешно достигнуты цели и задачи, связанные с обучением, воспитанием и развитием детей младшего возраста. Кроме того, значение имеет уровень удовлетворенности ожиданий педагогов, детей и их семей применением информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в образовательной деятельности дошкольного учреждения. Критерии и приемы эффективности использования ЦИТ в своей статье предлагают Г.Г. Хасанова, Л.Р. Замалиева [5].

Вопросами, касающимися внедрения цифровых игрушек в жизнь детей и образовательный процесс в дошкольных организациях, задаются не только отечественные исследователи. Основным направлением исследований зарубежных коллег является влияние цифровых игрушек на игру. В статье J. Marsh, L. Plowman, D. Yamada-Rice, J. Bishop, F. Scott показано, что интеграция цифровых игрушек в игры детей может существенно изменить характер самой игры. По мнению авторов, традиционные игрушки уступают все больше места интерактивным и цифровым аналогам, что изменяет ролевые и сюжетные линии детских игр [6]. Другое направление исследований – это влияние на коммуникацию. В частности, L. Scienza, D. De. H. Souza говорят, что цифровые игрушки могут как улучшить, так и усложнить коммуникацию среди детей

[7]. С одной стороны, они могут способствовать развитию новых форм взаимодействия, с другой стороны – приводить к изоляции и снижению навыков живого общения. Еще одним направлением является изучение образовательных возможностей цифровых технологий. Более детальный анализ зарубежных работ, посвященных современным технологиям и их возможностям в обучении детей младшего возраста, представлен в материале Е.Е. Клопотовой и С.Ю. Смирновой [8].

Исследования показывают, что цифровые технологии могут быть эффективным инструментом в решении разнообразных образовательных целей, например в коррекционно-развивающей деятельности для дошкольников с аутизмом и другими патологиями в развитии [9]. Как утверждает автор, цифровые технологии способны предоставлять отличные возможности для инклюзии детей с ограниченными возможностями. Например, адаптивные интерфейсы и обучающие игры могут помочь устранить барьеры, с которыми сталкиваются дети с особыми потребностями.

Особое внимание в исследованиях уделяется роли взрослого в процессе взаимодействия детей с цифровыми технологиями [10]. Взрослым необходимо правильно организовать этот процесс для максимизации образовательных возможностей и минимизации рисков. Например, в статье К.Р. Путинцевой поднимается вопрос о применении осознанного и информированного подхода к их использованию и транслируется идея о том, что родители, воспитатели и широкое образовательное сообщество должны работать вместе в разработке стратегий, помогающих детям использовать технологии для развития и саморазвития, при сохранении при этом баланса с традиционными формами игры и обучения [11].

Таким образом, позиции ученых понятны и в своем порыве поиска истины едины. Также имеются исследования более раннего периода, в которых изучается мнение непосредственных участников образовательного процесса о внедрении информационно-коммуникационных технологий в учебно-воспитательный процесс. Однако эти работы основаны на слегка устаревших материалах и авторов данной статьи не интересуют, так как, во-первых, в исследовании не стоит цель проследить динамику взглядов, во-вторых, очевидна эволюция современных информационных технологий и их возможностей.

Данная проблема актуализирована возросшими требованиями к результатам учебно-воспитательного воздействия, в том

числе с использованием цифровых технологий. Следует уточнить, что под цифровыми информационными технологиями авторы понимают, прежде всего, проекционное оборудование, предполагающее интерактивное взаимодействие детей, как индивидуальное, так и групповое (например, широко распространенные технологии для детей, а именно интерактивный пол «Магиум», физкультурный комплекс, интерактивный скалодром и упомянутая нами выше интерактивная песочница). Отметим, что ни одна из этих технологий не предполагает пассивного применения и статичной фиксации положения тела, то есть, помимо всего прочего, в данном оборудовании соблюдаются и все требования СанПиН, и именно в этом заключается их главное преимущество.

Цели исследования – изучение отношения родителей и педагогов к использованию цифровых интерактивных технологий в образовательном процессе детского сада, а также анализ фактической ситуации цифрового взаимодействия и возможных причин разногласий в ожиданиях родителей и педагогов от эффектов их внедрения.

Материалы и методы исследования

Базой исследования стали детские сады г. Челябинска и Челябинской области, в учебно-воспитательном процессе которых реализуются цифровые интерактивные технологии для детей. Всего в исследовании принял участие 71 человек, из них 57 родителей дошкольников, 14 педагогов (воспитателей и методистов). Сбор информации осуществляли с помощью анкетирования (анкета для родителей и для педагогов, в каждой по 5 вопросов, ответы на которые помогут в понимании отношения респондентов к внедрению цифровых технологий в образовательный процесс и их возможного влияния на развитие детей). Вопросы для родителей и анализ ответов представлены ниже, вопросы для педагогов были несколько видоизменены, но содержательное отражали аналогичную информацию.

Результаты исследования и их обсуждение

Проясним сложившуюся ситуацию в традиционных представлениях с точки зрения родителей и педагогов. По мнению родителей, в образовательном процессе детского сада цифровые интерактивные технологии должны стать неотъемлемой частью обучения. Этот вывод следует из ответов на первый вопрос («Как вы относитесь к использованию цифровых технологий (например, интерактивной песочницы, игрового

комплекса «Играй и развивайся!» и пр.) в образовательном процессе вашего ребенка?»), поскольку 90% респондентов ответили «очень положительно» и «в целом положительно». 10% ответили «нейтрально», а тех, кто к использованию цифровых технологий относится «отрицательно», не оказалось совсем.

Среди ответов респондентов-педагогов на подобный вопрос были такие: «Необходимость в цифровых интерактивных технологиях в нашем образовательном процессе, безусловно, есть. Они не только помогают детям осваивать новые знания, но и подготавливают их к жизни в обществе, где технологии играют важную роль. Но я считаю, что ключевым остается личное общение и взаимодействие, ведь это основа развития социальных навыков у детей». С учетом сказанного, у 8% педагогов выбор сделан не в пользу технологий («отрицательное отношение»).

Отвечая на второй вопрос: «Какие преимущества, на ваш взгляд, могут представлять цифровые интерактивные технологии в обучении дошкольников?», родители имели возможность выбрать несколько вариантов из четырех предложенных: 1) повышение интереса к учебному процессу; 2) развитие навыков работы с технологиями; 3) индивидуализация обучения; 4) улучшение коммуникативных навыков; а в качестве свободного дополнения могли сделать свой комментарий. Результаты распределены следующим образом (рис. 1).

Как видно из ответов, лидером указанных преимуществ является «улучшение коммуникативных навыков» (80%), далее (75%) – «повышение интереса к учебному процессу». Несколько по-иному ответы

распределились у педагогов, отвечавших на схожий вопрос: ни один из предложенных вариантов не набрал лидирующее количество, однако в максимальном приоритете (из возможных выборов) оказалось «развитие навыков работы с технологиями» (70%), что для педагога вполне очевидно. Наибольший интерес представляют ответы педагогов в пункте «другое». Среди «других» преимуществ применения они называют следующие: доступ к разнообразным образовательным ресурсам, возможность интерактивного взаимодействия и развития навыков, необходимых в цифровом веке. Дети могут получать новые знания через игры и визуализации (здесь на помощь приходят VR- и AR-технологии), что способствует лучшему усвоению информации и повышает мотивацию к обучению.

На следующий вопрос: «Какие навыки необходимо формировать у ребенка в учебно-воспитательном процессе ДОО (перечислите в порядке приоритета)?» – ответы родителей и педагогов имели различия в большей степени, чем в предыдущем вопросе (рис. 2). Максимальное число в иерархии своих выборов тех качеств, которые должен формировать и развивать детский сад, у родителей набрали «навыки учебной деятельности» (92%). Следовательно, родители в своем большинстве считают, что детский сад обязан формировать навыки учебной деятельности. Остается под вопросом, что родители понимают под этими навыками: подготовку к школе в вопросе владения чтением, счетом и письмом или учебную деятельность как совокупность сложных личностных новообразований (в том числе мотивационных, интеллектуальных и пр.).

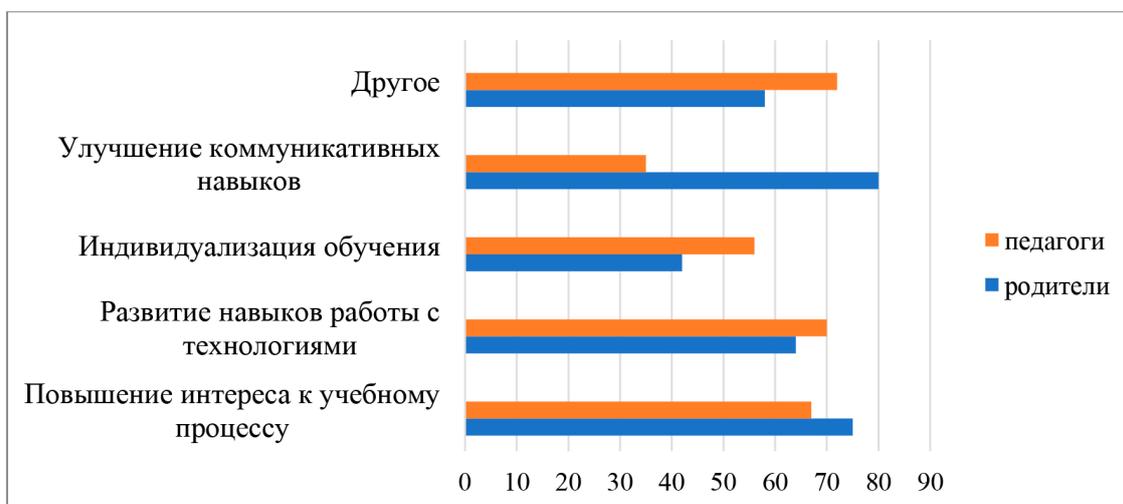


Рис. 1. Преимущества использования ЦИТ в ДОО

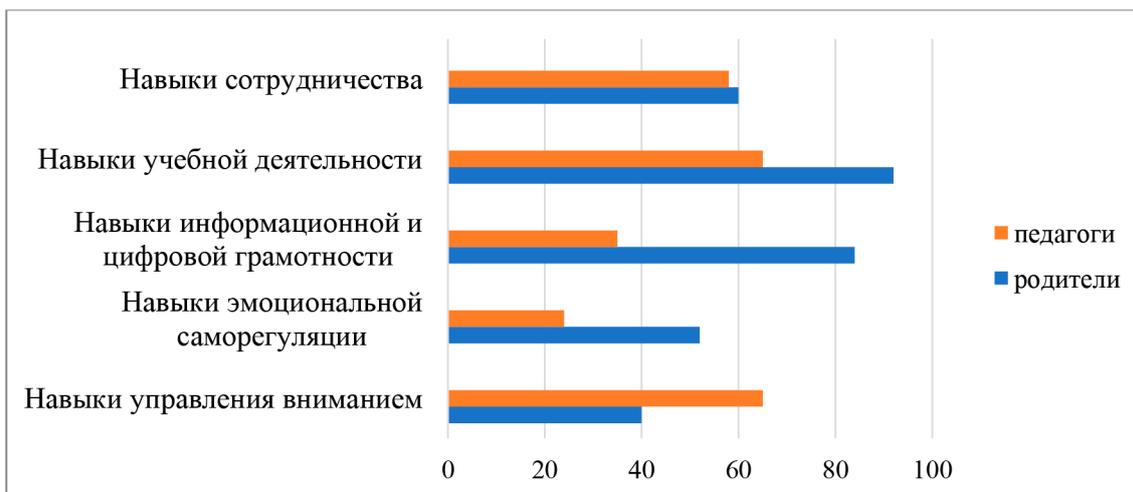


Рис. 2. Приоритетные навыки, которые необходимо формировать в ДОО

У педагогов лидерами этой иерархии стали две позиции: «навыки управления вниманием» (65%), что логично, поскольку на сегодняшний день особую тревогу вызывает именно несформированность этого качества, а также «навыки учебной деятельности» (65%), формированием которых воспитатели активно занимаются. У родителей данный навык в качестве приоритетных показал наименьшее число выборов (лишь 40%).

Особый интерес представляют ответы родителей и педагогов на вопрос о формировании «навыков эмоциональной саморегуляции» (52% и 24% соответственно). Это свидетельствует о том, что, по ожиданиям родителей, именно детский сад должен заниматься развитием эмоциональной сферы, что, безусловно, противоречит мнению педагогов.

Ответы на вопрос: «Считаете ли вы, что использование цифровых технологий на занятиях в детском саду может негативно сказаться на социальном взаимодействии детей?» – оказались практически противоположными, при этом вполне прогнозируемыми, как у родителей, 78% которых считают, что никакой опасности для общения цифровые технологии не представляют, так и у педагогов, 64% которых уверены, что современные устройства несут в себе риски социальной изоляции и отрицательно сказываются на коммуникативных качествах детей. На этот счет результаты уже имеющихся работ довольно разнообразны и единого мнения не существует, тем не менее, в контексте нашего исследования это может говорить о том, что разные позиции респондентов являются источником неоправданных ожиданий.

В последнем вопросе: «Какое количество времени, вы считаете, было бы разумным выделять на занятия с цифровыми технологиями в день в рамках образовательного процесса?» – определить «золотую середину» было крайне сложно, так как все ответы распределились примерно одинаково по трем из пяти предложенных временных интервалов (варианты интервалов: «10–20 минут», «20–40 минут», «40–60» минут). Исключение составили крайние интервалы как в ответах родителей (6% набрал временной интервал «до 10 минут» и 10% «больше 1 часа»), так и педагогов (10% «до 10 минут» и 8% «больше 1 часа»).

Необходимость применения цифровых технологий в детском саду можно рассматривать с осторожностью. Важно находить баланс и комбинировать традиционные методы обучения с современными технологиями. Такие инструменты могут быть полезны, однако только при условии разумного и ограниченного использования, что позволит сохранить живое взаимодействие и эмоциональное развитие, необходимые в этом возрасте.

Заключение

Таким образом, несмотря на ограниченное количество вопросов в анкете, повод для разногласий в ожиданиях родителей и педагогов имеется, но часто они связаны не столько с внедрением цифровых информационных технологий, сколько с задачами образовательного процесса и психологическими факторами участников этого процесса. В целом, с позиции педагогов чаще наблюдаются нейтральные ответы, то есть в цифровых интерактивных техно-

логиях они отмечают как преимущества, так и недостатки. Прежде всего, эти технологии помогают детям развивать навыки, необходимые в современном мире. Не менее интересные мнения авторы получили в имеющемся в каждом вопросе свободном варианте ответа. Интерактивные занятия с использованием интерактивного оборудования делают обучение более увлекательным, что способствует лучшему усвоению материала. Дети могут активно участвовать в играх и заданиях, что развивает их креативность и критическое мышление. Однако педагоги также осознают риски, связанные с чрезмерным использованием технологий. Слишком много экранного времени может негативно влиять на внимание и физическую активность детей. Важно соблюдать баланс и использовать технологии как дополнение к традиционным методам обучения, а не замену.

Единое мнение родители и педагоги высказывают относительно чрезмерного увлечения экранами, поскольку это может привести к ухудшению физического здоровья детей, но в настоящем исследовании речь шла об интерактивных цифровых технологиях, где даже если и присутствует экран телевизора, то только для демонстрации проекции движений ребенка (например, при освоении правил дорожного движения ребенок берет на себя роль водителя и активно демонстрирует все требуемые действия, при этом киннект-технология «считывает» действия ребенка и «реагирует» в зависимости от ответа). Поэтому беспокойство, связанное с увлеченностью экранным временем в детском саду, не актуально. Данный риск в большей степени относится к использованию дома цифровых устройств, которые не являются интерактивными (таких как смартфоны, планшеты, ноутбуки, телевизоры).

Наряду с негативными психологическими аспектами, связанными с внедрением в образовательный процесс детского сада цифровых интерактивных технологий, следует указать и так называемые слабые звенья, которые не всегда можно урегулировать с помощью нормативной документации и требований. Согласно результатам неформальных бесед с руководителями детских садов, они заключаются в следующем: приобретенное оборудование не эксплуатируется и выставляется на случай проверок; дороговизна содержания, поскольку дополнительное финансирование на обслуживание и ремонт, а также на обновления программного обеспечения не предусмотрено; неготовность педагогов дошкольной образовательной организации к активному ис-

пользованию указанных технологий в своей работе, включающая отсутствие требуемых компетенций и низкую мотивацию.

Результаты исследований подчеркивают, что, хотя цифровые технологии и игрушки открывают новые горизонты для образования, их применение должно быть тщательно продумано и контролируемо, особенно в работе с дошкольниками, чтобы минимизировать возможные риски и максимально использовать предоставляемые возможности для развития детей.

Таким образом, для оказания реального позитивного влияния на развитие детей необходимо обеспечить комплексный подход, включающий как техническое оснащение, так и профессиональную подготовку педагогов.

В завершение отметим, что мнения исследователей дополняют друг друга, а результаты их работ представляют перспективные направления для дальнейших поисков. Определенные ожидания участников образовательного процесса (родителей и педагогов) по поводу использования цифровых технологий в детском саду тоже во многом совпадают, что неудивительно, поскольку цель у всех одна – развитие ребенка. Однако важно отметить, что успешная интеграция этих технологий в образовательный процесс требует не только хорошо разработанных программ и ресурсов, но и соответствующей подготовки педагогов, которые должны уметь эффективно использовать цифровые инструменты. Не менее значимой является и роль родителей в этом процессе, так как их поддержка и вовлеченность способны существенно повысить мотивацию детей к обучению. В итоге сотрудничество всех участников образовательной среды, основанное на открытом диалоге, становится залогом успешной реализации цифровых технологий в детском саду, что, в свою очередь, способствует гармоничному развитию ребенка и подготовке его к последующим этапам образования.

Список литературы

1. Батенова Ю.В. Проблема повышения профессиональной компетентности педагога дошкольной организации в условиях информационно-коммуникационного взаимодействия // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31229> (дата обращения: 18.07.2024). DOI: 10.17513/spno.31229.
2. Гусеева С.Н. Использование средств информационно-коммуникационных технологий в познавательной деятельности дошкольников // Проблемы современного педагогического образования. 2024. № 83-2. С. 106-110.
3. Тимофеева И.А. Цифровые технологии в развитии детей дошкольного возраста // Современное образование: традиции и инновации. 2021. № 2. С. 117-120.

4. Хасанова Г.Г., Замалиева Л.Р. Цифровые технологии в образовании: приемы и критерии эффективности // Современное образование: актуальные вопросы и инновации. 2021. № 1. С. 206-209.
5. Назаренко Г.А., Андрущенко Т.К. Информационно-коммуникационные технологии как инструмент повышения качества дошкольного образования // Информационные технологии и средства обучения. 2019. Т. 69. № 1. С. 21-36.
6. Marsh J., Plowman L., Yamada-Rice D., Bishop J., Scott F. Digital play: a new classification // Early Years. 2016. Vol. 36. № 3. P. 242-253. DOI:10.1080/09575146.2016.1167675.
7. Scienza L., Souza D. de. H. Digital games and children's social cognition / Child in the Digital World. The International Psychological Forum: Book of Abstracts. Moscow, 2021. 194 с. DOI:10.26226/morressier.618aaca94a84e7b4701d818a.
8. Клопотова Е.Е., Смирнова С.Ю. Ребенок в эпоху цифровых игрушек. Обзор зарубежных исследований // Современная зарубежная психология. 2022. Т. 11. № 2. С. 50-58. DOI: 10.17759/jmfp.2022110204.
9. Dybina O.V. Information and communication technologies in work with preschool children with autism // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020. Т. 1100. С. 267-271. DOI: 10.1007/978-3-030-39319-9_31.
10. Путимцева К.Р. Гаджеты в повседневной жизни дошкольника: от цифровой деменции к цифровой гигиене // Перспективы науки и образования. 2024. № 3 (69). С. 587-601. DOI: 10.32744/pse.2024.3.36.
11. Boklagova A.S., Prokopenko Yu.A. Use of digital technologies in interaction with the parents of students in a preschool // Наукосфера. 2023. № 3-2. С. 98-102.

УДК 372.878
DOI 10.17513/snt.40153

К ВОПРОСУ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ВКЛЮЧЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНО-РЕГИОНАЛЬНОГО КОМПОНЕНТА В УРОКИ МУЗЫКИ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ

Бурлак О.А.

*ФГБОУ ВО «Омский государственный педагогический университет», Омск,
e-mail: byrlak-omsk@yandex.ru*

В статье рассматриваются специфические особенности организации процесса включения национально-регионального компонента в уроки музыки общеобразовательной школы и производится анализ некоторых особенностей данного процесса. Автором предлагаются некоторые способы решения возникающих на практике затруднений. Кроме того, в статье подчеркивается наличие обязательного требования к организации современного образовательного процесса – учета национальных особенностей региона в образовательном процессе общеобразовательной школы в каждом из субъектов Российской Федерации, выдвигаемого на федеральном уровне, посредством утверждения во ФГОС. Касается это требование, в том числе, и особенностей проведения уроков музыки в общеобразовательной школе. Автором рассмотрены учебники по предмету «Музыка», в частности задания, нацеленные на реализацию национально-регионального компонента уроков. Также автором отмечены нюансы организации обозначенного процесса, названы сложности, наиболее часто возникающие при его реализации. Замечается, что устранение обозначенных сложностей будет способствовать более продуктивной организации процесса регионализации музыкального образования в школе, что может стать основой для формирования у школьников специфических личностных качеств, присущих гражданам поликультурного, многонационального государства, такого, как Российская Федерация. В работе подчеркивается ценность разработки единой базы содержания уроков музыки с национально-региональным компонентом, отражающим уникальность каждого из регионов Российской Федерации, поскольку каждому из регионов страны присущ определенный уникальный набор характерных черт национально-региональной культуры, проявляющийся в совокупности как материальных, так и духовных ценностей региона, их особом переплетении. Автором работы отмечается, что педагогу нужно быть ориентированным на различные пласты музыки при рассмотрении национально-регионального музыкального искусства в глубокой взаимосвязи с мировым. Учитель музыки, включающий в свои уроки национально-региональный компонент, должен обладать достаточными средствами для перевода текста, для воспроизведения аутентичного звучания. Также в статье отмечается, что дидактическое насыщение уроков не должно быть чрезвычайно ресурсозатратно для учителя. Кроме того, учителям музыки необходимо обращать пристальное внимание на организацию взаимосвязи между национально-региональной составляющей проводимых уроков, а также между урочной и внеурочной деятельностью. Это может обеспечить целостность реализации национально-регионального компонента урока музыки в общеобразовательной школе.

Ключевые слова: национально-региональный компонент, регионализация образования, федеральный государственный образовательный стандарт, урок музыки, общеобразовательная школа, поликультурное образование

ON THE QUESTION OF ORGANIZING THE PROCESS OF INCLUDING A NATIONAL-REGIONAL COMPONENT IN MUSIC LESSONS IN A COMPREHENSIVE SCHOOL

Burlak O.A.

Omsk State Pedagogical University, Omsk, e-mail: byrlak-omsk@yandex.ru

The article examines the specific features of the organization of the process of including a national-regional component in music lessons in a comprehensive school and analyzes some of the features of this process. The author suggests some ways to solve the difficulties that arise in practice. In addition, the article emphasizes the existence of a mandatory requirement for the organization of the modern educational process – taking into account the national characteristics of the region in the educational process of a comprehensive school in each of the constituent entities of the Russian Federation, put forward at the federal level, through approval in the Federal State Educational Standard. This requirement concerns, among other things, the features of conducting music lessons in a comprehensive school. The author examined textbooks on the subject «Music», in particular, assignments aimed at implementing the national-regional component of lessons. The author also noted the nuances of organizing the designated process, named the difficulties that most often arise during its implementation. It is noted that the elimination of the above-mentioned difficulties will help to organize the process of regionalization of music education at school more productively, which can become the basis for the formation of specific personal qualities in schoolchildren inherent in citizens of a multicultural, multinational state, such as the Russian Federation. The work emphasizes the value of developing a unified database of music lesson content with a national-regional component that reflects the uniqueness of each region of the Russian Federation, since each region of the country has a certain unique set of characteristic features of the national-regional culture, manifested in the totality of both material and spiritual values of the region, their special interweaving. The author of the work notes that the teacher needs to be focused on various layers of music, considering national-regional musical art in deep interconnection with the world. A music teacher who includes a national-regional component in his lessons must have sufficient resources to translate the text, to reproduce authentic sound. The article also notes that the didactic saturation of lessons should not be extremely resource-intensive for the teacher. In addition, music teachers need to pay close attention to the organization of the relationship between the national-regional component of the lessons, as well as between class and extracurricular activities. This can ensure the integrity of the implementation of the national-regional component of the music lesson in a comprehensive school.

Keywords: national-regional component, music lesson, regionalization of education, secondary school, federal state educational standard, multicultural education

Введение

Российская Федерация – государство, исторически сложившееся многонациональным, поликультурным. Сегодня, как и многие другие многонациональные, поликультурные государства, Россия продолжает следить за ориентирами своего социального развития. В обозначенных процессах значимой видится роль образования. Р.Б. Сабекия, Г.Б. Аскарлова подчеркивают: «Духовные ориентации личности в мире ценностных абсолютов формируются в различных сферах социума: семья, образовательная среда, различные неформальные объединения, трудовые коллективы, сфера массовой информации, сфера искусства, досуга, среди которых ведущая роль в становлении ценностных ориентаций личности отводится системе образования» [1].

Сегодня в жизни страны продолжают происходить изменения, связанные с перестройкой социальной политики, в том числе и в области образования, с учетом национальной, региональной специфики субъектов России. О необходимости пересмотра современной социальной жизни давно заявляется с высоких трибун. Например, по сей день остается актуальным Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации «О Концепции национальной образовательной политики Российской Федерации», в котором подчеркивается: «Образовательное учреждение, реализующее общеобразовательные программы с этнокультурным региональным (национально-региональным) компонентом, с обучением на родном (нерусском) и русском (неродном) языках, будучи транслятором языков и культур, объективно должно выступать консолидирующим, более того, системообразующим фактором как для собственного этноса, так и для всего полиэтнического сообщества в целом. Это функциональное единство и обуславливает необходимость сопряжения этнонациональных аспектов образовательной политики с целями и принципами государственной национальной политики Российской Федерации в целом» [2].

Помимо этого, на сегодняшний день Минпросвещения России активно реализуется национальный проект «Образование», составной частью которого являются такие федеральные проекты, как «Современная школа», «Патриотическое воспитание» и другие социально значимые проекты [3, 4]. Данные проекты направлены на обеспечение доступности качественного образования в любых уголках страны, а также на вовлечение молодежи в систему патриотического воспитания при реализации в об-

разовательных организациях общего и профессионального образования.

Государственная социальная политика находит свое отражение в области образования. Касается она, в том числе, и общего образования. Необходимость изменения содержания образования в опоре на специфику региона сегодня, как уже отмечалось, провозглашается на государственном уровне, что отражается в официальных документах. В регулирующих современных образовательный процесс ФГОС декларируется обязательность учета в процессе общего образования национальной специфики региона на различных уровнях школьного образования. Стоит отметить, что ФГОС НОО, ФГОС ООО, регулирующие проведение уроков в современной общеобразовательной школе, также включают в себя требования учета национальных региональных особенностей субъекта Российской Федерации на уроках музыки при реализации музыкально-образовательного процесса. Необходимость учета национально-региональной специфики отмечается во ФГОС в требованиях, выдвигаемым к личностным результатам школьного музыкально-образовательного процесса [5, п. 41; 6, п. 42.1.4].

В качестве цели данного исследования, исходя из обозначенной актуальности проблемы, можно отметить следующее: необходимо проведение актуализации проблем организации включения национально-регионального компонента в уроки музыки общеобразовательной школы, а также рассмотрение некоторых особенностей и возможностей их реализации в данном процессе.

Материалы и методы исследования

Как уже отмечалось выше, требования, выдвигаемые ФГОС к урокам в общеобразовательной школе, в полной мере относятся и к музыкально-образовательному процессу. Неотъемлемой частью обозначенных требований является учет специфики региона.

Учет национально-региональных особенностей субъекта Федерации прослеживается и в учебно-методическом комплекте к урокам музыки по программе Е.Д. Критской, Г.П. Сергеевой, Т.С. Шмагиной, построенном с учетом современных требований ФГОС. Например, в 1-м классе на странице учебника по музыке обучающимся необходимо выполнить следующее задание: спеть песенки-заклички своего народа или исполнить известные песни, танцы своего края, сравнивая их с музыкой народов мира. На страницах учебника по музыке для 4-го класса тех же авторов присутствуют следующие задания: обучающимся

предлагается подумать, в каких сочинениях композиторов родного края, республики раскрываются героические образы? Еще одно задание для четвероклассников из учебника призывает их вспомнить сказки своего края, республики, которые посвящены музыке или музыкантам, составив из них коллекцию.

Однако, как уже отмечалось автором данной статьи, «даже наличие заданий, отсылающих к изучению национально-региональных музыкальных особенностей того или иного субъекта Российской Федерации, не позволяет полноценно раскрыть специфику национально-региональной музыки на уроках в общеобразовательной школе» [7]. Часто педагоги испытывают сложности в процессе реализации национально-регионального компонента уроков музыки. Сами педагоги-музыканты часто затрудняются при ответах на поставленные вопросы, поскольку они требуют специальных знаний, добывание которых является достаточно сложным и трудоемким процессом. Также хочется отметить, что ответы на поставленные вопросы будут различны для каждого региона, обладающего собственной, неповторимой музыкальной культурой, материальными и духовными ценностями, а также специфическим, неповторимым сочетанием этих ценностей, их теснейшей взаимосвязью, взаимовлиянием друг на друга. Именно поэтому и ответы на поставленные, столь нужные и актуальные вопросы, связанные с национально-региональной музыкальной культурой на уроках в общеобразовательной школе, согласно требованиям ФГОС присутствующие в современных учебниках по музыке, не могут быть универсальными.

Результаты исследования и их обсуждение

Итак, как уже отмечалось выше, организуя современный музыкально-образовательный процесс согласно требованиям ФГОС, учитель музыки часто сталкивается с тем, что реализация национально-региональной составляющей на проводимых им уроках оказывается достаточно проблематичной.

Прежде всего, возникающие затруднения проведения уроков музыки согласно требованиям ФГОС связаны с тем, что проводящему их учителю требуется самому быть готовым к выполнению предлагаемых ученикам тех или иных заданий в различных вариантах их выполнения: и в качестве одного из заданий на уроке, и в качестве домашнего задания. Предлагая своим ученикам такие задания, педагог должен заранее и тщательно продумать их содержание.

Уроки музыки с национально-региональным компонентом в общеобразовательной школе обязательно должны быть логически связаны между собой на различных уровнях. Это должны быть взаимосвязи как в рамках одной реализуемой на данных уроках темы, так и в рамках всего учебного года. Кроме того, бесспорно ценным будет наличие таких логических взаимосвязей на уровне всего школьного музыкально-образовательного процесса. Стоит отметить, что рассмотрение национально-региональной музыки в качестве части мировой музыкальной культуры также должно быть обязательной составляющей проводимых уроков. Следовательно, значимым будет именно то, что национально-региональная музыка на уроках не будет предлагаться детям в отрыве от всей мировой музыкальной культуры, ценным будет рассмотрение национальной региональной музыки в качестве неотъемлемой части всей мировой музыкальной культуры. В учебниках по предмету данная взаимосвязь прослеживается на уровне взаимосвязи предлагаемых заданий с реализуемой темой урока, являющейся частью всего логически выстроенного авторами музыкально-образовательного процесса школы.

Деятельность педагога-музыканта по реализации национально-регионального компонента проводимых им уроков должна обязательно ориентироваться как на народную, так и на композиторскую музыку субъекта Федерации, представляемую на уроках в тесной, неразрывной связи друг с другом. Иными словами, сегодня учителю музыки чрезвычайно важно обладать достаточно глубокими знаниями в области национально-регионального музыкального искусства.

Кроме того, учителю музыки при реализации на уроках специфической составляющей национально-регионального музыкального искусства необходимо иметь достаточно глубокие знания о материальных и духовных ценностях региона, которые на уроках могут быть представлены в качестве носителей национальных региональных ценностей.

Хотелось бы отметить, что, знакомя школьников на уроках музыки с национально-региональной музыкальной культурой, важно искать и подчеркивать общность музыкальных образов произведений различных национальностей, этносов при, безусловно, необходимом анализе отличительных черт музыкального искусства различных национальных групп региона. Именно это и может стать основой формирования столь ценных качеств личности подрастающего поколения: национального самосо-

знания, национальной идентичности, толерантности и др.

Также стоит подчеркнуть, что реализация национально-регионального компонента уроков музыки нередко затруднена в силу отсутствия записей звучания или нотной записи произведений, которые могли бы прозвучать на уроках. Часто определенным барьером при наличии нотной или звуковой записи произведений могут стать сложности с переводом на русский язык произведений, звучащих на ином языке. Такой перевод будет способствовать более глубокому анализу этих произведений.

Еще одно затруднение, с которым иногда сталкиваются учителя музыки, – это подготовка дидактических материалов для проведения урока. В открытых источниках, на сайтах или страницах центров культуры субъекта Федерации либо самих региональных национальных коллективов, на личных страницах композиторов региона часто размещается незначительная часть информации об их деятельности. Там можно найти часть информации о самих коллективах, об их руководителях, о значимых для коллективов датах, об их участниках и выступлениях, а также о достижениях. Там же можно найти некоторые видеозаписи выступлений, концертов и т.д. На личных сайтах композиторов также можно почерпнуть часть информации об их профессиональной деятельности, достижениях, найти нотный материал, материал в аудио- или видеозаписи. Но, к сожалению, данная информация в перечисленных источниках, как правило, размещается чрезвычайно скупо, поэтому педагоги-музыканты нередко вынуждены самостоятельно собирать данную информацию, что является чрезвычайно трудоемким процессом, на который не всегда хватает ресурсов.

В Омской области на протяжении уже многих лет функционирует БУК ОО МНКСО «Сибирь» («Дом Дружбы»), где как непосредственно в методическом отделе, так и на сайте организации можно частично восполнить существующие пробелы в недостатке дидактического материала для проведения уроков музыки. Как уже отмечалось ранее автором данной статьи, на сегодняшний день в Омской области существует программа, которую можно рассматривать в качестве основы для работы на уроках музыки. Одним из приоритетов данной программы – «Омская музыкальная летопись», рекомендованной для реализации с 1-го по 8-й класс, при проведении в год от 5 до 6, является преемственность содержания между классами.

В процессе реализации уроков музыки с национально-региональным компонентом

в качестве дидактического материала стоит рассматривать и различные презентации, викторины, клипы, тестовые задания, обучающие фильмы, экскурсии и т.д. Данные задания могут быть как созданы педагогом-музыкантом самостоятельно, так и почерпнуты из тех или иных источников. Здесь опять же стоит отметить наличие централизованной базы данных наработок, что позволит не только обеспечить целостность реализуемого музыкально-образовательного процесса с национально-региональным компонентом на уровне того или иного региона страны, но и оказать реальную помощь учителю музыки при подготовке к урокам. Также значимо, чтобы реализация национально-регионального компонента уроков музыки происходила при соблюдении логической взаимосвязи той информации, которая предлагается обучающимся на уроках, с содержанием других школьных предметов. Такое постижение национально-регионального содержания может рассматриваться в качестве наиболее органичного и продуктивного. Постигание национально-регионального музыкального материала в опоре на причинно-следственные связи между различными событиями, явлениями региона может оказать более глубокое воздействие на развивающуюся личность.

Ценным может стать и продолжение организованной на уроках музыки с национально-региональным компонентом деятельности во внеурочное время. Как уже отмечалось автором данной статьи: «... посещение национальных региональных музыкальных конкурсов, фестивалей, а также национальных и региональных праздников, на которых у школьников также имеется возможность окунуться в национальную музыку, национальный колорит, оставляют в душе учеников яркие и действительно эмоционально насыщенные впечатления. Это еще раз подтверждает необходимость проведения учителем музыки данной, достаточно сложной, работы» [8]. Таким образом, данная деятельность может быть рассмотрена в качестве основы для более глубокого постижения национально-региональной музыкальной культуры.

Исходя из вышесказанного, видится уместным формулирование педагогических условий реализации национально-регионального компонента в общеобразовательной школе. К ним можно отнести, во-первых, продумывание логической взаимосвязи между всеми проводимыми педагогом уроками. Во-вторых, на уроках музыки с национально-региональным компонентом обязательно должна прослеживаться глубокая взаимосвязь между различными стилями,

жанрами музыки, пластами музыки, являющимися частью мирового музыкального искусства. В-третьих, на уроках следует отмечать глубокую взаимосвязь между духовными и материальными ценностями, между народной и композиторской музыкой региона. В-четвертых, ценным будет рассмотрение общности образов музыкальной культуры различных национальностей региона при обязательном изучении ее уникальных особенностей. В-пятых, безусловной поддержкой педагогу может стать создание на региональном уровне нотной хрестоматии и фонохрестоматии, единой региональной базы дидактических материалов к урокам. В-шестых, значимой составляющей работы можно рассматривать взаимосвязь содержания проводимых уроков с содержанием других школьных уроков, а также внеурочной деятельности.

Заключение

Таким образом, на современных уроках музыки должен реализовываться национально-региональный компонент музыкального образования, согласно требованиям ФГОС. Однако его реализация не должна ограничиваться только наличием в учебниках и рабочих тетрадях заданий, нацеливающих на его изучение. Необходимо целенаправленная работа по созданию базы для реализации национально-регионального компонента уроков музыки на уровне субъектов Федерации. Кроме того, требуется выстраивание в логической последовательности содержания региональной составляющей школьного музыкально-образовательного процесса, чему будут способствовать создание нотной хрестоматии и фонохрестоматии, рассматриваемых в качестве необходимой учителю музыки помощи, а также сбор, систематизация и распространение среди педагогов-музыкантов дидактических материалов к уро-

кам. Также ценным фактором является ориентация педагогов на то, чтобы национально-региональный компонент проводимых ими уроков музыки способствовал личностному развитию подрастающего поколения Российской Федерации.

Список литературы

1. Сабекия Р.Б., Аскарлова Г.Б. Духовность, гражданственность, патриотизм как базовые национальные ценности российского общества // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=23616> (дата обращения: 12.05.2024).
2. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 06.08.2006 № 201 «О Концепции национальной образовательной политики Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: https://shkolazelenoro.shhinskaya-r73.gosweb.gosuslugi.ru/netcat_files/userfiles/Usloviy_obuch/Kontseptsiya_natsionalnoy_obrazovatelnoy_politiki_RF.pdf (дата обращения: 12.05.2024).
3. Министерство просвещения Российской Федерации. Национальный проект «Образование». Федеральный проект «Современная школа» [Электронный ресурс]. URL: <https://edu.gov.ru/national-project/projects/school/> (дата обращения: 12.05.2024).
4. Министерство просвещения Российской Федерации. Национальный проект «Образование». Федеральный проект «Патриотическое воспитание» [Электронный ресурс]. URL: <https://edu.gov.ru/national-project/projects/patriot/> (дата обращения: 12.05.2024).
5. Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования, утверждённый приказом Минпросвещения РФ от 31.05.2021 № 286. Редакция от 08.11.2022. [Электронный ресурс]. URL: https://nosch1.gosuslugi.ru/netcat_files/161/2509/FGOS_OOO_2022.pdf (дата обращения: 12.05.2024).
6. Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования, утверждённый приказом Минпросвещения России от 31.05.2021 № 287 (ред. от 18.07.2022, 08.11.2022) [Электронный ресурс]. URL: https://sh-sazonovskaya-r19.gosweb.gosuslugi.ru/netcat_files/30/50/FGOS_NOO_ot_18.07.2022.pdf (дата обращения: 12.05.2024).
7. Бурлак О.А. Специфика содержания музыкально-образовательного пространства полиэтничного региона // Современные проблемы науки и образования. – 2019. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29376> (дата обращения: 12.05.2024).
- Бурлак О.А. Проблемы реализации национально-регионального компонента уроков музыки в общеобразовательной школе // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 10-2. С. 276-280. DOI: 10.17513/snt.39381.

УДК 378.4
DOI 10.17513/snt.40154

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Дрейцер С.И.

*ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет», Москва,
e-mail: dreitsersi562@mgpu.ru*

Цель исследования – изучение связи между уровнем сформированности рефлексии и успешностью решения кейсов по оценке эффективности использования онлайн-инструментов в деятельности педагога. В статье обсуждаются данные констатирующего эксперимента по измерению проявлений рефлексии студентов и оценке успешности решения студентами кейса по оценке эффективности использования онлайн-инструментов в деятельности педагога. Разработаны характеристики определяющей и содержательной рефлексии, а также критерии успешности решения кейсов по оценке эффективности использования онлайн-инструментов в деятельности педагога. Экспериментальное исследование проведено в рамках курса «Дизайн образовательных программ» студентов-гуманитариев. Статистическая обработка результатов выполнена с помощью критериев Стьюдента и Пирсона. В исследовании выявлена связь между уровнем сформированности рефлексии и успешностью решения кейсов по оценке эффективности использования онлайн-инструментов в деятельности педагога в соответствии с критериями. Также выявлена связь между способом изучения материала и успешностью решения кейса по оценке эффективности использования онлайн-инструментов в деятельности педагога. Было выдвинуто предположение о значимости полученных результатов и предложения дальнейших исследований, в частности формирующего эксперимента, для проверки гипотез о формировании рефлексии.

Ключевые слова: искусственный интеллект, информатизация образования, рефлексия, применение цифровых инструментов в образовательном процессе

ASSESSMENT OF THE TRAINING EFFECTIVENESS OF PEDAGOGICAL DEPARTMENT STUDENTS FOR THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN PROFESSIONAL ACTIVITIES

Dreytser S.I.

Moscow City Pedagogical University, Moscow, e-mail: dreitsersi562@mgpu.ru

The purpose of the work is to study the relationship between the level of reflection development and the success of solving cases to assess the effectiveness of using online tools in the teacher activities. The research was accomplished as a correlation measurement between reflection observations and quality of students' solutions to the case of the effectiveness evaluation of using online tools in the work of a teacher. Characteristics of defining and substantive reflection and criteria for successful case solving were developed. The experimental study was conducted within the framework of the course «Design of educational programs» for students of the humanities. Statistical processing of the results was performed using the Student and Pearson criteria. Correlation established between reflection observations and students' solutions to the case on the effectiveness evaluation of using online tools in the work of a teacher. Also, correlation established between the way of subject learning and case solution quality. The significance of the obtained results and proposals for further research were put forward.

Keywords: artificial intelligence, informatization of education, reflection, use of digital tools in the educational process

Введение

Цифровые компетенции педагогов в настоящий момент являются актуальным предметом обсуждений, в частности обсуждается модель цифровых компетенций педагога [1]. Рассматриваются вопросы как формирования цифровых компетенций школьных педагогов [2], так и становления цифровых компетенций преподавателей высшей школы с точки зрения различных профилей освоения компетенций преподавателем [3].

Особое внимание привлекает умение педагогов внедрять цифровые инструменты в профессиональную деятельность. На-

пример, Т.Е. Хоченкова указывает, что 30% применяют цифровые технологии в учебном процессе, 50% индивидуализируют образовательный процесс и 40% дают задания обучающимся, требующие создания цифрового контента [1]. И.С. Спирякова исследует, какие инструменты являются наиболее актуальными для молодых педагогов, чтобы повысить вовлеченность школьников и снизить количество рутинной работы педагогов [4]. Таким образом, можно считать вопрос внедрения цифровых инструментов педагогами актуальным и нуждающимся в исследованиях.

В настоящий момент в педагогических университетах разработаны актуальные программы, обучающие использованию информационных технологий в профессиональной деятельности педагогов. Программы постоянно совершенствуются и дополняются по мере появления новых инструментов для преподавания, таких как сервисы для организации групповой работы, дополненная и виртуальная реальность, искусственный интеллект. Однако, несмотря на самые современные образовательные программы в университетах, среди школьных педагогов, даже молодых, наблюдается ряд проблемных вопросов в использовании информационных технологий [5, с. 185–192; 6].

1. Педагоги применяют такие цифровые инструменты, которые напрямую дублируют «аналоговые» и не улучшают образовательный процесс. В докладе Высшей школы экономики «Трудности и перспективы цифровой трансформации образования» выделяются четыре уровня трансформации, где первые два уровня только замещают традиционные инструменты в образовательном процессе, но не приносят дополнительный функционал и дополнительную ценность в образовательный процесс. Например, электронный дневник в первой редакции напрямую замещал традиционный журнал в школе. Или учебник в формате PDF непосредственно заменяет бумажный учебник, не добавляя улучшений в образовательный процесс [5, с. 185–192].

2. Некоторые внедряемые цифровые инструменты негативно влияют на эффективность образовательного процесса. Обобщение данных о качестве образовательного процесса, полученных во время пандемии, говорит о том, что потери в знаниях за время пандемии равнялись объему знаний, недополученных за примерно треть учебного года. Это означает, что инструменты дистанционного обучения в настоящий момент не имеют всех необходимых функций для организации учебного процесса, не говоря уже о том, чтобы его улучшить. Поэтому любой инструмент, который внедряется педагогом, требует дополнительной проверки и оценки качества образовательного процесса, который осуществляется с его помощью. В случае если такой оценки не происходит, есть риск, что внедрение цифрового инструмента будет ухудшать, а не улучшать качество обучения [6].

3. Педагоги не готовы осваивать новые цифровые технологии и пользуются только теми инструментами, которыми владеют на момент начала профессиональной деятельности. Это объясняется, с одной стороны, мнением педагогов о недостаточном

количестве исследований в сфере влияния цифровых технологий на сферу образования, с другой стороны, сниженной проактивностью педагогов относительно освоения новых технологий и внедрения их в профессиональную деятельность [7].

Чтобы разобраться в сути данных проблемных вопросов, необходимо разобраться, как именно происходит использование информационных технологий в деятельности педагога и каких умений оно требует.

Т.Е. Хоченкова выделяет четыре уровня цифровых компетенций педагога: репродуктивный, конструктивный, интегративный и творческий. Причем интегративный и творческий уровни предполагают свободное владение цифровыми технологиями, рефлексивное отношение к их использованию и авторскую позицию, самостоятельную разработку цифровых инструментов педагогами [1].

Таким образом, применение информационных технологий является исследовательской задачей, так как методика, содержащая описание применения и рекомендации к использованию информационных технологий, появляются несколько позже самих технологий. А также потому, что, даже несмотря на наличие подобных рекомендаций, необходимо их проверять и адаптировать методику к каждому конкретному случаю в профессиональной деятельности. В.Н. Куминова утверждает, что для формирования педагогического проектирования необходимо развитие педагогической рефлексии [8]. Следовательно, можно сделать вывод, что формирование рефлексии в процессе освоения информационных технологий в профессиональной деятельности критически необходимо, чтобы в дальнейшем проектировать, оценивать и интегрировать в педагогический процесс инструменты в сфере информационных технологий.

При этом исследование показывают низкий уровень сформированности рефлексии у студентов педагогических специальностей к концу обучения. Например, по методике определения уровня педагогической рефлексии Е.Е. Рукавишниковой, всего 42,5% студентов к 4 курсу показывают высокий уровень педагогической рефлексии, что означает, что у остальных 57,5% «рефлексивные процессы могут носить случайный, эпизодический характер» [9].

Задача данного исследования заключается в том, чтобы проверить, действительно ли сформированность рефлексии и применение цифровых инструментов в образовательном процессе связаны. Для этого необходимо определить и уточнить понимание термина «рефлексия» применительно к студентам педагогических направлений.

Понятие рефлексии в контексте культурно-исторической психологии было разработано Н.Г. Алексеевым и включает в себя четыре умственных действия: остановка текущей деятельности, фиксация и объективация собственного действия или способа действия, а также отчуждение или преобразование способа действия [10].

В.Н. Кумина определяет рефлексию как «а) критическое рассмотрение субъектом оснований изменения объективных обстоятельств как оснований изменения собственных действий, пересмотр (или подтверждение) точки зрения, субъективных позиций; б) изменение или корректировка выработанных планов и замыслов в соответствии с изменившимися условиями действия; в) критическое рассмотрение как бы со стороны соответствия или несоответствия своих действий, их непосредственных результатов и контроль за логикой развертывания своих действий; г) критическая оценка целостного содержания своего способа действия» [8].

В контексте данного исследования определяются следующие типы рефлексии: определяющая и содержательная.

Определяющая рефлексия направлена на конкретную задачу, учебную, личностную или профессиональную. В рамках определяющей рефлексии человек осуществляет анализ задачи, планирование ее решения, доопределение условий задачи, определение недостающих ресурсов или условий для решения задачи, обращение к партнеру для доопределения задачи или приобретения ресурсов.

Примером определяющей рефлексии может служить решение учебных кейсов по педагогическому проектированию, где студент в рамках конкретного кейса может соотнести задачу с предыдущими, проанализировать, насколько задача ему известна и какого знания или навыка ему не хватает для ее решения, обратиться к педагогу или группе за помощью. В профессиональной практике примером определяющей рефлексии может служить решение конкретной задачи педагогического проектирования по разработке конкретного урока по определенной теме.

Студент, обладающий определяющей рефлексией, может проанализировать ситуацию, понять, какого ресурса ему не хватает, чтобы ее решить, достаточно ли у него компетенций, достаточно ли у него информации о ситуации, понимает ли он критерии оценки результата, а также запросить недостающую информацию, ресурсы, компетенции. Если студент научился проектировать урок по определенному предмету, он может перенести свой опыт на другую такую же ситуацию [11].

Содержательная рефлексия – это способность совершать рефлексивный выход по отношению к собственному действию (как в процессе действия, так и уже завершеному), определять собственную задачу и образ результата, соотносить с собственной деятельностью и жизненной позицией, фиксировать нехватку средств для действия, осознавать свои переживания и ценностно-смысловое содержание сознания [12].

Примером содержательной рефлексии в контексте педагогического проектирования может служить ситуация, когда студент является автором полного замысла какого-либо курса или серии занятий, и проектирование конкретного урока, в частности, удерживает замысел курса как комплексного педагогического действия, формирует образ результата и критерии его оценки, соотносит с собственной профессиональной траекторией, личностными особенностями. В процессе реализации проекта курса или серии занятий может анализировать их ход, осознавать, каким образом нужно построить тактику и стратегию коммуникации, чтобы достичь результата, может менять их по ходу действия. Чтобы определить стратегию, сотрудник фиксирует ситуацию и делает содержательное обобщение (например, можно ли описать взаимодействие как учебное сотрудничество и чего не хватает в реальном взаимодействии с точки зрения этого понятия) и перестраивает свою тактику исходя из обобщенной модели.

В отличие от примера для определяющей рефлексии, здесь студент может не только определять, какие трудности и дефициты у него есть, но и самостоятельно их разрешать, в том числе учиться на ошибках и «доразвивать» компетенции в процессе действия. Если у студента есть способность к содержательной рефлексии, то, научившись проектировать курс на одном предметном материале, он может перенести это умение на любой другой предмет в рамках данного типа деятельности, то есть проектировать образовательный процесс для разных возрастов, разных типов образовательных результатов [13].

В соответствии с разработанными понятиями были определены следующие критерии для диагностики рефлексии и успешности применения цифровых инструментов в образовательном процессе.

Для диагностики определяющей рефлексии [11]:

- фиксирует недостаточность условий для решения задачи (недостаточность данных),
- фиксирует отсутствие способа решения задачи,
- фиксирует излишнее условие,

- обращается с запросом на дополнительную информацию,
- отсутствие критерия: самостоятельно дополняет недостающие данные и выдает однозначные ответы.

Для диагностики содержательной рефлексии [12, 14]:

- планирует действие,
- анализирует процесс действия,
- корректирует действие в ходе его реализации,
- фиксирует и обобщает действие,
- переносит способ действия на другие задачи.

Применение цифровых инструментов в образовательном процессе означает умение педагога обозначить проблему или задачу, возникающую в образовательном процессе, построить гипотезу, как именно цифровой инструмент может ее решить, определить метрики, которые покажут, удалось ли решить задачу [15]. В рамках данного исследования применение цифровых инструментов в образовательном процессе измерялось на материале кейсов, поэтому были разработаны критерии успешности решения кейса.

- может соотнести гипотезу, критерии подтверждения и имеющиеся данные;

- может запросить дополнительные данные, необходимые для подтверждения гипотезы;

- может предложить решение, согласованное с гипотезой и полученными данными.

Таким образом, **целью исследования** является выявление корреляции между уровнем сформированности рефлексии и успешностью решения кейсов по оценке эффективности использования онлайн-инструментов в деятельности педагога.

Материалы и методы исследования

Исследование реализовано методом констатирующего эксперимента, где независимой переменной была диагностика рефлексии, а зависимой переменной – успешность решения кейса применения цифровых инструментов в образовательном процессе.

Выборка составила 16 студентов гуманитарных специальностей, которые изучали курс «Дизайн образовательных программ». В рамках курса студенты изучали, как проектировать образовательные программы, в том числе как применять онлайн-инструменты в рамках образовательных программ. Одна из тем для изучения представляла собой внедрение онлайн-инструментов и проектирование метрик в качестве показателей успешности внедрения. После изучения темы студентам предлагался онлайн-курс, в котором вначале следовало изменение

рефлексии на материале внедрения онлайн-инструментов, а затем предлагался для решения контрольный кейс. В итоговом кейсе студентам нужно было пройти весь цикл проектирования, внедрения и оценки внедрения онлайн-инструмента в курс с помощью заранее спроектированных метрик.

Н1: проявление студентом характеристик сформированности определяющей и содержательной рефлексии связано с соответствием решения кейса всем трем критериям.

Н0: проявление студентом характеристик сформированности определяющей и содержательной рефлексии не будет коррелировать с решением кейса.

Чтобы проверить данную гипотезу, был разработан онлайн-курс по теме «Применение метрик в образовательном продукте» на базе инструмента Dailo.

Курс «Применение метрик в образовательном продукте» имеет следующую структуру: в начале курса студентам предлагается посмотреть короткое видео о том, как применять метрики для оценки эффективности онлайн-инструментов в курсе. Затем студенты решают задачи, чтобы выбрать метрики и оценить эффективность применения онлайн-инструментов в различных курсах. В рамках задач осуществляется диагностика определяющей и содержательной рефлексии в соответствии с критериями.

Задачи устроены таким образом, чтобы их правильно решить, нужно осуществить рефлексивные операции. Для диагностики определяющей рефлексии – зафиксировать недостаточность данных, запросить дополнительные данные, зафиксировать излишние данные и предложить решение задачи исходя из данных. Для диагностики содержательной рефлексии – спланировать метрики, которые нужны для оценки эффективности онлайн-инструмента, проанализировать, какие данные нужны в рамках метрик, оценить, подходят ли имеющиеся данные к метрикам, сделать вывод, зафиксировать использованный способ действия.

Для реализации эксперимента были использованы учебные диалоги с применением искусственного интеллекта на базе приложения Dailo. В рамках учебных диалогов студент разговаривает с «наставником» и «персонажем» относительно эффективности онлайн-инструмента, отвечает на их вопросы, запрашивает данные и т.д. (рисунок).

Решение итогового кейса проходило в рамках занятия со студентами и включало в себя итоговый кейс по внедрению онлайн-инструмента, похожий на кейсы из курса, но диагностика включала в себя уже не сформированность рефлексии, а связность решения и адекватность применения метрик.



Иллюстрация приложения Dailo

Студенты решали кейс письменно и индивидуально, оценка решения производилась методом критериального анализа.

В ходе эксперимента были получены и проанализированы по критериям данные о проявлении студентами характеристик рефлексии и данные об успешности решения кейса. За соответствие критерию анализа студентам начислялись баллы (1 критерий = 1 балл), таким образом, данные были переведены в числовой формат.

Полученные данные были обработаны в соответствии с обозначенными критериями и переведены в числовой формат по количеству соответствия критериям. Числовые данные были обработаны критериями Стьюдента и Пирсона.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате были получены данные о проявлениях определяющей и содержательной рефлексии у студентов и об успешности решения кейса.

Среди всех участников эксперимента были те, кто не участвовал в измерении рефлексии, то есть они не проходили онлайн-курс, а изучали тему использования метрик для оценки эффективности внедрения онлайн-инструментов только на занятии. Поэтому вначале была проанализирована успешность решения кейса двумя группами, теми, кто изучал тему на занятии, и теми, кто дополнительно проходил онлайн-курс.

Были сопоставлены баллы двух групп студентов, в которых участники набрали за решение кейса (от 0 до 3 баллов). Данные были проанализированы критерием Стьюдента для независимых групп, так как он позволяет сопоставить величины средних значений двух выборок и оценить, действительно ли средние значения отличаются.

Полученное значение равно 2,3, что является значимым с вероятностью ошибки $p = 0,05$. Таким образом, можно сделать вывод, что студенты, которые проходили онлайн-курс и участвовали в диагностике рефлексии, действительно решают кейс более успешно.

Далее были сопоставлены данные о проявленности характеристик рефлексии студентов, определяющей и содержательной, и успешности решения кейса. А также была проанализирована их корреляция с помощью критерия Пирсона, так как критерий позволяет сопоставлять распределения признаков, представленных в любой шкале. Для поиска корреляции с помощью критерия Пирсона полученные баллы были переведены в процентные величины.

Эмпирическое значение критерия равно 19,972, что превышает критическое значение. Расхождения между распределениями статистически достоверны (гипотеза H_1). Это означает наличие корреляции между проявлениями рефлексии студентов и успешностью решения кейса в соответствии с критериями.

Данные результаты подтверждают, что студенты, у которых сформирована рефлексия, лучше решают кейсы по оценке эффективности онлайн-инструментов в образовательном процессе, чем те, у кого рефлексия сформирована в меньшей степени. А студенты, которые не участвовали в измерении рефлексии и не совершали рефлексивных действий по отношению к оценке эффективности онлайн-инструментов в образовательном процессе, не справляются с решением кейса, хотя при этом имеют доступ к способам его решения и обсуждали их на занятии.

Данные результаты могут свидетельствовать о том, что формирование рефлексии в процессе освоения информационных технологий в профессиональной деятельности необходимо, чтобы в дальнейшем проектировать, оценивать и интегрировать в педагогический процесс инструменты в сфере информационных технологий. Поскольку умение оценки эффективности цифровых, в частности онлайн-инструментов, по результатам исследования зависит от уровня сформированности рефлексии, можно предположить, что и весь процесс проектирования и интеграции цифровых инструментов в образовательный процесс также будет коррелировать со сформированностью рефлексии.

Данные результаты нуждаются в дальнейших исследованиях, так как выборка в данном эксперименте была достаточно маленькой. Кроме того, успешность решения кейсов не означает напрямую аналогичную успешность проектирования и внедрения цифровых инструментов в профессиональной деятельности, поэтому данный вопрос также нуждается в дополнительной проверке. Однако данные результаты свидетельствуют о возможности совершенствования существующих технологий обучения, в частности использования методик, формирующих рефлексия на материале проектирования и внедрения цифровых инструментов. Также кажется важным рассмотреть интеграцию учебных диалогов с использованием технологий искусственного интеллекта в образовательный процесс студентов, так как есть предположение, что данную методику формирования рефлексии можно более эффективно реализовать именно с помощью данного инструмента. В пользу этого свидетельствуют результаты, где студенты, которые изучали материал только на занятии, без изучения курса в Dailo, показывали значительно худшие результаты решения кейсов.

Заключение

В результате проведенного исследования была обнаружена связь между уровнем сформированности рефлексии студентов и успешностью решения ими кейса об оценке эффективности онлайн-инструментов в образовательном процессе.

Также была выявлена связь между способом изучения темы и решением кейса: студенты, которые изучали тему оценки эффективности онлайн-инструмента и на занятии, и с помощью учебных диалогов с использованием искусственного интеллекта решали кейс лучше, чем студенты, которые изучали тему только на занятиях.

Полученные результаты могут свидетельствовать о связи между сформированностью рефлексии и проектированием, оценкой, внедрением цифровых инструментов в профессиональной деятельности педагога. Также результаты о применении учебных диалогов с использованием искусственного интеллекта кажутся перспективными с точки зрения формирования рефлексии и результатов обучения.

В качестве дальнейших исследований предлагается провести эксперимент по формированию рефлексии у студентов с помощью учебных диалогов с использованием искусственного интеллекта, чтобы подробнее изучить связь между сформированностью рефлексии и применением цифровых инструментов в образовательном процессе, а также подтвердить эффективность учебных диалогов с использованием искусственного интеллекта для обучения.

Список литературы

1. Хоченкова Т.Е. Модель цифровых компетенций педагогов: терминологический и содержательный аспекты // Вестник РУДН. Серия: Информатизация образования. 2021. № 4. С. 314–325.
2. Духовникова И.Ю., Король А.М. Цифровые компетенции современного учителя как основа успешной преподавательской деятельности // МНИЖ. 2021. № 2–3 (104). С. 99–101.
3. Носкова А.В., Голоухова Д.В., Кузьмина Е.И., Галицкая Д.В. Цифровые компетенции преподавателей в системе академического развития высшей школы: опыт эмпирического исследования // Высшее образование в России. 2022. № 1. С. 159–168.
4. Спирыкова И.С. Использование цифровых технологий в профессиональной деятельности молодых педагогов в условиях пандемии // Вестник БГУ. Образование. Личность. Общество. 2022. № 1. С. 68–73.
5. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования / Под ред. А.Ю. Уварова, И.Д. Фрумина. М.: НИУ ВШЭ, 2019. 344 с.
6. Тюменцева Е.В., Панова Е.П., Осипов Е.М., Бубнова М.И., Фролова Н.Н. Качество образования в условиях цифровой образовательной среды // Образование и право. 2022. № 9. С. 243–254.

7. Мажаренко С.В. О некоторых аспектах готовности педагогов к цифровым трансформациям в образовании (по материалам опроса) // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2022. № 2 (46). С. 32–41.
8. Куминова В.Н. Рефлексия как средство развития умений педагогического проектирования будущего учителя // Психология и педагогика: методика и проблемы практического применения. 2008. № 4–2. С. 144–148.
9. Болдинова Т.Н. Динамика развития рефлексии студентов-психологов в процессе обучения в вузе // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. 2016. № 5А. С. 100–110.
10. Алексеев Н.Г. Проектирование и рефлексивное мышление // Развитие личности. 2002. № 22. С. 85–102.
11. Цукерман Г.А. Условия развития рефлексии у шестилеток // Вопросы психологии. 1989. № 2. С. 39–46.
12. Зак А.З. Характер связи планирования и рефлексии у младших школьников // Оригинальные исследования. 2020. Т. 10, № 5. С. 33–43.
13. Воронцов А.Б. Судьба учебной деятельности в подростковой школе: содержание, способы и формы // Психологическая наука и образование. 2015. Т. 20, № 3. С. 56–69. DOI: 10.17759/pse.2015200307.
14. Репкина Г.В., Заика Е.В. Оценка уровня сформированности учебной деятельности: в помощь учителю начальных классов. Томск: Пеленг, 1993. 61 с.
15. Ковалева М.Н., Шибяев Д.В., Сеницына Т.И. Метрики эффективности дистанционного обучения в преподавании социально-гуманитарных дисциплин // Международный научно-исследовательский журнал. Серия: Науки об образовании. 2021. № 3–3 (105). С. 51–54. DOI: 10.23670/IRJ.2021.105.3.068.

УДК 374.1:37.034
DOI 10.17513/snt.40155

МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ НРАВСТВЕННОЙ ПОЗИЦИИ ПОДРОСТКОВ К ДИСЦИПЛИНИРОВАННОСТИ В УСЛОВИЯХ СПОРТИВНОЙ ШКОЛЫ

Дроздов А.М.

*МКОУ ДО «Детско-юношеская спортивная школа пгт Юрья (Кировская область)»,
Киров, e-mail: lexu@yandex.ru*

Актуальность темы исследования заключается в том, что в настоящее время эффективность работы учреждений дополнительного образования определяется тем, в какой мере учебно-воспитательный и учебно-тренировочный процессы обеспечивают развитие нравственной позиции подростков, формируют выносливую личность, готовят его не только к спортивно-тренировочной деятельности, но и к самостоятельной взрослой жизни. Развитие физических способностей юного спортсмена, его самостоятельности, инициативы, стремления к самореализации и самоопределению легче реализовать в учреждениях дополнительного образования. В то же время наблюдения и исследования свидетельствуют о том, что у части подростков не сформирована дисциплинированность как черта характера, что требует специальной психолого-педагогической работы, направленной на ее формирование. Научная новизна исследования заключается в том, что уточнено представление о сущности и особенностях дисциплинированности подростка как интегративном личностном качестве, обозначающем нравственную позицию человека. Автор упоминает о необходимости создания определенных педагогических условий, которые теоретически обоснованы в соответствии с педагогической системой дополнительного профессионального образования – участниками учебно-тренировочного процесса, содержанием, средствами, методами, формами, результатами образования. Одним из путей решения проблемы является разработка структурно-содержательной модели, направленной на формирование нравственной позиции и дисциплины у подростков в условиях спортивной школы, с целью достичь высоких спортивных результатов.

Ключевые слова: нравственная позиция, подросток, дисциплина, дополнительное образование, структурно-содержательная модель, спортивная деятельность

A MODEL FOR THE FORMATION OF A MORAL POSITION TEENAGERS' COMMITMENT TO DISCIPLINE IN A SPORTS SCHOOL

Drozдов A.M.

*Municipal State Educational Institution of Additional Education Children 's and Youth
Sports School of the village of Yurya (Kirov region), Kirov, e-mail: lexu@yandex.ru*

The relevance of the research topic lies in the fact that at present the effectiveness of the work of institutions of additional education is determined by the extent to which educational and training processes ensure the development of the moral position of adolescents, form a hardy personality, prepare them not only for sports and training activities, but also for independent adulthood. The development of the physical abilities of a young athlete, his independence, initiatives, aspirations for self-realization and self-determination are easier to implement in institutions of additional education. At the same time, observations and research indicate that some adolescents do not have discipline as a character trait, which requires special psychological and pedagogical work aimed at its formation. The scientific novelty of the research lies in the fact that the idea of the essence and features of a teenager's discipline as an integrative personal quality denoting the moral position of a person has been clarified. The author mentions the need to create certain pedagogical conditions that are theoretically justified in accordance with the pedagogical system of additional professional education – participants in the educational and training process, content, means, methods, forms, and results of education. One of the ways to solve the problem is to develop a structural and meaningful model aimed at forming a moral position and discipline among adolescents in a sports school to achieve high athletic results.

Keywords: moral position, teenager, discipline, additional education, structural and content model, sports activity

Введение

В современном образовании проблема повышения его качества является ключевой. Текущее состояние общества обусловлено не только глобальным экономическим кризисом, но и серьезными педагогическими вызовами. Ведущие ученые, педагоги в течение нескольких лет выражают обеспокоенность по поводу физического самочувствия подрастающего поколения в стране. В рамках физкультурной и спортивной деятельности в учебных заведениях

различных уровней можно выделить несколько ключевых аспектов: учебный; тренировочный; соревновательный; оздоровительный. Физическое воспитание предполагает сбалансированное объединение различных аспектов, однако особенности работы в области физкультуры и условия образовательного процесса иногда требуют временного приоритета одного из этих направлений [1, с. 67]. Ответственность спортивных школ за развитие морального статуса молодых людей, склонных к дис-

циплине и самодисциплине, а также ответственность за продвижение нравственности в спорте находится под влиянием основной социальной заботы. Под нравственно-волевыми качествами подразумевается обширный набор личных характеристик, жизненно важных для современных подростков, чтобы они могли успешно учиться и вести полноценную жизнь. Эти качества включают в себя моральные установки и волевые проявления, которые способствуют эффективному преодолению трудностей и достижению поставленных целей [2, с. 13]. Занятия спортом через дисциплинированность помогают сформировать нравственную позицию подростков. Как известно, спортивные школы опираются на образовательную идеологию, направленную на всестороннее развитие личности каждого обучающегося.

Цель исследования – разработка структурно-содержательной модели формирования нравственной позиции будущих спортсменов к дисциплинированности в условиях спортивной школы.

Материалы и методы исследования

В рамках исследовательской работы были задействованы различные теоретические методы, значимо обогатившие ее содержание и результаты: анализ педагогической и нормативно-правовой литературы, научных работ, организационно-распорядительных документов и нормативных актов позволил сформировать теоретическую основу исследования и выявить актуальные научные подходы к формированию нравственной позиции подростков [2]. Актуальные практические методы: наблюдение, анализ опыта практической деятельности по формированию нравственной позиции подростков.

Результаты исследования и их обсуждение

Данное теоретическое исследование выявило основные направления формирования нравственной позиции подростков по отношению к дисциплинированности. Был проведен интеграционный анализ спортивно-тренировочного процесса в спортивных школах, включенных в концепцию дополнительного обучения. Рассмотренные концепции легли в основу разработки структурно-содержательной модели формирования нравственной позиции подростков по отношению к дисциплинированности в рамках спортивной школы. Внесли свой вклад в изучение данной темы В.Л. Ботяев, Е.П. Скворцова, С.В. Ботяев и др. [3]. Нравственное воспитание является одним из наиболее актуальных направлений исследований в науч-

ном сообществе. Формирование ценностей продолжается на протяжении всей жизни. В этом отношении заслуживает внимания исследования О.Н. Бережницкой, которая подчеркивают недостаточность изучения области практической реализации качественной диагностики нравственного воспитания молодежи средствами физической культуры и спорта в условиях спортивной детско-юношеской школы. Проблема нравственного воспитания в спортивных школах тесно связана с рядом других педагогических задач. Прежде всего, речь идет о потребности выстраивания здорового образа жизни среди молодежи. Здоровый образ жизни привносит в жизнь человека не только занятия спортом, но и рациональное питание, соблюдение режима дня, отказ от вредных привычек. Важным аспектом нравственного воспитания в спортивных школах является воспитание патриотизма и гражданственности. Спортсмены, представляющие свою страну на международных соревнованиях, должны быть образцами для подражания [4]. В процессе спортивных тренировок и соревнований у молодых спортсменов формируются такие качества, как целеустремленность, выносливость, дисциплинированность, уважение к соперникам и партнерам по команде. Эти качества не только способствуют достижению спортивных результатов, но и важны для всей дальнейшей жизни. Таким образом, нравственное воспитание в спортивных школах является многогранным и сложным процессом, включающим в себя целый комплекс педагогических задач. Вопрос о личной ответственности представляет собой одну из ключевых тем в рамках гуманитарных исследований, включая философию, социологию, педагогику и психологию [5, с. 15]. Исследование философских, педагогических и психологических концепций формирования нравственного статуса молодежи в связи с изучением понятия дисциплинированности в рамках спортивных школ (В.Л. Ботяев, Е.П. Скворцова, С.В. Ботяев и др.) показало, что через воспитание и развитие нравственного поведения формируется нравственный статус личности [3]. Взаимосвязь нравственности и интереса к занятиям спортом напрямую влияет на формирование нравственной позиции подростка. В основе этого лежит концепция применения физической культуры и спорта для формирования у человека нравственного сознания, этических убеждений, ценностей, ценностных ориентаций, соответствующих правил взаимоотношений и регуляции поведения [6].

Таким образом, спортивные школы играют ключевую роль в подготовке инфраструк-

туры своего региона. Длительный учебно-тренировочный процесс способствует формированию у подростков нравственного отношения к дисциплинированности в спортивном окружении [7]. Спортивные школы – это учреждения дополнительного образования, которые занимаются образовательной деятельностью. Данная сфера составляет

свыше 50% от всех видов работы, осуществляемых этими учреждениями.

Автором разработана модель, определяющая структуру, рациональность и методичность действий при формировании нравственной позиции подростков по отношению к дисциплинированности в спортивной школе (рисунок).



Структурно-содержательная модель формирования нравственной позиции подростков к дисциплинированности в условиях спортивной школы

Нормативно-целевой блок строится с учетом учебно-воспитательной деятельности и осуществляется в соответствии с приоритетами государственной политики в сфере воспитания, а также в соответствии с Конституцией Российской Федерации, Федеральным законом № 273-ФЗ от 29 декабря 2012 г. «Об образовании в Российской Федерации». Модель разработана на основе изменений в Федеральном законе от 30 апреля 2021 г. № 127-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации» [8], государственной доктрины образования в Российской Федерации на период до 2025 г. [9], стратегии развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2030 г. [10], распоряжения Правительства Российской Федерации от 17 октября 2018 г. № 2245-р «Об утверждении концепции подготовки сил спортивного резерва в Российской Федерации на период до 2025 года» [11].

В нормативно-правовых актах отмечены цели и стремления, направленные на формирование здорового поколения. Они предполагают осознание проблем и обучение методам их решения, включая прохождения спортивной подготовки. Каждое действие в этой области направлено на создание условий для полноценного развития и успешной адаптации молодежи к современным вызовам. Важно оказывать поддержку и стимулировать молодежь к активной жизненной позиции и здоровому образу жизни. В рамках спортивной подготовки особое внимание уделяется формированию позитивного отношения к спорту, развитию физических и психологических навыков, а также обеспечению безопасности во время тренировок и соревнований. Реализация данных мероприятий позволит обеспечить молодежь необходимыми знаниями и умениями для участия в спортивных мероприятиях, а также повысить уровень их физической подготовки и в целом улучшить качество их жизни [12].

Для проведения анализа взяты следующие источники: учебные планы, методические рекомендации, планы курсовой подготовки, предметов и дисциплин, а также годовые программы по спортивной подготовке. Природа спорта приносит победителей и проигравших. Опыт участия важен для каждого молодого спортсмена. Важно научить детей понимать, что нет причин для стыда. Когда молодое поколение научится контролировать и понимать свои эмоции после потери, оно станет эмоционально устойчивым и будет иметь морально сформированную позицию, которая поможет им во взрослой жизни.

Основные задачи развития и становления нравственной позиции подростков:

1) установление моральной позиции (чистое знание);

2) развитие нравственных чувств, таких как сопереживание, ответственность и стыд, способствующих формированию внутренней мотивации к соблюдению нравственных норм;

3) развитие нравственных качеств, таких как воля, целеустремленность, доброта, настойчивость, развивающихся в процессе спортивной деятельности и межличностного взаимодействия;

4) воспитание нравственных чувств включает в себя формирование глубокого понимания моральных ценностей и их значимости в нашей жизни, это предполагает обучение подростков тому, как различать добро и зло, проявлять сострадание и эмпатию, а также развивать собственные моральные принципы и этические убеждения;

5) развитие нравственности, умение строить доверительные отношения с другими людьми на основе взаимного уважения, заботы и справедливости, в таких отношениях люди стремятся к поддержке и помощи друг другу, а также соблюдают принципы справедливости и равноправия;

6) формирование высоконравственной позиции предполагает развитие мотивационных механизмов, основанных на ценностях добра, справедливости и этичности, такие подростки стремятся к самосовершенствованию, этическому поведению и помощи окружающим, заботясь не только о себе, но и о благополучии всего сообщества.

Таким образом, эти шесть аспектов направлены на формирование нравственных чувств, развитие нравственных отношений и высоконравственной мотивации поведения и играют важную роль в создании этически сознательного и гармоничного общества.

Формирование нравственной позиции подростков к дисциплинированности в спортивной школе является многогранным процессом, обусловленным необходимостью воспитания у молодых спортсменов высоких моральных качеств [13]. В этом процессе ключевыми подходами выступают:

1. Моральное сознание (моральные знания). Понятие о добре и зле, о правильности и неправильности, справедливости и несправедливости. Все эти понятия формируются у подростков в процессе усвоения нравственных норм и ценностей общества, в спортивной среде и в собственной семье. Знание этих норм является основой для развития нравственной позиции, определяющей отношение подростков к дисциплинированности и другим вопросам поведения.

2. Нравственные ценности и ценностные ориентации, развитые нравственные чувства, такие как честность, трудолюбие, уважение к соперникам и тренерам, становятся внутренними ориентирами для подростков, определяя их отношение к дисциплинированности. Развитые нравственные чувства, такие как сопереживание, ответственность и стыд способствуют формированию внутренней мотивации к соблюдению нравственных норм.

3. Нравственные качества, нравственные отношения, моральная мотивация поведения, такие как воля, целеустремленность, доброта, настойчивость, развиваются в процессе спортивной деятельности и межличностного взаимодействия. Нравственные отношения, основанные на уважении, взаимопомощи и сотрудничестве, формируют положительную атмосферу в спортивной команде и способствуют развитию моральной мотивации к соблюдению дисциплины.

4. Гендерные особенности подростков влияют на формирование нравственной позиции, обуславливая специфику восприятия ими дисциплины и нравственных норм. Девочки, как правило, более склонны к соблюдению правил, а мальчики – к проявлению лидерских качеств и самостоятельности. Учет гендерных особенностей позволяет разработать дифференцированные подходы к формированию нравственной позиции подростков.

Методологический блок отражает специфику формирования нравственной позиции подростков к дисциплине и включает в себя систему теорий, подходов, методов и форм, которая обеспечивает научную основу для данного процесса [14]. К основным компонентам методологического блока относятся: общенаучные, частно-научные, частно-предметные, интегративно-развивающие, гендерные теории.

1. Общенаучные теории, такие как теория систем, теория развития и теория воспитания, обеспечивают концептуальную основу для формирования нравственности подростков.

2. Частно-научные теории, например, спортивно-оздоровительные теории и практики, спортивные и подвижные игры с правилами разной сложности, раскрывают особенности развития нравственности у подростков в условиях спортивной деятельности.

3. Частно-предметные теории, такие как теория нравственного воспитания, теория формирования дисциплинированности, определяют специфические подходы и методы формирования нравственной позиции к дисциплине.

4. Интегративно-развивающий подход предполагает комплексное и системное

формирование нравственной позиции подростков с учетом их индивидуальных особенностей и условий спортивной деятельности. Этот подход обеспечивает целостный процесс развития нравственной сферы подростков, объединяя когнитивный, эмоциональный и деятельностный компоненты.

5. Гендерный подход (с ведущим комплексно-развивающим компонентом) учитывает влияние гендерных особенностей на формирование нравственной позиции подростков. Этот подход предполагает использование дифференцированных методов и форм воспитания, учитывающих специфику восприятия и реагирования мальчиков и девочек на нравственные нормы и правила дисциплины. Ведущий комплексно-развивающий компонент гендерного подхода направлен на всестороннее развитие личности подростков, включая их нравственные качества, независимо от гендерной принадлежности.

В описании данной модели был использован комплексный подход для проверки процесса формирования нравственной позиции подростков. Две основные цели подхода – подготовить подростков к дальнейшему развитию и помочь юным спортсменам в самореализации во время тренировок, что также способствует моральной дисциплинированности подростка. Нравственная позиция подростков формируется путем интеграции спортивного содержания и образовательной деятельности, в результате чего происходит развитие личностно-профессиональных качеств и профессиональных качеств через профессионализацию. Кроме того, гендер также является важным аспектом. В спортивной сфере в системе дополнительного профессионального образования принят еще один подход, учитывающий как минимум три фактора при организации дополнительного профессионального образования в спортивной среде: точные научные знания, основанные на психофизиологических особенностях подросткового возраста, понимание образовательных и воспитательных целей и задач, связанных с формированием нравственной позиции подростка и, наконец, выбор оптимальных методов обучения и образования.

Процессуально-содержательный блок направлен на повышение нравственного облика развивающегося спортсмена посредством процедурно-фундаментального блока программы. Методика обучения в спортивной школе опирается на подготовительно-диагностические, организационно-развивающие, оценочные факторы, а также методы, приемы и средства достижения поставленной цели, которые включают в себя раз-

личные образовательные подходы и современные педагогические инструменты. Этот блок также включает содержательно-методическую составляющую образовательного пространства и специальный навигатор по развитию нравственной позиции в спортивных школах. Организационно-технологическим компонентом программы является спортивно-тренировочный процесс, который включает специальное пространство, тренажерный зал, спортивный инвентарь и кадровые ресурсы. Такая комплексная программа позволяет эффективно и систематически формировать нравственную позицию подростков и развивать их спортивные навыки и качества.

Реализация определенных методов и форм, используемых для формирования нравственной позиции подростков к дисциплинированности, должна учитывать их возрастные и индивидуальные особенности. К наиболее эффективным методам относятся: убеждение и разъяснение нравственных норм и ценностей, поощрение и наказание за соблюдение или нарушение дисциплины, создание позитивной и нравственной атмосферы в спортивной команде, личный пример и авторитет тренера и других взрослых, использование игровых и соревновательных форм. Эти методы и формы способствуют осознанию подростками нравственных норм и ценностей, развитию нравственных чувств и формированию внутренней мотивации к соблюдению дисциплины. Формирование нравственной позиции подростков к дисциплине в спортивной школе является сложным и многогранным процессом, требующим комплексного подхода, основанного на использовании современных теорий, подходов, методов и форм воспитания. Реализация данного процесса позволяет воспитывать у молодых спортсменов высоконравственные качества, необходимые для успешной спортивной карьеры и полноценного развития личности.

В процессе формирования образовательной среды спортивного учреждения этот компонент деятельности подразумевает внедрение модели, направленной на адаптацию молодежи и развитие ее характера, а также включает ценностно-ориентированные компоненты, социальную адаптацию и нравственное формирование.

Радикальные аспекты формирования нравственной позиции подростков стали еще одним аспектом содержательного блока модели, включавшего эффективные формы формирования нравственной позиции подростков. Для реализации концепции физкультурно-спортивного образовательного пространства автором определены следующие

мероприятия: спортивные фестивали, дни рождения воспитанников спортивных школ, спортивные сборы, соревнования, мастер-классы, экскурсии на спортивные и оздоровительные объекты, поездки на спортивные мероприятия, совместные проекты с другими образовательными и спортивными учреждениями, поездки на спортивные и развлекательные объекты.

Помимо вышеизложенного автором исследованы основы образовательного пространства физического и спортивного воспитания, в том числе принципы образовательного пространства. Принцип целенаправленности: признание человека высшей ценностью и приоритет его физического, психического и социального развития. Принцип цельности: создание условий для всестороннего развития личности учащегося, формирования у него гуманистических ценностей и установок. Принцип непрерывности: объединение усилий всех участников образовательного процесса (учеников, педагогов, семьи, социума) для достижения максимального эффекта. Принцип единства: учет индивидуальных особенностей и потребностей учащихся при организации образовательного процесса, создание условий для реализации их способностей и интересов. Принцип системности: соответствие образовательного процесса естественным закономерностям развития детей и подростков, использование доступных и привлекательных для них форм и методов обучения. Принцип активного включения в обучающей деятельности: воспитание конструктивной атмосферы в коллективе, защита интересов учащихся, проявление уважения к их мнению, пропаганда позитивного поведения. Для реализации указанных принципов автором разработаны педагогические условия, включающие анализ возрастных особенностей подростков и учет их индивидуальных отличий [15].

Критериально-оценочный блок представляет собой отражение достигнутых результатов, учитывая уровень сформированности нравственной позиции подростков (высокий, оптимальный, низкий) по указанным критериям (когнитивно-смысловой, мотивационно-деятельностный, рефлексивно-оценочный) и соответствующим показателям.

Комплексность образовательных условий превышает рамки учебной программы, взаимодействуя с социальным порядком и предсказуемыми результатами исследования. Позиционирование составляющей модели является основой для создания образовательных условий, направленных на развитие морального отношения подростков к дисциплине в спортивной школе.

Создание морально-психологической атмосферы в образовательном процессе, основанной на принципах взаимного уважения, сотрудничества и поддержки, включает в себя: разработку и применение дифференцированных и индивидуализированных образовательных программ; использование разнообразных форм и методов обучения, включая диалог, интерактивные игры, проекты и исследовательские работы; высокий уровень этической культуры и нравственного поведения учителя и наставника, выступающий в качестве авторитета и примера для обучающихся; активное использование коммуникационных технологий для расширения образовательных возможностей и общения с родителями и общественностью; реализация принципа преемственности в деятельности спортивных команд, передача опыта и традиций старших учащихся младшим; нравственный и содержательный анализ достижений учащихся, поощрение не только спортивных успехов, но и этического поведения и проявления человеческих качеств; создание конкурентной среды в условиях дополнительного образования для стимулирования мотивации и развития спортивного духа [16, с. 148].

Структура и содержание модели, по мнению автора, являются специфическими структурами, включающими процессуальные аспекты образовательной практики, то есть формирование нравственной позиции молодежи по отношению к дисциплине в спортивных школах. Исходя из этого положения, представленная модель является теоретическим и практическим руководством, благодаря которому можно обеспечить непрерывность формирования нравственной, физической и общекультурной личности юных спортсменов и удовлетворить все современные социальные и культурные потребности общества.

Заключение

Таким образом, автором статьи решена задача, связанная с разработкой структурно-содержательной модели формирования нравственной позиции будущих спортсменов к дисциплинированности в условиях спортивной школы. В понимании автора разработанная структурно-содержательная модель может быть внедрена как метод и элемент научного познания для формирования нравственной позиции молодежи по отношению к дисциплинированности в условиях спортивной школы.

Список литературы

1. Тимушкин А.В., Медведева Н.А., Попов А.В., Кашицына Л.В. Совершенствование физического воспитания

в системе общего и высшего образования // Современные проблемы науки и образования. 2024. № 2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=33308> (дата обращения: 06.05.2024). DOI: 10.17513/spno.33308.

2. Афов А.Х. Формирование нравственно-волевых качеств у старших подростков при подготовке к сдаче нормативов ГТО: дис. ... канд. пед. наук. Грозный, 2021. 222 с.

3. Ботяев В.Л., Скворцова Е.П., Ботяев С.В. Анализ деятельности научно-консультационного центра отбора и диагностики спортивной предрасположенности детей и подростков // Ученые записки университета Лесгафта. 2018. № 3 (157). С. 54–58.

4. Шумилова Е.А., Журавлева Ю.И., Осипова В.Е. Духовно-нравственное и нравственно-половое воспитание подростка: теоретические аспекты // KANT. 2023. № 3 (48). С. 282–285. DOI: 10.24923/2222-243X.2023-48.49.

5. Токарева В.Б. Педагогическое сопровождение развития внутренней ответственности у юных хоккеистов: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Ярославль, 2021. 223 с.

6. Елагина В.С., Михайлова Т.А., Черная Е.В. Подготовка учителя физической культуры в условиях обновления содержания образования // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 8. С. 138–142. DOI: 10.17513/snt.39744.

7. Афов А.Х. Разработка модели формирования нравственно-волевых качеств у подростков при подготовке к сдаче нормативов комплекса ГТО // Проблемы современного педагогического образования. Сборник научных трудов. Ялта: РИО ГПА, 2020. Вып. 67. Ч. 2. С. 7–11.

8. Федеральный закон от 30.04.2021 № 127-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О физической культуре и спорте в Российской Федерации» и Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202104300106> (дата обращения: 15.05.2024).

9. Национальная доктрина образования в РФ до 2025 года [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/law/podborki/nacionalnaya_doktrina_obrazovaniya_v_rf_do_2025_goda (дата обращения: 04.06.2024).

10. Распоряжение Правительства РФ от 24 ноября 2020 г. № 3081-р «Об утверждении Стратегии развития физической культуры и спорта в РФ на период до 2030 года» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74866492/> (дата обращения: 10.06.2024).

11. Распоряжение Правительства РФ от 17.10.2018 № 2245-р (ред. от 29.04.2021) «Об утверждении Концепции подготовки спортивного резерва в РФ до 2025 года» (вместе с «Планом мероприятий по реализации Концепции подготовки спортивного резерва в Российской Федерации до 2025 года») [Электронный ресурс]. URL: <https://legalacts.ru/doc/rasporjzhenie-pravitelstva-rf-ot-17102018-n-2245-r-ob-utverzhdenii/> (дата обращения: 12.06.2024).

12. Воронин А.Д., Данилова А.М., Савельева О.В. Взаимодействие в системе тренер – ребенок – родители как средство улучшения показателей оценочно-результативного компонента успешности спортивной подготовки ребенка // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2021. № 10 (200). С. 76–83.

13. Болтаева Л.Ш., Ворожейкина А.В. Педагогическая поддержка в формировании идентичности у подростков // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. 2022. № 1 (167). С. 233–248. DOI: 10.25588/CSPU.2022.167.1.016.

14. Черепанов К.Н., Тихонов А.М., Кечкин Д.Д. Технология физкультурной деятельности // Modern Humanities Success. 2023. № 11. С. 230–236.

15. Лушников Т.В. Применение организационно-педагогических механизмов в дополнительном образовании сельских детей // Управление образованием: теория и практика. 2022. № 11 (57). С. 185–191.

16. Абалян А.Г., Бронникова Е.М., Васютина Е.С., Виноградова М.В., Королев И.В., Кулямина О.С., Лукичева А.Ю., Матраева Л.В., Окуньков Ю.В., Поворина Е.В., Столяров В.И., Танатова Д.К., Федотова Е.В., Фомиченко Т.Г., Царьков П.Е. Мотивация и социальные барьеры к систематическим занятиям физической культурой и спортом в Российской Федерации: коллективная монография. М.: ОАО «Подольская фабрика офсетной печати», 2022. 304 с.

УДК 378.14.015.62
DOI 10.17513/snt.40156

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ГРАМОТНОСТЬ КАК ИНСТРУМЕНТ ИНТЕГРАЦИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС СТУДЕНТОВ ГУМАНИТАРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ В ВУЗЕ

Желдашева А.О.

ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х.М. Бербекова»,
Нальчик, e-mail: anna.zheldasheva@mail.ru

Основной целью исследования являлось теоретическое обоснование, практическое определение и экспериментальное создание образовательной среды, направленной на развитие у студентов гуманитарных направлений функциональной математической грамотности. В исследовании приняли участие 68 студентов первого курса гуманитарных направлений Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова. Были использованы следующие методы: теоретические (анализ, обобщение, интерпретация научной литературы по проблеме исследования) и эмпирические (педагогический эксперимент, анкетирование). В работе приведен анализ содержания понятия «математическая грамотность» в рамках функциональной грамотности, изложены различные способы и формы обучения, помогающие в развитии математической грамотности обучающихся. Описаны вопросы формирования и оценивания математической грамотности обучающихся. В результате экспериментального исследования развития математической грамотности у студентов, согласно анализу полученных результатов, была осуществлена систематизация собранных данных, сформулированы выводы. Согласно полученным результатам, в рамках проведенного теоретического исследования раскрыты основные подходы к определению «функциональной грамотности» и «математической грамотности». Таким образом, автором было продемонстрировано обоснование и актуальность разработки функциональной математической грамотности. Теоретически были выявлены ключевые дидактические условия для выбора математических задач как инструмента формирования математической грамотности у студентов.

Ключевые слова: высшее образование, функциональная грамотность, математическая грамотность, методы обучения, исследование, качество образования

FUNCTIONAL MATHEMATICAL LITERACY AS A TOOL FOR INTEGRATING INTO THE EDUCATIONAL PROCESS OF HUMANITIES STUDENTS AT THE UNIVERSITY

Zheldasheva A.O.

*Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov, Nalchik,
e-mail: anna.zheldasheva@mail.ru*

The main objective of the work was the theoretical substantiation, practical definition and experimental creation of an educational environment aimed at developing functional mathematical literacy in students majoring in the humanities. The study involved 68 first-year students of the humanities at the Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov. The following methods were used: theoretical (analysis, generalization, interpretation of scientific literature on the research problem) and empirical (pedagogical experiment, questionnaire). The paper provides an analysis of the content of the concept of "Mathematical literacy" within the framework of functional literacy, outlines various methods and forms of training that help in the development of mathematical literacy of students. The issues of formation and assessment of mathematical literacy of students are described. As a result of the experimental study of the development of mathematical literacy in students, according to the analysis of the results obtained, the collected data was systematized, conclusions were formulated. According to the results obtained, within the framework of the theoretical study, the main approaches to the definition of "functional literacy" and "mathematical literacy" are revealed. Thus, the author demonstrated that the development of functional mathematical literacy has its own validity and relevance. Theoretically, key didactic conditions for choosing mathematical problems as a tool for developing mathematical literacy in students were identified.

Keywords: higher education, functional literacy, mathematical literacy, teaching methods, research, quality of education

Введение

Математическая грамотность является неотъемлемым аспектом функциональной грамотности и проявляется в способности использовать математические методы для решения задач в различных контекстах, выходящих за рамки чисто математических ситуаций. Ключевым навыком в этом процессе становится возможность структурировать проблему на языке математики, кор-

ректно применять математические термины и интерпретировать результаты, что и служит показателем развития функциональной математической грамотности.

Наиболее значимым ключевым фактором обучения является умение применять усвоенные знания и навыки в различных ситуациях, как в повседневной жизни, в учебной среде, так и в профессиональной деятельности. Обратим внимание на то, что функциональная грамотность является главным ин-

струментом для успешной адаптации и достижения успеха в современном обществе, позволяет не только понимать информацию, но и уметь применять ее на практике, решая конкретные задачи и достижения поставленных целей. Развитие функциональной грамотности является неотъемлемой частью обучения, способствуя формированию универсальных навыков и качеств, необходимых для реализации своих потенциальных возможностей.

Математическая грамотность является главной составляющей функциональной грамотности. Как правило, для достижения высокого уровня понимания и применения математических данных в различных ситуациях необходимо продолжать развивать и углублять навыки математической грамотности.

В контексте современных образовательных трендов такие методы, как проектное обучение, проблемно-ориентированное обучение и кейс-метод, активно включают элементы функциональной грамотности, предоставляя студентам возможности для развития умений, необходимых для решения практических задач [1, 2]. Это подходы, позволяющие углублять знания через активное применение теоретического материала в условиях, приближенных к реальным.

Исследования И.И. Валеева [3], Г.А. Сибирицкой [4] освещают процесс формирования и оценки математической грамотности, подчеркивая ее значимость для развития интеллектуальных способностей, социальной адаптации и профессиональных навыков учащихся. Особое внимание в работах уделяется влиянию математической грамотности на общий образовательный и социальный успех учеников.

Работа А.В. Боровских представляет собой анализ математической грамотности с акцентом на значении знаковых систем, которые играют важную роль в понимании и овладении этой компетенцией [5]. В исследовании освещены методические аспекты, связанные с определением, принципами и особенностями применения математической грамотности в образовательном процессе.

В эпоху развития информационных технологий значимость математической грамотности находит подробное освещение в работах таких ученых, как С.И. Калинин, С.И. Торопова и Ю.И. Макарова [6]. Авторы утверждают, что грамотность критически необходима для успешной адаптации к изменчивым условиям информационного мира, выступая ключевым инструментом для ориентирования в сложившихся реалиях. Результаты исследования показывают,

что освоение математической грамотности обеспечивает человеку возможность адекватно реагировать на требования современности и эффективно взаимодействовать в быстро меняющемся мире.

Функциональная грамотность становится ключевым элементом в структуре современного образования, отражая необходимость в подготовке молодежи к эффективной адаптации к вызовам времени, стимулированию инновационной активности и поддержанию процесса постоянного самообразования [7, 8]. Это направление демонстрирует стремление образовательных систем к переосмыслению своих подходов в ответ на динамично меняющуюся информационную среду, выделяя необходимость воспитания у студентов готовности к активному взаимодействию с социальной средой.

Внедрение инновационных образовательных методик, фокусирующихся на использовании знаковых систем, значительно усиливает интерес к математике и способствует развитию умений, необходимых для решения практических задач. Такой подход подчеркивает критическую роль математики в обучении, поскольку он способствует не только освоению математических навыков, но и формированию критического мышления, аналитических способностей и умения применять математические знания в разнообразных жизненных ситуациях [9].

Концептуальные разработки в области оценки математической грамотности открывают новые перспективы для углубления в методы диагностики и улучшения образовательных результатов. Эти подходы позволяют образовательной системе и преподавателям выявлять и анализировать проблемы в учебном процессе, а также разрабатывать стратегии для оптимизации процесса обучения [10].

Исследования, затрагивающие преподавание математики в контексте жизненных ситуаций, демонстрируют значимость практического применения учебных знаний. Привлечение студентов к реальным задачам делает математическую грамотность более понятной и доступной для учащихся.

Научные работы часто описывают функциональную грамотность как критически важный элемент в адаптации к социальным контекстам. Это проявляется в способности к эффективному взаимодействию с изменениями в окружающем мире, умении решать нестандартные задачи и установлении социальных связей.

Активное вовлечение студентов в решение прикладных задач улучшает понимание математической грамотности, делая ее

не только актуальной, но и глубже осмысленной в их учебном процессе. В работе [11] функциональная грамотность описана как важный элемент успешной социальной адаптации, включающий возможности адаптации к изменениям, решения нетрадиционных задач и построения социальных связей.

Универсальные компетенции, связанные с развитием функциональной грамотности, включают анализ информации, формулирование целей и разработку стратегий их достижения. Они также акцентируют важность умения структурировать устную и письменную речь, что необходимо для профессиональной деятельности.

Целью настоящего исследования являлось формирование и развитие функциональной математической грамотности у студентов первых курсов гуманитарных направлений в Кабардино-Балкарском государственном университете (КБГУ).

Исследование направлено на определение и систематизацию методов обучения, которые могут эффективно способствовать улучшению уровня математической грамотности. В рамках исследования особое внимание уделялось анализу того, как различные подходы в обучении могут влиять на способность студентов применять математические знания в разнообразных реальных и теоретических контекстах.

Материалы и методы исследования

Экспериментальной базой исследования являлся Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова (КБГУ). В исследовании приняли участие 68 студентов первых курсов гуманитарных направлений КБГУ, что обеспечило репрезентативность выборки и возможность генерализации полученных результатов. Студентов поделили на две равные группы по 34 чел.: контрольную и экспериментальную. Распределение по группам происходило таким образом, чтобы в каждой группе было примерно одинаковое количество студентов каждого уровня математической подготовки.

Для данного исследования применялся комплекс теоретических и эмпирических методов. В основу теоретического анализа легли методы систематизации и интерпретации научной литературы, что позволило глубже изучить и осмыслить концепцию функциональной математической грамотности. Среди основных теоретических подходов выделялись анализ и обобщение данных, полученных из академических источников, а также критическое осмысление различных методик обучения математике,

что способствовало формированию целостного представления о текущем состоянии проблемы.

На эмпирическом уровне был организован педагогический эксперимент с использованием разработанных учебных материалов и заданий, специально адаптированных для формирования и оценки математической грамотности. Применялись такие методы сбора данных, как анкетирование и наблюдение, что позволило оценить динамику усвоения математических навыков студентами. Компьютерное тестирование было использовано для количественной оценки уровня математических знаний и умений студентов, а также для анализа эффективности методик обучения.

Ключевым аспектом практической части исследования стало использование интерактивных досок и мультимедийных презентаций в процессе лекционных и практических занятий. Эти инструменты способствовали визуализации абстрактных математических понятий и улучшению понимания студентами изучаемого материала. Особое внимание уделялось методам активного обучения, включающим решение практических задач, что направлено на стимулирование критического мышления и развитие проблемно-ориентированных навыков у студентов.

Результаты исследования и их обсуждение

На констатирующем этапе в экспериментальной и контрольной группах была проведена входная тестовая диагностика уровня сформированности математической грамотности обучающихся. Результаты входной диагностики оказались примерно сопоставимыми (рис. 1).

Экспериментальная группа проходила интенсивный курс по функциональной математической грамотности, включающий лекции, практические занятия. Контрольная группа продолжала обучение по стандартной программе.

В ходе формирующего этапа, проведенного без изменений в учебных планах, были разработаны и внедрены комплексные методы педагогического анализа, взаимосвязанные и взаимодополняющие друг друга, что позволило достичь поставленных целей в обучении дисциплине «Математика». Реализация экспериментальной части исследования включала использование электронных образовательных технологий и интерактивных досок, что способствовало более глубокому взаимодействию студентов с материалом и улучшению их понимания абстрактных математических концепций через визуализацию.



Рис. 1. Результаты входного диагностического тестирования



Рис. 2. Результаты итогового тестирования

Для формирования функциональной математической грамотности был создан набор задач, помогающий студентам развивать необходимые навыки и применять теоретические знания на практике. В процессе практических занятий особое внимание уделялось повторению и анализу различных подходов к решению задач, что обеспечивало студентам лучшее освоение материала. Важной частью контрольного этапа стало использование итогового тестирования, позволившего оценить качество усвоения знаний в более структурированной форме, обеспечивая объективность и точность оценок (рис. 2).

Сравнительный анализ результатов входного и итогового тестирования двух групп демонстрирует значительное преимущество интенсивного обучения по спе-

циальной программе. Студенты экспериментальной группы показали общий рост уровня математических знаний, при этом значительная часть студентов перешла на более высокие уровни грамотности. В контрольной группе изменений практически не произошло, что подтверждает статичность их уровня знаний без дополнительных усилий по улучшению образовательной программы.

Полученные данные подтвердили, что интеграция традиционных и современных образовательных методов значительно повышает эффективность учебного процесса, способствует более продуктивному взаимодействию студентов с учебным материалом и способствует их активной познавательной деятельности. Это, в свою очередь, позволяет студентам развивать межпредметные

и междисциплинарные умения, которые оказываются крайне важными в современных реальных профессиональных контекстах.

Также было выявлено, что дидактические требования к учебным задачам и самостоятельная работа студентов вне аудитории оказывают значительное влияние на развитие творческого мышления и углубленное понимание математических концепций.

В рамках эксперимента было установлено, что интеграция новейших технологий и интерактивных ресурсов в образовательный процесс существенно повышает интерес студентов к учебе. Применение мультимедийных презентаций и интерактивных досок значительно усиливало вовлеченность студентов, способствуя лучшему усвоению материала и пониманию сложных тем.

Исследование показало, что центрирование образовательного процесса вокруг студента и его активного взаимодействия с учебным контентом приводит к улучшению понимания и освоения математических знаний. Этот подход особенно актуален в свете современных образовательных направлений, акцентирующих внимание на развитии навыков, критически важных для профессионального роста и успеха в будущем.

Глубокое осмысление понятия «математическая грамотность» требует всестороннего изучения концепции «функциональной грамотности». На основе данных, полученных в ходе эксперимента в образовательной среде, становится очевидным, что функциональная грамотность служит основой для развития универсальных культурных компетенций, актуальных для студентов разнообразных дисциплин.

Функциональная грамотность определяется как способность человека адекватно осмысливать, анализировать и применять информацию в самых разных жизненных обстоятельствах. В условиях современного мира, полного информационных потоков, такие умения приобретают критическое значение, обеспечивая быструю адаптацию к изменениям и требованиям времени. Ключевым аспектом функциональной грамотности является возможность не только интерпретировать данные, но и осуществлять обдуманый выбор и принимать взвешенные решения, что становится основой для успешного развития личности и профессионального роста.

Заключение

В результате исследования установлено, что необходимо разработать образовательную среду, которая будет способствовать не просто усвоению теоретических знаний студентами, но и развитию их способностей к их практическому применению при анализе и решении конкретных задач. Такой подход позволит студентам не только глубже осознавать математические концепции, но и оценивать их прикладное значение в разнообразных профессиональных областях.

Список литературы

1. Biktagirova G.F., Valeeva R.A., Nagovitsyn R.S. Reflexive Teacher: Main Difficulties of the Reflexive Activity of Teachers with Various Pedagogical Work Experience // *European Journal of Contemporary Education*. 2021. Vol. 10, Is. 1. P. 18–28. DOI: 10.13187/ejced.2021.1.18.
2. Желдашева А.О. Педагогические и психологические аспекты развития функциональной математической грамотности студентов: опыт высшего образования // *Успехи гуманитарных наук*. 2024. № 3. С. 131–138. DOI: 10.58224/2618-7175-2024-3-131-138.
3. Валеев И.И. Функциональная математическая грамотность как основа формирования и развития математической компетенции // *Бизнес. Образование. Право*. 2020. № 4 (53). С. 353–360.
4. Симоновская Г.А. Математическая грамотность школьника как компонент функциональной грамотности // *Continuum. Математика. Информатика. Образование*. 2020. № 4 (20). С. 40–45.
5. Боровских А.В. О понятии математической грамотности // *Педагогика*, 2022. Т. 86, № 3. С. 33–45.
6. Калинин С.И., Торопова С.И., Макарова Ю.И. Развитие функциональной математической грамотности учащихся 5-х и 6-х классов: методические особенности и опыт их реализации // *Перспективы науки и образования*. 2023. № 3 (63). С. 288–304. DOI: 10.32744/pse.2023.3.18.
7. Валеева Р.А., Лесев В.Н., Желдашева А.О. Актуальность формирования функциональной грамотности // *Гуманитарные науки и образование*. 2023. Т. 14, № 4 (56). С. 29–34. DOI: 10.51609/2079-3499_2023_14_04_29.
8. Рыдзе О.А., Краснянская К.А. Преемственность в формировании математической функциональной грамотности учащихся начальной и основной школы // *Отечественная и зарубежная педагогика*. 2019. Т. 1, № 4 (61). С. 146–158.
9. Kalimullin A.M., Valeeva R.A. Teacher Education in Post-Soviet States: Transformation Trends // *The Palgrave Handbook of Teacher Education Research*. Palgrave Macmillan, Cham. 2022. DOI: 10.1007/978-3-030-59533-3_65-1.
10. Valeeva R.A., Kalimullin A.M., Baklashova T.A., Latypova L.A. Novice Teacher Induction in Russia: Management and Mentoring // *Teacher Induction and Mentoring*. 2021. DOI: 10.1007/978-3-030-79833-8_1.
11. Бершадская М.Б. Функциональная грамотность школьников и проблемы высшей школы // *Отечественные записки*. 2012. № 4 (49). С. 122–130.

УДК 378:371.315.7
DOI 10.17513/snt.40157

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПОВ ПРЕПОДАВАНИЯ ЯЗЫКОВ И СИСТЕМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ «ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА»

Забихуллин Ф.З.

*ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет имени М. Акмуллы»,
Уфа, e-mail: fzag@mail.ru*

Цель исследования – выявить и теоретически обосновать принципы преподавания языков и систем программирования для студентов направления «Прикладная информатика», позволяющие значительно повысить уровень профессионализма выпускников. Используются эмпирические и теоретические методы исследования, педагогическое наблюдение, методы педагогических измерений. Исследование проведено в период с 2020 по 2024 г. в Башкирском государственном педагогическом университете им. М. Акмуллы. Проведен научный анализ более общей проблемы: профессионального становления личности в процессе профессионального образования в вузе. Особое внимание уделено обоснованию практических путей достижения профессионализма выпускников вузов в аспекте подготовки бакалавров по направлению «Прикладная информатика» в непрофильном педагогическом вузе. Представлена модель профессионального становления личности будущего инженера IT-отрасли. Согласно модели, профессиональное становление личности будущего инженера IT-отрасли базируется на его психологической готовности к профессиональным действиям и проходит ряд значимых этапов: профессиональная направленность, профессиональная грамотность и профессиональное мастерство. Согласно результатам педагогического наблюдения в рамках исследования, профессиональная грамотность некоторых выпускников может быть недостаточно высокой, неполной, вне зависимости от качества преподавания дисциплин. Причины могут быть разными. Например, избирательный интерес к содержанию обучения; недостаточная мотивация к учению; отсутствие устойчивой привычки к умственному труду; ненадлежащее исполнение учебных поручений. Предложен комплекс содержательных, методических и организационных мер, способствующих повышению уровня профессионализма выпускников. В соответствии с практико-ориентированным подходом к преподаванию дисциплины «Языки и системы программирования» для студентов направления «Прикладная информатика» автором выделены принципы подбора и структурирования учебного материала. Исследование показывает, что практико-ориентированный подход в преподавании имеет значительный развивающий потенциал, который может быть реализован в целях достижения успешности учения и лучшей подготовленности выпускников к предстоящей профессии. Приверженность выделенным принципам в обучении позволяет наиболее эффективным образом реализовать развивающий потенциал практико-ориентированного подхода.

Ключевые слова: методология обучения программированию, проектный метод в обучении, профессиональное образование, практико-ориентированный подход, профессионализм будущего инженера, профессиональная подготовка

THE STUDY OF THE BASIC PRINCIPLES OF TEACHING LANGUAGES AND PROGRAMMING SYSTEMS FOR STUDENTS OF APPLIED COMPUTER SCIENCE

Zabikhullin F.Z.

Akmulla Bashkir State Pedagogical University, Ufa, e-mail: fzag@mail.ru

Objective: to identify and theoretically substantiate the principles of teaching programming languages and systems to students majoring in applied computer science, which can significantly improve the level of professionalism of graduates. Empirical and theoretical research methods, pedagogical observation, and pedagogical measurement methods were used. The study was conducted in the period from 2020 to 2024 at the Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla. A scientific analysis of a more general problem was carried out: professional development of an individual in the process of professional education at a university. Particular attention is paid to substantiating practical ways to achieve professionalism of university graduates in the aspect of training bachelors in applied computer science at a non-core pedagogical university. A model of professional development of a future IT engineer is presented. According to the model, professional development of a future IT engineer is based on his psychological readiness for professional actions and goes through a number of significant stages: professional focus, professional literacy and professional skill. According to the results of pedagogical observation, within the framework of the study, the professional literacy of some graduates may be insufficiently high, incomplete, regardless of the quality of teaching disciplines. The reasons may be different. For example, selective interest in the content of training; insufficient motivation for learning; lack of a stable habit of mental work; improper execution of educational assignments. A set of substantive, methodological and organizational measures is proposed to help improve the level of professionalism of graduates. In accordance with the practice-oriented approach to teaching the discipline “Programming Languages and Systems” for students majoring in Applied Computer Science, the author identifies the principles of selecting and structuring educational material. The study shows that the practice-oriented approach to teaching has significant developmental potential, which can be realized in order to achieve success in learning and better preparedness of graduates for the upcoming profession. Adherence to the identified principles in training allows you to most effectively realize the developmental potential of the practice-oriented approach.

Keywords: methodology of teaching programming, project method in teaching, professional education, professional training, practice-oriented approach, professionalism of the future engineer

Введение

В современных условиях в преподавании учебной дисциплины «Языки и системы программирования» перед педагогом стоит важная задача – обеспечить баланс фундаментальной, технологической и функциональной подготовки будущих инженеров к профессиональной деятельности в соответствии с вызовами времени и в рамках образовательного стандарта. Актуальность предпринятого исследования состоит в том, что, в изменившихся условиях рынка труда, в IT-отрасли России наблюдается острая нехватка специалистов с высокими профессиональными качествами, а выпускники вузов не всегда могут удовлетворять возросшим требованиям работодателей ввиду недостаточности их опыта.

В связи с тем, что Россия на современном этапе своего развития подверглась санкциям западных стран, существенно изменилось состояние обеспеченности IT-отрасли кадрами, расширился спектр востребованных специалистов, по ряду направлений наметился недостаток сотрудников с высокими профессиональными качествами, повысилась конкуренция среди соискателей на вакантные должности.

Ввиду недостаточного количества IT-специалистов с высокими профессиональными качествами на рынке труда, работодатели стремятся заполнить штат недавними выпускниками вузов. Проблема состоит в том, что значительное количество молодых специалистов не соответствует повышенным запросам работодателей, они функционально не готовы к профессиональным действиям столь высокого уровня, так как имеют мало опыта в профессии и недостаточно мотивированы. Наблюдаемое обстоятельство требует принятия неотложных мер со стороны вузов по повышению уровня профессионализма выпускников.

Цель исследования – выявить и теоретически обосновать принципы преподавания языков и систем программирования для студентов направления «Прикладная информатика», позволяющие значительно повысить уровень профессионализма выпускников.

Материалы и методы исследования

Применены эмпирические и теоретические методы исследования, педагогическое наблюдение, методы педагогических измерений – опрос, анкетирование, тестирование. Исследование проведено в период с 2020 по 2024 г. в Башкирском государственном педагогическом университете им. М. Акмуллы (302 респондента, направле-

ния подготовки бакалавров: «Прикладная информатика», «Информационные системы и технологии»).

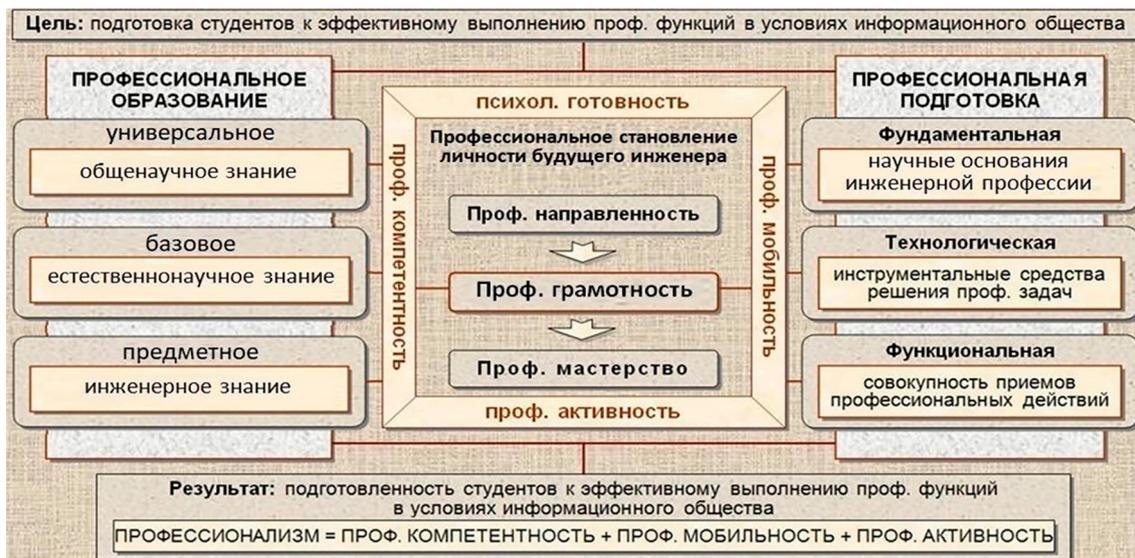
Результаты исследования и их обсуждение

Профессиональное образование будущих инженеров IT-отрасли по направлению «Прикладная информатика» должно вестись в рамках образовательного стандарта; быть обоснованным и сбалансированным; соответствовать тенденциям развития отрасли и требованиям, которые формулируются при непосредственном участии потенциальных работодателей.

Чтобы добиться значительного роста уровня профессионализма выпускников – будущих инженеров IT-отрасли, требуется всесторонний научный анализ более общей проблемы: профессионального становления личности в процессе профессионального образования в вузе и послевузовской профессиональной переподготовки по запросам производства. Это сложная, многогранная задача, требующая совместных изысканий методологов, методистов, специалистов инженерного дела, педагогов и психологов. В рамках предпринятого исследования особый интерес представляют практические пути достижения профессионализма выпускников вузов в аспекте подготовки бакалавров по направлению «Прикладная информатика» в непрофильном педагогическом вузе.

Различные аспекты проблемы профессионального становления личности будущего инженера в процессе обучения в вузе, в течение ряда лет являются источником пристального внимания ученых. Исследователи анализируют проблему с различных позиций: психологической (С.Л. Ленков, Н.Е. Рубцова и др. [1]), педагогической (М.М. Гладышева [2], А.В. Швалева [3] и др.), инженерной (Г.Р. Игтисамова, Р.Х. Игтисамова [4], В.И. Стымковский [5], А.С. Филиппова и др. [6], Т.А. Фугелова [7] и др.). Это свидетельствует о важности, значимости проблемы в современных условиях. Тем не менее, несмотря на многоаспектность проведенных исследований, проблема профессионального становления личности будущего инженера остается недостаточно изученной.

Согласно модели (рисунок), разработанной автором, профессиональное становление личности будущего инженера IT-отрасли базируется на его психологической готовности к профессиональным действиям и проходит ряд значимых этапов: профессиональная направленность, профессиональная грамотность и профессиональное мастерство.



Модель профессионального становления личности будущего инженера IT-отрасли

Профессиональная направленность является системной характеристикой мотивации профессиональной деятельности, определяется побуждениями и чаяниями, выражается в интересах и отношениях, целенаправленных усилиях. Направленность личности является ее устойчивой характеристикой. Внешние факторы мало влияют на направленность личности. Профессиональная направленность является индикатором вовлеченности выпускника в профессию, наличия у него потенциала к профессиональному росту. Это первое, что интересует работодателя в сотруднике, соискателе вакантной должности.

Согласно результатам анкетирования, мотивы выбора профессии в IT-индустрии связаны с предстоящей профессией у 72–85% студентов первого курса и около 92–97% студентов выпускного курса. Чаще всего причину выбора профессии студенты обосновывают социальными факторами (высокая зарплата, возможность открыть бизнес) и личностными факторами (престижность профессии, стремление получить образование), а лишь второй или третьей причиной могут назвать интерес к области знания, роду занятий, особенности предстоящей профессии.

Наличие у выпускника профессиональной грамотности означает, что он профессионально функционален, готов качественно, быстро и четко выполнять стандартные задачи в профессии. Это гарантирует то, что выпускник не станет заново изобретать способы решения тривиальных задач. Он способен распознать стандартность ситуации и будет действовать шаблонно, мак-

симально слаженно, без лишних сомнений. Такой выпускник не оспаривает основания профессии, сложившиеся стратегии развития профессии, признанные традиции профессии. Это обстоятельство способствует быстрой самоорганизации сотрудника, дисциплинирует его, мобилизует на выполнение первостепенных задач, позволяет сконцентрировать свое внимание на важных деталях.

Согласно результатам педагогического наблюдения в рамках предпринятого исследования, профессиональная грамотность некоторых выпускников, специализирующихся в IT-отрасли, может быть недостаточно высокой, неполной, вне зависимости от качества преподавания дисциплин. Причины могут быть разными. Например, избирательный интерес к содержанию обучения; недостаточная мотивация к учению; отсутствие устойчивой привычки к длительному, кропотливому, самостоятельному умственному труду; ненадлежащее исполнение учебных поручений.

Профессиональное мастерство проявляется как творческое разрешение нетипичных профессиональных задач в условиях неоднозначности диагностируемых показателей за счет виртуозного владения техникой профессиональных действий. Творчество не возникает на пустом месте. Только профессионально грамотный специалист может сотворить нечто принципиально новое, то, что по ряду характеристик будет существенно превосходить существующие аналоги. Подлинный мастер обладает рядом личностных качеств, позволяющих добиваться наилучшего результата в крат-

чайшие сроки при наименьших вложенных усилиях, наименьших затратах умственных и физических сил, энергии.

Большую роль в профессиональном становлении личности будущего инженера IT-отрасли играет профессиональное образование, значимой целью которого является подготовка студентов к эффективному выполнению профессиональных функций в условиях информационного общества. Содержание профессионального образования в контексте подготовки будущих инженеров IT-отрасли можно условно разделить на три составляющие: универсальное (общенаучное знание), базовое (естественнонаучное знание) и предметное (инженерное знание). Универсальная составляющая включает в себя сведения общественной, гуманитарной, филологической, экономической и другой направленности; базовая – естественнонаучные основания инженерной профессии и IT-проблематику; предметная – совокупность научных сведений о различных аспектах IT-разработки. Это обеспечивает достаточный уровень осведомленности студента в сфере деятельности.

Профессиональная подготовка – это совокупность специальных знаний, умений и навыков, позволяющих на допустимом уровне качества и в приемлемые сроки выполнять профессиональные задачи в определенной области деятельности. Профессиональная подготовка во многом (но не всегда и не полностью) определяется содержанием профессионального образования и является ее результатом. От степени смысловой концентрации содержания профессионального образования, от ее структурной стройности, от представления в виде руководства к действию – существенно зависит качество профессиональной подготовки студентов. Профессиональная подготовка является также и формальным допуском к профессиональным действиям выпускника.

Профессиональная подготовка – это фундамент для профессионального становления личности будущего инженера. Однако для того, чтобы не только вступить в профессию, но и быть успешным в профессии, выпускнику недостаточно иметь только лишь базовую профессиональную подготовку. В последнее время порог вступления в профессию в IT-отрасли оказался несколько завышенным ввиду того, что молодым людям с малым опытом работы зачастую предстояло выполнять работы, связанные с большой ответственностью, предполагающие значительный уровень профессионализма.

Между тем выпускник должен состояться как профессионал, должно качественно измениться его отношение к профессии,

он должен прийти к осознанию своего места и роли в профессии. Молодой специалист должен стремиться воплотить себя в профессии; осознать сложившиеся перспективы профессионального роста, согласиться с ними и реализовать их. Для этого требуется время, и у каждого выпускника оно свое и зависит от множества факторов. Изучение этих факторов и обоснование способов сокращения этого времени представляет собой немалый научный интерес для ученых – педагогов и психологов.

Совокупность качеств личности в их сложном и неоднозначном сочетании оказывает значительное влияние на самореализацию человека в выбранной им профессии. В частности, важными являются интересы, жизненные ценности и принципы. Чем теснее качества личности вплетены в предстоящую профессию, тем больше стартовых возможностей имеет молодой специалист. Специфика IT-отрасли подразумевает работу в условиях, где востребованными оказываются особенные, а иногда и редкие качества.

Эти качества позволят выпускнику не только наилучшим образом войти в свою роль в профессиональном окружении, но и становиться значимым для этого профессионального окружения, быть незаменимым в своей оригинальности и своеобразии. Принятие в профессиональный коллектив нового сотрудника должно способствовать усилению этого коллектива, увеличению его функциональности, возрастанию потенциала к росту в коллективе, к возможностям по решению коллективом более сложных задач. От нового сотрудника требуется ценностное отношение к профессии, соответствие личностного смысла в профессии объективному содержанию этой профессии.

В процессе профессионального образования формируются черты профессионализма студента, будущего инженера IT-отрасли. Согласно модели (рисунок), выделены следующие три уровня развития и соответствующие им способы формирования черт профессионализма студента и начинающего сотрудника. Первый уровень – интеллектуальное новообразование в аспекте восприятия, понимания, воспроизведения основ профессии вследствие усвоения техники профессиональных действий. Второй уровень – личностное состояние в аспекте наличия стимула, решимости и действий вследствие усвоения способов решения профессиональных задач. Третий уровень – личностное качество в аспекте результативности, скорости и качества принятых решений вследствие приобретения студентом

устойчивых и взаимно обуславливающих навыков эффективного профессионального функционирования.

В рамках исследования профессионализм инженера рассматривается автором как интегральное качество личности, включающее в себя три ведущих разнонаправленных компонента: профессиональную компетентность, профессиональную мобильность и профессиональную активность. Профессиональная компетентность инженера, как целевой индикатор результативности профессионального образования, содержательно представлена в профессиональном стандарте направления, учебном плане, программе дисциплины. Профессиональная мобильность инженера предполагает его подготовленность к динамично меняющимся условиям труда при непрерывно возрастающих требованиях к содержанию и процессу профессиональной деятельности в условиях повсеместной цифровизации значимых аспектов жизнедеятельности человека в информационном обществе.

Профессиональная активность инженера предполагает высокий уровень его мотивации, проявление им инициативы и творчества при решении профессиональных задач, его ведущую роль в коллективе, скорость принимаемых им качественных решений, наличие у него воли и решимости для достижения еще более высокого уровня исполнения профессиональных действий.

Возросшие требования работодателей в совокупности с потребностями рынка труда в IT-специалистах с высокими профессиональными качествами вынуждают вузы все чаще приходиться к мнению, что в сложившейся ситуации прикладной бакалавриат становится более предпочтительным, чем академический бакалавриат. Это значит, что учебные планы и содержание профессионального образования имеют основание стать еще более практико-ориентированными, чем в настоящее время. Учебная информация в формате руководства к действию, в виде шаблона стандартных действий, в виде различных паттернов (шаблонов) кода становится более значимой для профессиональной подготовки студентов, чем цельные и стройные фундаментальные теории, обосновывающие стратегические решения мирового масштаба в профессиональной области на многие годы вперед.

В длительной перспективе последствия подобных изменений в учебных планах и в содержании обучения неоднозначны. Тем не менее в краткосрочный период, в условиях острой нехватки IT-специалистов, практичность как образовательный приоритет представляется автору допустимым

и разумным. Кроме того, IT-специалисты со стажем могут быть обучены в магистратуре, пройти соответствующие переподготовки как исследователи по мере производственной необходимости. Работодатели, так или иначе, участвуют на всех этапах обучения будущих инженеров в вузе: при определении учебных планов, определении содержания производственных и технологических практик; при содержательной проработке заданий конкурсных, курсовых, дипломных и других работ исследовательского характера. Тем не менее практико-ориентированность обучения инженеров этими мерами не исчерпывается.

Согласно рассмотренной модели, профессиональная подготовка студентов инженерных направлений охватывает фундаментальную, технологическую и функциональную (практическую) составляющие. В содержательном плане, по существу предстоящей профессии, фундаментальная подготовка студентов, как правило, охватывает научные основания направления «Прикладная информатика» и не входит в задачи дисциплины «Языки и системы программирования». Технологическая подготовка охватывает различные инструментальные средства решения профессиональных задач и используемые в них технологии. Относительно дисциплины – это системы программирования, такие как Visual Studio, Android Studio, Netbeans и др.

Эта составляющая профессиональной подготовки реализуется на лекционных занятиях, задействуется при выполнении лабораторных работ и контролируется, как правило, в тестовой форме или в виде устного опроса на экзамене (зачете). Функциональная (практическая) составляющая профессиональной подготовки студентов представляет собой совокупность способов решения профессиональных задач; описание методов, порядка, последовательности выполнения работ; совокупность приемов профессиональных действий.

В рамках дисциплины «Языки и системы программирования» необходимо тщательно подбирать и соответствующим образом структурировать учебный материал. Содержательное структурирование учебного материала необходимо осуществлять по определенным основаниям, в соответствии с выделенными приоритетами, состоянием IT-отрасли на современном этапе и тенденциями к дальнейшему развитию рынка труда.

В соответствии с практико-ориентированным подходом к преподаванию дисциплины «Языки и системы программирования» для студентов направления «При-

кладная информатика» автором выделены следующие принципы подбора и структурирования учебного материала:

- прикладной характер и ярко выраженная ценность учебной информации для разрешения определенного класса практических задач, пригодность к непосредственному применению в профессии без значительных модификаций;

- приоритет в изложении материала практическим задачам, на постановку этих задач, классификации по сложности и способам решения, интерпретации полученных результатов, и лишь вокруг всего этого – конструкций языка, алгоритмов, технологий программирования;

- концентрическое содержание учебного материала крупными блоками без излишней детализации и строгого обоснования, по следующему правилу: одна задача – один контекст, одно толкование, одно стандартизованное решение;

- приверженность к известным, обобщенным, стандартизованным способам решения, на практике доказавшим свою надежность, против проявлений творчества при выполнении профессиональных задач, тривиальных по сложности и распространенности;

- предпочтение содержательной декомпозиции как способу решения сложной задачи путем ее сведения к совокупности более простых задач, решения которых известны и стандартизованы или, по крайней мере, детализированы;

- строгое отслеживание условий применимости задействованных алгоритмов, стандартизованных шаблонов кода, способов бесконфликтного совместного использования различных технологий, отсутствие противоречий в подходах к решению задачи;

- проявление творчества не на уровне предложения альтернативных решений уже решенных задач, а на уровне преодоления еще большей сложности заданий на базе четкого и однозначного владения арсеналом базовых приемов и алгоритмов;

- предпочтение функциональности, прозрачности, обоснованности и технологичности алгоритмов против нестандартных, нераспространенных подходов, а также стремлений к эффективности, эффективности и изобретательству в коде.

Выделенные принципы исходят из многолетней практики преподавания в вузе, отражают общий подход автора в структурировании учебной информации, направлены на улучшение ее восприятия и не являются всеобщими, полными, обязательными, исключительными, носят предпочтительный и рекомендательный характер.

Педагогическое наблюдение показывает, что приверженность выделенным принципам в преподавании языков и систем программирования значительно повышает успешность учения. Этот факт отчетливо проявляется в результатах лабораторных работ, курсовых и дипломных проектов, конкурсов по программированию.

В частности, задания для самостоятельного выполнения составляют концентрически, от общего к частному, в соответствии с требованиями работодателей (Worldskills), а уже на их основе приводятся соответствующие подготовительные упражнения. Содержание заданий подвергается декомпозиции, и выявляются более простые действия для решения этих задач, что составляет основу подготовительных упражнений. Так реализуется практико-ориентированный подход и достигается успешность учения.

Это позволяет акцентировать обучение на более сложных задачах, содержательно близких к задачам профессиональным. Чем крупнее и сложнее заранее рассмотренные со студентами паттерны (шаблоны) кода, тем большую сложность самостоятельных работ они смогут преодолеть. Следует избегать обстоятельного рассмотрения этих паттернов кода, ограничиваясь смысловыми оттенками, концентрацией внимания студентов на полезности и функциональности, ориентировками на область их применения. Строгое теоретическое обоснование не проводится, ограничиваемся ссылками на дополнительные источники информации. Тем самым можно переставить акценты с фундаментальных задач обучения на функциональные задачи в рамках одной учебной дисциплины без внесения изменений в перечень изучаемых тем и запланированного для них учебного времени.

Правило «одна задача – один контекст, одно толкование, одно стандартизованное решение» сужает осведомленность студента, обедняет его представления о реальном положении дел, тем не менее это обоснованная, проверенная, действенная и позитивная мера в сложившейся ситуации. Это позволяет добиться структурной стройности изложения, последующего восприятия и представления информации, позволяет определенным образом алгоритмизировать учебную информацию еще на этапе ее преподнесения, превратить ее в руководство к действию, воодушевить к скорейшему применению этой информации.

Метод проектов также имеет важное практическое значение для реализации практико-ориентированного подхода к преподаванию через организацию совместной работы студентов в малых группах по нескольким

студентов. Таким образом, могут быть рассмотрены более сложные задачи профессиональной деятельности по принципу разделения обязанностей между исполнителями. Тем самым имеется возможность приблизить учебные задачи, по их объему и сложности, к производственным задачам.

Недостаток значимых практических навыков студентов отчасти может быть компенсирован организационными мерами: повсеместным их вовлечением к выполнению профессиональных задач через различные конкурсы, гранты, бизнес-инкубаторы, технопарки, а также в рамках технологической (производственной) практики. Студентам старших курсов, не имеющим академических задолженностей, успевающим в учебе, может быть предоставлена возможность стажировки и трудоустройства по специальности на неполную занятость и учебы по индивидуальному графику с обязательным посещением некоторых занятий по расписанию и самостоятельным выполнением заданий по другим занятиям. Это путь к реализации индивидуальных траекторий обучения студентов в рамках неизменного образовательного стандарта, учебной программы, программы дисциплины.

Заключение

С применением теоретических методов исследования разработана и обоснована модель, на основе которой профессиональное становление личности будущего инженера IT-отрасли проходит ряд значимых этапов: профессиональная направленность, профессиональная грамотность и профессиональное мастерство. Сформулирован вывод о том, что профессиональная направленность, являясь устойчивой характеристикой личности, определяет его потенциал к профессиональному росту; профессиональная грамотность определяет его стартовые возможности в профессии; профессиональное мастерство характеризуется склонностью к творческому решению нетипичных задач.

В профессиональной подготовке студентов, IT последовательно выступают как область профессиональной деятельности, как образ жизни, как способ бытия в мире профессий. Профессиональная самоидентификация, интериоризация и экстерииоризация служат основными психологическими механизмами поэтапного развития профессионализма студентов от уровня интеллектуального новообразования к уровню личностного качества. Это может быть реализовано через множественное воплощение в студенте элементов профессионализма

как личностного состояния в аспекте «стимул – решимость – действие», в единстве и равновесии ведущих разнонаправленных компонентов: профессиональной компетентности, профессиональной мобильности, профессиональной активности.

В работе теоретически обоснованы принципы подбора и структурирования учебного материала в соответствии с выделенными приоритетами, состоянием IT-отрасли на современном этапе и тенденциями к дальнейшему развитию рынка труда. Изложены вопросы частной методики преподавания языков и систем программирования, на основе выделенных принципов. Исследование показывает, что практико-ориентированный подход в преподавании имеет значительный развивающий потенциал, который может быть реализован в целях достижения успешности обучения и наилучшей подготовленности выпускников к предстоящей профессии. Реализация этого потенциала связана со структурированием учебного материала на основе выделенных принципов, с использованием в обучении метода проектов, с обеспечением индивидуальных траекторий обучения студентов в рамках существующего стандарта, учебной программы, программы дисциплины.

Список литературы

1. Леньков С.Л., Рубцова Н.Е., Букин А.М. Профессиональная направленность абитуриентов вузов как предиктор успешности профессионального становления // Национальный психологический журнал. 2023. № 2 (50). С. 103–118.
2. Гладышева М.М. Формирование исследовательских умений будущих инженеров-программистов в процессе их профессиональной подготовки: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Магнитогорск, 2008. 22 с.
3. Швалева А.В. Развитие профессиональной направленности личности студентов технических специальностей: специальность 13.00.08 «Теория и методика профессионального образования»: дис. ... канд. пед. наук. Оренбург, 2007. 219 с.
4. Игтисамова Г.Р., Игтисамова Р.Х. Формирование модели специалиста на основе профессиональной компетентности у студентов инженерного вуза // Актуальные вопросы инженерного образования: компетентностная модель выпускника – 2014 (Сборник научных трудов, Октябрьский, 13 декабря 2014 г.). Октябрьский: Издательство АРКАИМ, 2014. С. 41–46.
5. Стымковский В.И. Некоторые аспекты подготовки современного инженера // Повышение качества подготовки кадров в современных условиях развития образования: теоретико-методологические основы педагогического исследования в профессиональном образовании, современные подходы к обучению: сб. статей. М., 2017. С. 91–95.
6. Филиппова А.С., Саранова Е.С., Васильева Л.И., Маннанова Г.И. Анализ и моделирование процесса обучения цифровым компетенциям // Педагогический журнал Башкортостана. 2021. № 2 (92). С. 154–172.
7. Фугелова Т.А. Роль социального партнерства в развитии профессиональной мобильности // Наука и бизнес: пути развития. 2014. № 12 (42). С. 46–48.

УДК 37.032:37.035.6
DOI 10.17513/snt.40158

ЦЕННОСТНО-СМЫСЛОВАЯ СФЕРА ЛИЧНОСТИ ВО ВЗАИМОСВЯЗИ С ОСОБЕННОСТЯМИ ЧУВСТВА ПАТРИОТИЗМА

Кипреев С.Н., Максимов П.В., Передерий В.А., Лещенко Е.А.

ФГКОУ ВО «Краснодарский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации»,
Краснодар, e-mail: komissar.1917@mail.ru

В статье представлены результаты исследования структуры и уровней сформированности патриотических чувств и ценностно-смысловой сферы курсантов, обучающихся в образовательных организациях, готовящих сотрудников полиции, проанализированы их теоретические и эмпирические взаимосвязи. Приводятся количественные данные сравнительной статистики результатов опытно-экспериментального исследования сформированности чувства патриотизма у курсантов-полицейских экспериментальной и контрольной диагностических групп. Выделены структурно-уровневые особенности ценностных ориентаций и смысловых установок респондентов. Определены смысложизненные ориентации и характеристики патриотизма у курсантов-полицейских с различными уровнями сформированности чувства патриотизма. По результатам исследования обнаружены коллективные и индивидуальные особенности исследуемых показателей в различных группах испытуемых. Большинство ценностных показателей у курсантов с высоким уровнем патриотизма статистически более значимы. Курсанты-полицейские с высоким уровнем сформированности патриотических чувств характеризуются высокоразвитой вербальной и невербальной формами проявления чувства патриотизма. Мера сформированности традиционных духовно-нравственных ценностей зависит от степени интенсивности педагогического воздействия на воспитуемых. Исследование имеет практическую ценность для органов внутренних дел, так как сотрудники полиции, обладающие развитым чувством патриотизма и сформированной системой ценностей, осознанно выполняют возложенные на них служебные обязанности.

Ключевые слова: чувство патриотизма, ценностные ориентации, духовно-нравственные ценности, курсанты, смысложизненные ориентации, воспитательный потенциал, сформированность чувства патриотизма, характеристики чувства патриотизма

THE VALUE-SEMANTIC SPHERE OF PERSONALITY IN CONNECTION WITH THE PECULIARITIES OF THE SENSE OF PATRIOTISM

Kipreev S.N., Maksimov P.V., Perederiy V.A., Leschenko E.A.

Krasnodar University of the Ministry of Internal Affairs of Russian Federation, Krasnodar,
e-mail: komissar.1917@mail.ru

The article presents the results of a study of the structure and levels of formation of patriotic feelings and the value-semantic sphere of cadets studying in educational organizations training police officers and analyzes their theoretical and empirical relationships. Quantitative data of comparative statistics of the results of an experimental study of the formation of a sense of patriotism among police cadets of the experimental and control diagnostic groups are presented. The structural and level features of the respondents' value orientations and semantic attitudes are highlighted. The life-meaning orientations and characteristics of patriotism among police cadets with different levels of patriotism formation are determined. According to the results of the study, collective and individual characteristics of the studied indicators were found in various groups of subjects. Most of the value indicators of cadets with a high level of patriotism are statistically more significant. Police cadets with a high level of formation of patriotic feelings are characterized by highly developed verbal and non-verbal forms of manifestation of a sense of patriotism. The degree of formation of traditional spiritual and moral values depends on the degree of intensity of pedagogical influence on the educated. The study has practical value for the internal affairs bodies, since police officers with a developed sense of patriotism and a formed value system consciously perform their official duties.

Keywords: sense of patriotism, value orientations, spiritual and moral values, life-meaning orientations, educational potential, cadets, formation of a sense of patriotism, characteristics of a sense of patriotism

Введение

Сегодня педагогическая система в России существует в условиях импортозамещения и поворота к традиционализму. Поэтому одной из главных задач, направленных на защиту основ государства и общества, является формирование патриотического мировоззрения у молодежи. В таких условиях особенно важным является купирование духовно-нравственных угроз с помощью активизации патриотического воспитания. Именно поэтому статья посвящена исследо-

ванию структуры и уровней сформированности патриотических чувств у курсантов, обучающихся в образовательных учреждениях, готовящих сотрудников правоохранительных органов.

Формирование патриотических чувств у молодых сотрудников является одной из приоритетных задач воспитательной системы в полиции, так как ценностная система личности и основы ее мировоззрения формируются именно в период начальной профессиональной подготовки. В это время

курсанты учатся и получают знания, которые становятся основой их будущей профессиональной деятельности.

Патриотизм является важным компонентом культуры и общественной жизни, и его формирование может способствовать развитию ответственности по службе и преданности своей профессии и государству в целом. К.И. Бовкун и Е.Ю. Садовская пишут о том, что «патриотические мотивы формируют особую побудительную силу, которая основывается на соотношении, отождествлении себя с идеальным, культовым образом человеческой коллективности, характеристики которой осознаны человеком и начинают выступать как его субъективные качества. Следовательно, патриотизм опирается на духовные ценности, является системным качеством личности, обеспечивающим ее готовность к социально значимым действиям» [1]. Кроме того, воспитание любви к Родине помогает молодым полицейским лучше понимать свою роль в обществе и ориентирует на проявление своей патриотической позиции в эффективном труде – реальном вкладе в защиту национальных интересов.

Ценностно-смысловая сфера личности играет важную роль в формировании чувства патриотизма. Воспитание чувства любви к Родине начинается с детства и юношества, когда через усвоение и утверждение убеждений происходит понимание ценностей истории, культуры и традиций своей страны. Авторами рассматривается формирование ценностно-смысловой сферы как базис для системы патриотического воспитания, которая согласно М.К. Гайдаю и Г.А. Кузьминой «включает в себя ценностные ориентации, через которые в том числе реализуется смысл жизни человека» [2]. Патриотические ценности способствуют единству и солидарности среди полицейских, а также укреплению их профессиональных навыков.

Традиционные духовно-нравственные ценности включают в себя такие взаимосвязанные понятия, как честь, достоинство, справедливость, милосердие, уважение к старшим, любовь к Родине, семье и друзьям. Они помогают построению своей жизни в гармонии с окружающим миром и собой, стимулируют достижение поставленных целей и преодоление трудностей. Понимание содержания и глубинной сути традиционных духовно-нравственных ценностей играет определяющую роль в процессе формирования профессионального патриотизма сотрудников силовых структур. Знание о том, что эти ценности являются основой нашей культуры и идентичности

и что их сохранение является нашей общей задачей, стимулирует к самосовершенствованию на службе.

Чувство гордости за успехи своего Отечества, уважение к его истории и достижениям (и сопереживание политическим неудачам и поражениям), ответственность за его будущее – все это является основой патриотизма. Отношение к своей стране, ее ценностям и идеалам формируется в процессе воспитания, образования и общения с окружающими. М.К. Гайдай и Г.А. Кузьмина также пишут следующее: «с точки зрения индивидуально-психологических закономерностей патриотизм является одним из сильных морально-нравственных, этических и духовных ресурсов человека, его мотивирующей силой, от которой «подпитываются» такие важные для гражданина качества, как ответственность, добросовестность, мужество и самоотверженность» [2]. Подобное мнение имеет и Г.Р. Хуснетдинов, считающий что «нравственно-патриотическое воспитание личности курсанта образовательной организации МВД России является систематическим и целенаправленным процессом по формированию у него высокоморальных качеств, осознанной готовности выполнять свой служебный долг по защите прав и законных интересов граждан» [3].

Чувство патриотизма не только способствует укреплению национальной идентичности, но и мотивирует воспитуемых к общественно полезной деятельности во благо Отечества. Для того чтобы укрепить чувство патриотизма, необходимо создавать условия для формирования сильных и позитивных связей между взглядами граждан и прошлым и настоящим страны. Это можно осуществить через патриотическое воспитание в образовательных организациях, где у воспитуемых будут формироваться традиционные ценности (уважение к истории и культуре своей страны, осознание своей роли в ее развитии и процветании, понимание национальных интересов Отечества и др.).

Таким образом, формирование патриотических чувств является важным элементом воспитания молодых полицейских и должно быть приоритетным направлением воспитательной системы в высших образовательных учреждениях, готовящих сотрудников полиции. Т.И. Аркова указывает на то, что «в потенциале воспитания духовно-нравственных ценностей мы вправе выделить ценности-цели, ценности-средства и ценности-качества» [4]. При этом важно развивать и поддерживать ценностно-смысловую сферу личности

каждого человека, выступающую в качестве социокультурного базиса, на котором зиждется формирование патриотических чувств. **Цель исследования** – выявить и охарактеризовать взаимосвязь патриотизма и ценностно-смысловой сферы личности у курсантов-полицейских.

Материалы и методы исследования

В качестве испытуемых выбрана самая активная часть общества – молодежь и наиболее мотивированная ее часть – курсанты силовых структур. Как и в исследовании, проведенном А.Н. Лебедевым и О.В. Гордяковой (подобном данному по структуре), «величина проявления эмоциональных впечатлений (патриотизм как чувство) при восприятии произведений отечественной культуры и искусства оказывается различной» [5]. Для диагностики чувства патриотизма авторами была использована авторская диагностическая методика «Мой патриотизм». Для диагностики ценностно-смысловой сферы использовался тест «СЖО» Д.А. Леонтьева. Для проведения сравнительной статистики результатов исследования были использованы данные опытно-экспериментальной работы, в которой участвовали курсанты двух групп: экспериментальной и контрольной. В исследовании приняли участие 102 чел., из них 53 женщины, 49 мужчин, курсантов Краснодарского университета МВД России. Возраст участников исследования: 18–26 лет. Выделено пять диагностических групп: первая – с низким уровнем развития патриотических чувств; вторая – с уровнем ниже среднего; третья – со средними показателями патриотизма; четвертая – с уровнем выше среднего; и пятая – с высокими пока-

зателями. Респондентов с низким уровнем патриотизма нами выявлено 10 чел., из них 8 женщин (40%) и 2 мужчин (60%). Средний возраст респондентов – 21 год. Второй кластер (уровень патриотизма «ниже среднего») включает 14 чел., из них 7 женщин (50%), 7 мужчин (50%). Средний возраст респондентов – 20 лет. Третий кластер (средний уровень патриотизма) включает 30 чел., из них 17 женщин (56,6%), 13 мужчин (43,4%). Средний возраст респондентов – 19 лет. Четвертый кластер (уровень патриотизма «выше среднего») включает 22 чел., из них 10 женщин (45,5%), 12 мужчин (64,5%). Средний возраст респондентов – 21 год. Пятый кластер (высокий уровень патриотизма) включает 26 чел., из них 11 женщин (42,3%) и 15 мужчин (58,7%). Средний возраст – 21 год. Различий по гендерному, социальному и возрастному показателям не выявлено.

Результаты исследования и их обсуждение

Приведем обобщенные результаты исследования. Анализ экспериментальных данных (взятых у обучающихся экспериментальной и контрольной групп, воспитание патриотизма которых базировалось на основе традиционных духовно-нравственных ценностей) представлен в виде единой системы показателей, которая отразила динамику уровней сформированности чувства патриотизма. Результаты кластерного анализа по перечисленным в таблице типам патриотизма позволили понять специфику ценностно-смысловой сферы курсантов-полицейских. В таблице приведены количественные данные сравнительной статистики.

Данные сравнительной статистики результатов исследования

Тип патриотизма	Общий уровень патриотизма в группах (в % от максимума)				Динамика сформированности патриотизма	
	до эксперимента		после эксперимента		Экспериментальная	Контрольная
	Экспериментальная	Контрольная	Экспериментальная	Контрольная		
Семейно-бытовой	52,2	54,3	64,1	81,5	11,9	27,2
Государственный	43,1	42,8	66,2	73,2	23,1	30,4
Исторический	50,5	50,1	62,4	82,3	11,9	32,2
Социокультурный	51,2	50,8	62,3	71,6	11,1	20,8
Национальный	45,4	48,1	64,9	80,3	19,5	32,2
Религиозный	49,6	50,7	63,7	71,6	14,1	20,9
Территориальный	46,2	53,8	67,1	75,9	20,9	22,1
Языковой	44,8	55,1	61,7	77,8	16,9	22,7
Общий групповой уровень	47,8	50,7	64,05	76,77	16,17	26,06

Структура ценностно-смысловой сферы участников эксперимента представляет самостоятельный интерес. Курсантов, имеющих «низкий» и «ниже среднего» уровень патриотизма, было немного. По итогам проведенной работы можно сделать следующие выводы: разработанная структура чувства патриотизма (типы которого показаны в таблице) дополняет ранее проведенные исследования в области патриотического воспитания, конкретизирует место патриотизма в системе личности человека, уточняет определение этого психолого-педагогического явления, способствует более успешному процессу дальнейшего изучения данной тематики. Установлено, что эффективность решения задач патриотического воспитания курсантов значительно повышается благодаря использованию системы методов обновления содержания образовательных дисциплин (блочного, внутридисциплинарного, дополняющего, элементного и комплексного), обеспечивающих разнообразие применяемых технологий формирования патриотизма в учебной и внеаудиторной деятельности при соблюдении совокупности организационно-педагогических, информационно-методических, психолого-педагогических условий.

Разработанный С.Н. Кипреевым диагностический опросник оценки уровня патриотизма в результате практического применения показал себя важным инструментом патриотического воспитания курсантов. Он выступил в качестве способа оценки эффективности воспитательного воздействия на сотрудников полиции, обучающихся в ведомственной образовательной организации [6]. Для сотрудников силовых структур (особенно тех, кто работает в регионах, где национально-религиозное единство имеет большое значение) было важным понимание того, что традиционные духовно-нравственные ценности являются основой их национальной идентичности и культуры. При этом отмечалось, что традиционализм также помогал сотрудникам чувствовать себя частью своей страны и служебного коллектива, способствовал проявлению уважения к другим людям и их культуре, а также сохранению мира и стабильности в обществе в целом.

Обращает на себя внимание, что при уровне патриотизма выше среднего взаимосвязь его показателей с различными параметрами ценностных ориентаций также более интегрирована, чем в группе курсантов с низким патриотизмом. Кроме того, «меняется структура ценностно-смысловых характеристик в группах с разным уровнем общего патриотизма. Испытуемые, имев-

шие высокий уровень сформированности чувства патриотизма, более обоснованно выбирают ценности и смыслы, их мотивация связана с углубленным пониманием содержания ценностно-смысловой сферы. В то же время курсанты имели неустойчивую систему ценностей и смыслов» [7]. Выявлено, что у курсантов со средним уровнем показатели сформированности основных духовно-нравственных ценностей также были на среднем уровне. Современной молодежи нужно измениться, взять за образец лучшие эталоны российской цивилизации, совершить правильный нравственно-идеологический выбор в пользу патриотических смыслов и целей. А.А. Василевский и Н.А. Гончарова говорят о том, что «реализация на практике установок военно-политического руководства страны по воспитанию граждан-патриотов будет зависеть от наличия или сформированности тех или иных качеств личности, связанных с типом темперамента курсанта или с набором черт его характера» [8]. При этом наиболее актуальным направлением патриотической работы является совершенствование методов патриотического воспитания на основе использования педагогического потенциала духовно-нравственных ценностей.

Поэтому важно всячески поддерживать патриотические начинания сотрудников, делать достоинством всего личного состава результаты их службы. Благодаря скоординированному взаимодействию органов воспитательной работы преподавательского состава и патриотического актива в подразделениях силовых структур удастся нормализовать общеколлективную точку зрения курсантов и успешно формировать у них патриотические чувства. О.Л. Кудрявцева указывает на то, что для педагогов важно использовать в ходе образовательной деятельности «воспитательный потенциал своего предмета, при выборе методического инструментария, содержания учебного материала, оказывающего максимальное воспитательное воздействие, могут рассматривать наставничество как технологию формирования духовно-нравственных ценностей, используя потенциал рефлексии, задавая открытые вопросы, используя инструменты эффективной обратной связи при формировании ценностных установок» [9].

Сотрудникам силовых структур необходимо понимать, что сохранение традиционных духовно-нравственных ценностей является не только их прямой обязанностью, но и моральным долгом перед обществом и страной. Они должны быть готовы защищать эти ценности, бороться с теми, кто пытается их разрушить (как в граж-

данском обществе, так и внутри самой силовой структуры), и таким образом поддерживать порядок и безопасность в своей стране. С.Н. Кипреев так характеризовал изменения личности курсантов в ходе педагогического процесса: «основная масса курсантов обеих диагностических групп улучшила показатели сформированности чувства патриотизма благодаря деятельности воспитательных структур образовательной организации, однако участники экспериментальной группы смогли лучше проявить патриотические эмоции и чувства в деятельности во благо своего Отечества» [10].

Заключение

В работе проведен анализ теоретических и эмпирических связей между патриотическими чувствами и ценностно-смысловой сферой курсантов. В результате исследования было выявлено, что у курсантов обеих групп существуют различия в уровне сформированности патриотических чувств. Так, курсанты экспериментальной группы показали более высокий уровень сформированности патриотических чувств, чем курсанты контрольной группы. Это связано с тем, что курсанты экспериментальной группы проходили специальную программу воспитания патриотизма, которая включала в себя не только теоретические занятия, но и практические мероприятия. Также было установлено, что между уровнем сформированности патриотических чувств и уровнем развития ценностно-смысловой сферы существует прямая связь. Чем выше уровень сформированности патриотизма у курсанта, тем выше его уровень развития ценностно-смысловой сферы.

Таким образом, результаты проведенного исследования позволяют сделать вывод о том, что патриотическое воспитание играет важную роль в формировании личности курсантов правоохранительных органов и способствует развитию их ценностно-смысловой сферы. Кроме того, важным аспектом исследования явилось понимание важности создания для курсантов специальных педагогических условий, позволяющих активно участвовать в жизни коллектива, принимать участие в патриотических мероприятиях (как вживую, так и в цифровом формате), содействовать развитию педагогических технологий. Это позволит воспитуемым чувствовать себя частью общего дела, сформирует гордость за свои достижения в патриотическом движении и результаты своего труда. Укрепление чувства патриотизма является ключевым фактором

для создания единого и сильного общества, способного преодолевать ключевые социально-политические вызовы современности и решать проблемы, стоящие перед современной Россией. Патриотические чувства должны выражаться не через участие в праздничных или символических мероприятиях, но проявляться в действенном принципе поведения каждого курсанта через осознанный профессиональный труд. Важно, чтобы люди не только говорили о своей любви к Родине, но действовали во благо всего общества, стремились к практическому развитию и улучшению своей страны. Именно патриотизм помогает людям ощутить себя частью большой идеи и направить их труд на достижение общих целей и национальных интересов. При этом необходимо поддерживать и развивать ценностно-смысловую сферу личности (как основной базис зарождения патриотических чувств), чтобы участие в патриотической деятельности стало неотъемлемой частью жизни каждого полицейского.

Список литературы

1. Бовкун К.И., Садовская Е.Ю. Патриотизм как базовая ценность личности // Молодежный инновационный вестник. 2020. Т. 9, № 1. С. 15–17.
2. Гайдай М.К., Кузьмина Г.А. Психологические особенности патриотического воспитания сотрудников органов внутренних дел Российской Федерации // Вестник Уфимского юридического института МВД России. 2022. № 1 (95). С. 141–147.
3. Хуснетдинов Г.Р. Нравственно-патриотическое воспитание курсантов образовательных организаций МВД России: опыт, передовые подходы // Вестник Казанского государственного университета культуры и искусств. 2018. № 4. С. 176–180.
4. Аркова Т.И. Потенциал воспитательной деятельности по формированию духовно-нравственных ценностей в вузовском образовании // Педагогическое образование и наука. 2017. № 2. С. 67–69.
5. Лебедев А.Н., Гордякова О.В. Чувство патриотизма и типы патриотического поведения в поляризованном обществе // Новое в психолого-педагогических исследованиях. 2017. № 1 (45). С. 92–97.
6. Кипреев С. Н. Опросник по определению уровня сформированности чувства патриотизма «Мой патриотизм». Краснодар: Новация, 2024. 16 с.
7. Парфенова Д.А. Ценностно-смысловая сфера личности в связи с особенностями интеллектуального развития в период ранней взрослости // Вестник Кемеровского государственного университета. 2013. № 2–1 (54). С. 159–165.
8. Василевский А.А., Гончарова Н.А. Психологические основы формирования патриотических качеств будущих военнослужащих // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 1. URL: <https://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/4437/4470> (дата обращения: 15.06.2024).
9. Кудрявцева О.Л. Наставничество как технология формирования духовно-нравственных ценностей // Современное образование: актуальные вопросы и инновации. 2023. № 3. С. 38–40.
10. Кипреев С.Н. Особенности развития патриотических ценностей курсантов силовых структур // Педагогический журнал. 2022. Т. 12, № 2–1. С. 414–424.

УДК 378.14:372.881.1
DOI 10.17513/snt.40159

РЕАЛИЗАЦИЯ ВОСПИТАТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА ДИСЦИПЛИНЫ «ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК» В ВУЗЕ (НА ПРИМЕРЕ МЕТОДА ПРОЕКТОВ)

Куприянчик Т.В., Ермякина Н.А.

*ФГКОУ ВО «Сибирский юридический институт Министерства внутренних дел
Российской Федерации», Красноярск; e-mail: tatvk56@gmail.com, natasherm@gmail.com*

Разработка стратегий формирования, развития и совершенствования воспитательной среды вуза в контексте образовательной политики на современном этапе обуславливает необходимость поиска эффективных технологий, методик организации воспитательной работы. Цель исследования – проанализировать воспитательный потенциал учебной дисциплины «Иностранный язык» и рассмотреть возможные инструменты его реализации в образовательной организации высшего образования. На основе анализа педагогических исследований выделены основные аспекты воспитательного потенциала дисциплины «Иностранный язык», которые в данной работе рассматриваются через призму проектно-ориентированного обучения / метода проектов в рамках тематических модулей рабочей программы учебной дисциплины. В качестве инструментов реализации воспитательного потенциала дисциплины, направленного на достижение обучающимися личностных универсальных и специфических (контент-обусловленных) результатов, рассматривается метод проектов. Отмечается, что ключевые характеристики метода проектов коррелируют с положениями нормативно-правовых документов в части принципов организации воспитательного процесса и методологических подходов к организации воспитательной деятельности в образовательном пространстве вуза. Для эффективной организации проектной деятельности преподавателю предлагается разрабатывать карту планирования достижения обучающимися возможных образовательных и личностных результатов (для социально значимого и профессионально-ориентированного проектов). Делается вывод о том, что реализация метода проектов будет способствовать формированию у обучающихся ценностных ориентиров воспитания: гражданской ответственности, социальной справедливости и уважения к окружающим, профессиональной мотивации.

Ключевые слова: иностранный язык, воспитание, воспитательный потенциал, проектно-ориентированное обучение, метод проектов, личностные результаты

REALIZATION OF THE EDUCATIONAL POTENTIAL OF THE DISCIPLINE “FOREIGN LANGUAGE” AT A HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION (BY THE EXAMPLE OF THE PROJECT METHOD)

Kupriyanchik T.V., Ermyakina N.A.

*Siberian Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Krasnoyarsk,
e-mail: tatvk56@gmail.com, natasherm@gmail.com*

The development of strategies for the formation, development and improvement of the educational environment of the university within the context of modern educational policy, determines the need to search for effective technologies, methods of organizing educational work. The aim of the research is to analyze the educational potential of the academic discipline “Foreign Language” and consider possible tools for its implementation at a higher educational institution. Based on the analysis of pedagogical studies, the main aspects of the educational potential of the discipline “Foreign Language” are identified, which in this paper are viewed through the prism of project-based learning / project method within the framework of thematic modules of the work program of the academic discipline. The project method is considered as a tool for implementing the educational potential of the discipline, aimed at achieving personality universal and specific (content-based) results by students. It is noted that the key characteristics of the project method correlate with the provisions of regulatory documents in terms of the principles of organizing the educational process and methodological approaches to organizing educational activities in the educational environment of the university. For the effective organization of project activities, the authors suggest that the teacher should develop a planning map for achieving possible educational and personality results by the students (for socially significant and professionally oriented projects). It is concluded that the implementation of the project method will contribute to forming the students' educational values: civic responsibility, social justice and respect for others as well as professional motivation.

Keywords: foreign language, education, educational potential, project-based learning, project method, personality results

Введение

В современных условиях образовательной политики вопросы перестройки и реорганизации системы воспитания, оптимизации воспитательного пространства высшего учебного заведения находятся в центре внимания, так как воспитание считается одной из наиболее сложных проблем современной системы образования на всех уровнях.

Принятие Федерального закона № 304 от 31.07.2020 «О внесении изменений в Федеральный закон “Об образовании в Российской Федерации” по вопросам воспитания обучающихся» [1], «Примерной рабочей программы воспитания в образовательной организации высшего образования» (Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 2021 г.) [2] актуализи-

зирует изучение и решение вопросов «организации воспитательной деятельности субъектов образовательного и воспитательного процессов» [2, с. 4] и обуславливает необходимость поиска, анализа, разработки форм и методов воспитательной работы, в том числе в рамках преподавания учебных дисциплин, воспитательный потенциал которых может быть востребован в образовательном пространстве вуза.

Авторы согласны с мнением И.А. Макаровой о том, что «в связи с тем, что воспитательная работа является частью образовательного процесса и составляющей университетской среды, разработчики Примерной рабочей программы воспитания в образовательной организации высшего образования рассматривают модуль “Учебно-профессиональная деятельность” как связующее звено в ОПОП (основная профессиональная образовательная программа) между образовательной и воспитательной деятельностью» [3, с. 66], и в рамках данного исследования обращаются к проблеме использования воспитательного потенциала дисциплины «Иностранный язык», являющейся компонентом вышеназванного модуля учебных планов всех специальностей в образовательных организациях высшего образования.

Сказанное определяет актуальность настоящего исследования и обуславливает необходимость анализа воспитательных возможностей учебных дисциплин, в частности дисциплины «Иностранный язык», поиска методов и методических приемов в рамках современных педагогических технологий, а также педагогического инструментария, направленных на реализацию целей и задач воспитательного характера.

Цель исследования – проанализировать воспитательные возможности учебной дисциплины «Иностранный язык» на примере метода проектов.

Материалы и методы исследования

Объект исследования – воспитательный потенциал дисциплины «Иностранный язык».

Предмет исследования – метод проектов в реализации воспитательного потенциала учебной дисциплины «Иностранный язык».

Изучение научно-педагогической литературы по проблеме исследования с последующим анализом и интерпретацией, а также изучение положительного педагогического опыта выступили в качестве методов исследования.

Теоретической базой исследования являются работы специалистов как в области изучения воспитательного потенциала дисциплины «Иностранный язык», так и в об-

ласти теории и практики проектно-ориентированного обучения.

Результаты исследования и их обсуждение

Для достижения цели исследования был изучен ряд работ, посвященных вопросам роли иностранного языка в контексте решения задач воспитательного характера. В работах А.Б. Алмазовой [4], М.Е. Гненик, [5], О.С. Зацепиной [6], Л.А. Недосека [7], Н.В. Квач [8] рассматривается воспитательный потенциал дисциплины «Иностранный язык», обеспечивающий формирование личностных, социально-личностных компетенций и ценностных ориентаций обучающихся. Вопросы проектно-ориентированного обучения / метода проектов в методике преподавания иностранного языка в вузе нашли отражение в работах И.Н. Айнутдиновой [9], Ю.В. Варламовой [10], Г.И. Михайловой [11], Е.В. Николаевой, В.В. Зотова, А.Е. Попела [12], Н.Ю. Пахомовой [13], Е.С. Полат [14] и др. Вместе с тем проблема усиления воспитательной составляющей и реализации воспитательного потенциала дисциплины «Иностранный язык» в контексте проектно-ориентированного обучения / метода проектов остается актуальной.

Проблемное поле данного исследования представлено следующими педагогическими и методическими категориями: воспитание, воспитательный потенциал, проектно-ориентированное обучение, метод проектов, личностные результаты.

В рамках данного исследования воспитание рассматривается в трактовке, представленной в уже упомянутом федеральном законе, как «деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи...» [1].

Под воспитательным потенциалом учебной дисциплины «Иностранный язык» авторы, вслед за М.Е. Гненик, понимают «возможность оказывать развивающее, формирующее влияние на человека, его свойства и качества, личность в целом... изучение иностранного языка является предпосылкой для развития представлений о мире, создает информационно-содержательную основу для умственной деятельности» [5].

Что касается проектно-ориентированного обучения, в исследовании, проведенном авторами ранее, оно рассматривается как «одна из наиболее перспективных образовательных технологий, сочетающая в себе теоретические и практические со-

ставляющие, творческий потенциал и самоорганизацию обучающихся в процессе обучения» [15, с. 136], а метод проектов – как «способ достижения дидактической цели через детальную разработку проблемы (технологии), которая должна завершиться вполне реальным, осязаемым практическим результатом, оформленным тем или иным образом» [14, с. 139].

Воспитательный потенциал дисциплины «Иностранный язык» в данном исследовании рассматривается через призму достижений обучающимися личностных результатов в процессе практико-ориентированного обучения.

Анализ ряда источников позволил выделить следующие характеристики, которые лежат в основе реализации воспитательного потенциала дисциплины «Иностранный язык»:

– воспитательные возможности содержания учебного предмета;

– целевые установки воспитательного характера, прежде всего в рабочей программе учебной дисциплины, с последующим формулированием целевых ориентиров результатов воспитания в рамках практических занятий;

– технологии и методики организации образовательного процесса, направленные не только на формирование универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, но и оказывающие определенное воспитательное воздействие на обучающихся;

– интерактивные формы организации учебной деятельности, способствующие формированию умений диалогического общения, критического мышления, отстаивания своего мнения, работы в команде.

Вместе с тем следует добавить, что ценность воспитательного потенциала иностранного языка усиливается тем, что он способствует достижению обучающимися личностных результатов в ходе изучения учебного предмета.

Данные характеристики обуславливают возможности преподавателя выбирать и конструировать курс иностранного языка в контексте использования метода проектов, который активизирует и актуализирует воспитательный потенциал дисциплины «Иностранный язык». По мнению Т.А. Борзовой, «необходимо решать вопросы воспитания, не отрывая его от процесса обучения, – менять методы и подходы, активно внедрять проектную деятельность, стимулировать обучающихся к профессиональному росту, мотивировать их на самообразовательную деятельность, направлять на развитие собственной гражданской позиции, формировать

цельную, уверенную в своем будущем самоопределяющуюся личность» [16, с. 182].

Авторы согласны с Н.Ю. Пахомовой, которая отмечает, что «инновационная и экспериментальная образовательная практика демонстрирует образцы использования учебного проектирования для решения различных задач обучения, развития и воспитания обучающихся при условии сформированной проектной компетентности» [13, с. 53].

Следует отметить, что ключевые характеристики метода проектов не вступают в противоречие, а, наоборот, коррелируют с положениями «Примерной рабочей программы воспитания в образовательной организации высшего образования» в части принципов организации воспитательного процесса и методологических подходов к организации воспитательной деятельности [2, с. 8–9].

По мнению авторов, метод проекта можно рассматривать в качестве инструмента реализации воспитательного потенциала учебной дисциплины «Иностранный язык», но в то же время его применение требует разработки и использования методического инструментария.

В качестве методического инструментария может выступать конструктор проекта, включающий в себя ряд документов, а именно: тематический модуль дисциплины (его содержание и тематические ориентиры), тематическое поле проекта, паспорт проекта, технологическую карту, с помощью которой планируется, разрабатывается и реализуется проект, а также карту планирования достижения возможных образовательных и личностных результатов в ходе реализации проекта.

Тематическое поле проектов, разработанное авторами [15, с. 139], можно рассматривать как систему взаимосвязанных, постепенно усложняющихся проектов, обеспечивающую действенность концептуальной модели проектной деятельности.

Метод проектов в профессионально ориентированном курсе иностранного языка в условиях межпредметной интеграции обладает значительным воспитательным потенциалом, способствуя развитию у обучающихся не только языковых, но и ключевых профессиональных компетенций. Интеграция проектной деятельности в образовательный процесс обогащает его и способствует не только более глубокому пониманию обучающимися учебного материала, но и достижению ими необходимых личностных результатов, рассматриваемых в качестве целей и задач воспитания в ходе реализации основных профессиональных образовательных программ.

Карта планирования достижения возможных образовательных и личностных результатов в ходе реализации проекта

Название проекта / Тип проекта	Компоненты содержания проекта	Образовательные результаты обучающихся при реализации проекта	Личностные результаты обучающихся при реализации проекта
Help Say "No" to Drugs (в рамках изучения темы Youth and Drugs. Drug Prevention)/ Социально значимый	Изучение информационных ресурсов, анализ и обсуждение: – причин употребления наркотиков, – факторов риска, – факторов защиты, – мифов и реальных фактов о наркотиках, – последствий употребления наркотиков; – альтернатив употреблению наркотиков; – правил здорового образа жизни. Дискуссии и «круглые столы» по указанным проблемам. Создание информационных бюллетеней, постеров, презентаций на иностранном языке. Конкурс антинаркотических слоганов (на иностранном языке)	– усвоение профессиональной терминологии развития необходимых иноязычных коммуникативных умений и навыков в рамках темы «Молодежь и наркотики. Профилактика наркомании (Youth and Drugs. Drug Prevention)»	– развитие лидерских качеств, развитие умения работать в команде; – развитие самостоятельности и инициативности; – развитие творческого мышления; – развитие умения планировать свою деятельность, оценивать ресурсы и управлять временем; – формирование ответственного отношения к собственному здоровью и здоровью окружающих; – формирование осознанного неприятия деструктивного, опасного поведения в обществе; – формирование активной жизненной позиции обучающихся; – готовность к пропаганде здорового образа жизни
I'm proud to be a police officer (в рамках изучения темы My Future Profession) / Профессионально значимый	– изучение информационных ресурсов, посвященных деятельности различных полицейских организаций, подразделениям полиции, их структуре, функциям и задачам; – мини-исследования (история полиции, работа полиции в разных странах, современные вызовы и т.д.). – просмотр и анализ видеоматериалов на иностранном языке о работе полиции. – ролевые игры и симуляции реальных ситуаций, с которыми сталкиваются полицейские («расследование происшествия», «допрос подозреваемого», «опрос свидетелей» и т.п.) – анализ и обсуждение этических дилемм и норм профессиональной этики полицейского	– усвоение профессиональной терминологии развития необходимых иноязычных коммуникативных умений и навыков в рамках темы «Моя будущая профессия – сотрудник полиции. (My future profession is a police officer / law enforcement officer)»	– развитие лидерских качеств, – развитие умения работы в команде; – развитие критического мышления; – развитие умения планировать свою деятельность, делить задачи на этапы, оценивать ресурсы и управлять временем; – развитие творческого мышления и способности генерировать новые идеи в рамках своей профессиональной сферы; – повышение мотивации к изучению профессиональных дисциплин и будущей профессиональной деятельности; – формирование ценностных и этических основ профессионально-служебной деятельности (честность, справедливость, уважение к правам людей и готовность помочь)

Следует отметить, что в условиях реализации проектов личностные результаты можно разделить на универсальные (характерные для всех проектов независимо от содержания) и специфические (контент-обусловленные).

К универсальным личностным результатам можно отнести развитие у обучающихся таких качеств, как самостоятельность и ответственность. Приступая к работе над проектом, они самостоятельно определяют цели и планируют свою деятельность, выбирают методы и ресурсы, контролируют промежуточные результаты и несут ответственность за конечный продукт. Это во многом способствует развитию у обучающихся навыков самоорганизации и принятию решений, основанных на определенных этических принципах.

Специфические (контент-обусловленные) личностные результаты включают те качества, развитие которых обусловлено самим содержанием проектов. К ним можно отнести, например, повышение профессиональной мотивации участников проекта, формирование их активной жизненной позиции или осознанного неприятия деструктивного, опасного и противоправного поведения в обществе и т.п.

Одним из ключей к успеху работы над проектом является, по мнению авторов, тщательное планирование проектной деятельности со стороны преподавателя, который должен в первую очередь определить место того или иного проекта в тематических модулях дисциплины, а также цели (в том числе воспитательные), которые должны быть достигнуты в результате его реализации. В связи с этим при организации проектной деятельности преподавателю предлагается разрабатывать карту планирования достижения обучающимися возможных образовательных и личностных результатов в ходе реализации проекта.

В таблице приведены примеры такого планирования при организации проектной деятельности обучающихся в образовательной организации системы МВД России (социально значимого и профессионально значимого).

Следует отметить, что перечень образовательных и личностных результатов реализации указанных проектов не является исчерпывающим и может варьироваться в зависимости от типа и содержания конкретного проекта. Подобные проекты с учетом имеющихся дидактических/ресурсных инструментов способствуют формированию у обучающихся гражданской ответственности, социальной справедливости и уважения к окружающим, профессиональной мотивации.

Заключение

В условиях современной образовательной парадигмы в высшей школе одним из важных направлений является усиление воспитательной деятельности; это обуславливает значимость поиска, разработки и использования форм, методов воспитательной деятельности не только в контексте внеучебной деятельности, но и в контексте использования воспитательных возможностей учебных дисциплин, в частности дисциплины «Иностранный язык».

Коммуникативная направленность, воспитательные возможности содержания, интерактивность методов и методических приемов, дидактически значимые материалы, направленные на формирование у обучающихся ценностных ориентаций, являются слагаемыми воспитательного потенциала дисциплины «Иностранный язык».

Одним из эффективных инструментов реализации воспитательного потенциала дисциплины авторы рассматривают метод проектов. Педагогическая целесообразность введения метода проектов в процесс обучения иностранному языку обусловлена его возможностями не только как инструмента развития и совершенствования иноязычной коммуникативной компетенции, но и как инструмента воспитания творческой, профессионально мотивированной личности будущего специалиста.

Метод проекта в курсе иностранного языка выступает в качестве инструмента:

- реализующего воспитательный потенциал дисциплины в соответствии с целями, задачами, содержанием профессионального образования и формирования компетенций;
- ориентированного на интерактивность образовательного процесса в ходе обучения иностранному языку;
- содействующего развитию интеллектуального потенциала обучающихся;
- способствующего достижению обучающимися как универсальных, так и специфических (контент-обусловленных) личностных результатов.

Рассматривая метод проектов в рамках концепций контекстного, практико-ориентированного и продуктивного обучения иностранному языку, следует констатировать, что его воспитательные возможности реализуются посредством проблемного, личностно значимого для будущих специалистов содержания, совместной работы обучающихся, ориентации на продуктивную деятельность.

Перспективы дальнейшего исследования воспитательного потенциала дисциплины «Иностранный язык» лежат в области оценки результатов личностного развития

обучающихся в ходе реализации социально и профессионально значимых проектов.

Список литературы

1. Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон “Об образовании в Российской Федерации”» от 31.07.2020 № 304-ФЗ // Российская газета. 07.08.2020.
2. Примерная рабочая программа воспитания в образовательной организации высшего образования // Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 2021. 14 с. [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_431077/ (дата обращения: 22.05.2024).
3. Макарова И.А. Проектирование примерной рабочей программы воспитания образовательной организации высшего образования для педагогических направлений // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. 2021. № 6 (159). С. 62–69.
4. Алмазова А.Б. Актуализация воспитательного и развивающего потенциала дисциплины «Иностранный язык» в неязыковом вузе (на материале английского языка): автореф. дис. ... канд. пед. наук. Санкт-Петербург, 2013. С. 25.
5. Гненик М.Е. Воспитательный потенциал лингвистической подготовки в техническом вузе // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29775> (дата обращения: 18.06.2024). DOI: 10.17513/spno.29775.
6. Зацепина О.С. Реализация воспитательного потенциала предмета «Иностранный язык» в процессе создания старшеклассниками электронного журнала: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Курск, 2017. 23 с.
7. Недосека Л.А. Воспитательно-образовательный потенциал иностранного языка в процессе становления личности специалиста // Вестник Дагестанского государственного университета. 2014. Вып. 4. С. 277–283.
8. Квач Н.В. Воспитательные возможности дисциплины «Иностранный язык» в вузе в современных условиях // Со-временные проблемы науки и образования. 2023. № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32772> (дата обращения: 24.06.2024). DOI: 10.17513/spno.32772.
9. Айнутдинова И.Н. Метод проектов как инструмент развития междисциплинарных связей в университетах России // Гуманитарные науки. 2018. № 3 (43). С. 75–82.
10. Варламова Ю.В. Метод проектов как способ реализации компетентностного подхода при обучении студентов иностранному языку в неязыковом вузе // Вестник Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина. 2014. Т. 1, № 3. С. 244–254.
11. Михайлова Г.И. Эффективность метода проектов в обучении иностранному языку в вузе // Тенденции развития науки и образования. 2022. № 81–4. С. 73–76. DOI: 10.18411/trnio-01-2022-145.
12. Николаева Е.В., Зотов В.В., Попел А.Е. Проектная деятельность в курсе ESP в контексте социально-профессионального самоопределения студентов нелингвистического вуза // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социоконетика. 2021. Т. 27, № 4. С. 284–291. DOI: 10.34216/2073-1426-2021-27-1-284-291.
13. Пахомова Н.Ю. Проектная деятельность учащихся в образовательном процессе современной школы // Инновации в образовании. 2011. № 5. С. 51–57.
14. Полат Е.С. Метод проектов. История и теория вопроса. [Электронный ресурс]. URL: <https://skola2.narod.ru/teach/methodpr.html> (дата обращения: 16.05.2024).
15. Куприянич Т.В., Ермякина Н.А. Проектно-ориентированное обучение в контексте преподавания иностранного языка для специальных целей // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 7. С. 136–142. DOI: 10.17513/snt.38765.
16. Борзова Т.А. Особенности воспитательного процесса в современной образовательной системе вуза // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2022. Т. 14, № 2. С. 177–185. DOI: 10.24866/VVSU/2073-3984/2022-2/177-185.

УДК 372.862
DOI 10.17513/snt.40160

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПРЕДМЕТА «ТРУД (ТЕХНОЛОГИЯ)»

Ляпина О.А., Байчурина Ю.В., Забродина Е.В.,
Забродин С.В., Арюкова Е.А.

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

Статья посвящена вопросам применения цифровых образовательных ресурсов на занятиях по труду (технологии) в основной школе. Чтобы уроки технологии были по-настоящему эффективными, необходимо использовать разнообразные методы обучения, сочетая традиционные подходы с современными цифровыми технологиями. Цель исследования состоит в разработке методики организации и проведения уроков технологии с использованием цифровых образовательных ресурсов, направленной на повышение интереса к предмету, развитие творческих способностей и повышение познавательной активности обучающихся. Применение цифровых образовательных ресурсов на уроках технологии способно сделать обучение более динамичным и интересным. Важной частью предмета является развитие познавательной активности обучающихся. Учитель, работающий в этой области, стимулирует обучающихся к поиску нестандартных решений, к экспериментированию и креативному мышлению. Важным и эффективным методом повышения познавательной активности является использование цифровых образовательных ресурсов. В рамках представленного в статье исследования авторами была разработана методика организации и проведения уроков технологии с использованием цифровых образовательных ресурсов. Уроки проводились по разделу «Робототехнические проекты», включающие в себя видеоматериалы, интерактивные симуляции, виртуальные лаборатории, а также разнообразные онлайн-платформы для проектной работы и обмена информацией. Такой подход позволил обучающимся глубоко погрузиться в изучаемый материал, экспериментировать, получать обратную связь и развивать цифровые компетенции, необходимые в современном мире.

Ключевые слова: общеобразовательная школа, обучение технологии, цифровые образовательные ресурсы, интерактивность, познавательная активность

Исследование выполнено в рамках гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям научной деятельности вузов-партнеров по сетевому взаимодействию (Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева и Мордовский государственный педагогический университет им. М.Е. Евсевьева) по теме «Развитие естественнонаучного и технологического образования на базе инновационной среды вуза».

USE OF DIGITAL EDUCATIONAL RESOURCES WHEN STUDYING THE SUBJECT «LABOR (TECHNOLOGY)»

Lyapina O.A., Baychurina Yu.V., Zabrodina E.V.,
Zabrodin S.V., Aryukova E.A.

Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evsevev, Saransk,
e-mail: olga.koshelevaa@mail.ru

The article is devoted to the issues of using digital educational resources in Labor (technology) classes in basic school. For technology lessons to be truly effective, it is necessary to use a variety of teaching methods, combining traditional approaches with modern digital technologies. The purpose of the study is to develop a methodology for organizing and conducting technology lessons using digital educational resources, aimed at increasing interest in the subject, developing creativity and increasing the cognitive activity of students. The use of digital educational resources in technology lessons can make learning more dynamic and interesting. An important part of the subject is the development of students' cognitive activity. A teacher working in this area encourages students to search for non-standard solutions, experimentation and creative thinking. An important and effective method of increasing cognitive activity is the use of digital educational resources. As part of the study presented in the article, the authors developed a methodology for organizing and conducting technology lessons using digital educational resources. The lessons were conducted in the Robotics Projects section, which included videos, interactive simulations, virtual labs, and a variety of online platforms for project work and information exchange. This approach allowed students to deeply immerse themselves in the material being studied, experiment, receive feedback, and develop digital competencies needed in the modern world.

Keywords: secondary school, technology training, digital educational resources, interactivity, cognitive activity

The study was carried out within the framework of a grant for conducting research work in priority areas of scientific activity of partner universities in network interaction (Chuvash State Pedagogical University named after I. Ya. Yakovlev and Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseviev) on the topic "Development of natural science and technological education based on the innovative environment of the university".

Введение

С 1 сентября 2024 г. в школьном расписании начальной и основной школы появится новый предмет «Труд (технология)». Данный предмет является одним из уникальных предметов, занимающих ключевое место в системе общего образования и играющих важную роль в системе обучения школьников, развивая их творческие способности, воспитывая и совершенствуя личность [1].

В настоящее время образовательный процесс трудно представить без использования современных информационных технологий, играющих ключевую роль в создании оптимальных условий для того, чтобы качество образовательного процесса поднялось на новый уровень. Компьютерные технологии становятся неотъемлемой частью образовательного процесса, масштабной инновацией школьного образования [2]. Отличным решением проблем компьютеризации и информатизации образования является внедрение в учебный процесс цифровых образовательных ресурсов (ЦОР) для обучения, повышения познавательной активности школьников и совершенствования знаний в области технологии [3].

Важной частью предмета «Технология» является развитие познавательной активности обучающихся. Учитель, работающий в этой области, стимулирует обучающихся к поиску нестандартных решений, к экспериментированию и креативному мышлению.

Цель исследования заключалась в разработке методики организации и проведения уроков технологии с использованием ЦОР, направленной на повышение интереса к предмету, развитие творческих способностей и повышение познавательной активности обучающихся.

Материалы и методы исследования

Внедрение ЦОР в учебный процесс – это современный тренд, который позволяет сделать обучение более интересным, интерактивным и эффективным. Педагогический эксперимент, проведенный на базе МОУ «Средняя школа № 24», г. Саранск Республики Мордовия, был посвящен изучению влияния ЦОР на познавательную активность обучающихся 7 класса на уроках технологии. В ходе эксперимента было проведено 7 уроков, в соответствии с тематическим планированием (табл. 1).

Методы исследования: проблемно-ориентированный анализ научно-методической и учебной литературы по проблеме исследования; опытно-экспериментальная работа; статистическая обработка результатов

исследования и обобщение экспериментальной работы.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе эксперимента авторы выявили ряд ключевых особенностей использования ЦОР на уроках технологии. *Интерактивность* – современные дети привыкли к динамичным формам взаимодействия с информацией. ЦОР позволяют создавать интерактивные уроки, которые не только дают теоретические знания, но и позволяют обучающимся активно взаимодействовать с материалом. Школьники могут активно взаимодействовать с цифровыми материалами, решать задачи, проводить эксперименты, создавать и тестировать модели и прототипы.

Кроме того, обучающиеся могут самостоятельно экспериментировать и создавать. Например, с помощью таких ЦОР, как CorelDRAW, можно проводить групповые проекты, разрабатывать и создавать различные конструкции или изделия (рис. 1).

Следующий немаловажный аспект – *практическая составляющая*. Предмет «Технология» – это предмет, требующий практического опыта и навыков. За счет использования ЦОР обучающиеся могут практиковаться в реальных сценариях с помощью виртуальных инструментов и материалов.

Специально разработанные программы, например Компас 3D, позволяют создавать модели в трехмерном объеме, что делает обучение более наглядным и запоминающимся. Программа позволяет не только визуализировать объекты, но и проводить расчеты, подбирать материалы, что особенно важно для уроков технологии. С помощью этого ресурса обучающиеся могут проектировать и изготавливать собственные изделия на компьютере, а затем оценивать результаты своей работы. Это способствует развитию практических навыков и умений рефлексировать (рис. 2).

Не стоит забывать об *индивидуальном подходе*. В основной школе обучающиеся обладают разным уровнем знаний и навыков. Некоторые дети могут проявлять технические способности, в то время как другие могут испытывать трудности. Поэтому на уроках технологии важно предоставить возможность индивидуального развития каждому обучающемуся. Сервис LearningApps.org предлагает создание викторин, вставки пропусков в текст, кроссвордов, игр с буквами и на составление слов, пазлов, подбора пар [4, с. 361]. Кроме этого, сервис открывает возможности для создания дополнительных материалов для разных возрастных групп обучающихся.

Таблица 1

Поурочное тематическое планирование по технологии,
раздел «Робототехнические проекты»

Тема урока	Задания для обучающихся, разработанные и/или требующие выполнения с использованием ЦОР
Введение в образовательную робототехнику	Изучите этапы становления робототехники, сделать схематичный план с помощью ментальной карты: используя ресурс MindMeister (Ссылка на ресурс: https://www.mindmeister.com/ru). Выполните задание, разгадав филворд «Робототехника», перейдя по ссылке: https://onlinetestpad.com/ru/crosswordview/4346-robototekhnika
Знакомство с робототехническими конструкторами	Познакомьтесь с конструкторами и ресурсными наборами Robomaster S1, ТехноЛаб и VEX IQ. Подробно изучите робота Robomaster S1, рассмотрев его 3D модель (Ссылка на 3D-модель Robomaster S1: https://sketchfab.com/3d-models/dji-robomaster-prototype-6fe85bf201f24d8dadfeaabd55c970c3), а также выполните интерактивное задание, перейдя по ссылке https://learningapps.org/display?v=psht30mt22
Моделирование, конструирование Robomaster S1, ТехноЛаб и VEX IQ	Самостоятельно соберите один из видов робота с опорой на ЦОР: https://robodk.com/ru/ Выявите сходства и различия робота «Воина» и «Инженера», выполнив задание в LearningApps.org (Ссылка на задание: https://learningapps.org/)
Robomaster S1, ТехноЛаб и VEX IQ, анализ и начало программирования роботов	Совместно с учителем познакомьтесь с интерфейсом программы; языками программирования «Scratch» и «Python». Посмотрите видеуроки https://www.youtube.com/watch?v=Vc8moYRG-bE . Пропишите готовые программы для Robomaster S1, с целью тестирования робота, и проверки возможностей изменения режимов и функционала основных частей робота используя программу Robomaster, установив приложение с официального сайта. https://www.dji.com/ru/robomaster-s1
Свободное моделирование и программирование	Соберите, запрограммируйте и испытайте робота, используя руководство по программированию https://www.dji.com/ru/robomaster-s1/programming-guide
Коррекция знаний о работах: Robomaster S1, ТехноЛаб и VEX IQ	Мастеркласс с элементами квиза «Роботы нам помогут» https://quizizz.com/?lng=ru
Контрольная работа по пройденному материалу	Контрольный тест по теме робототехника по вариантам (3 варианта). Ссылка на тест: https://onlinetestpad.com/ru/testview/299822-osnovy-robototekhniki
Проект по изученным роботам на выбор	Кейс-задание «Движение по траектории» Задача: Осуществить программирование робота на движение по траектории согласно представленному полю по соревновательной робототехнике. Функция: Роботу необходимо доехать от старта до финиша. Проведение соревнований



Рис. 1. Групповой проект «Оформление кооперативного стиля», выполненный в CorelDRAW

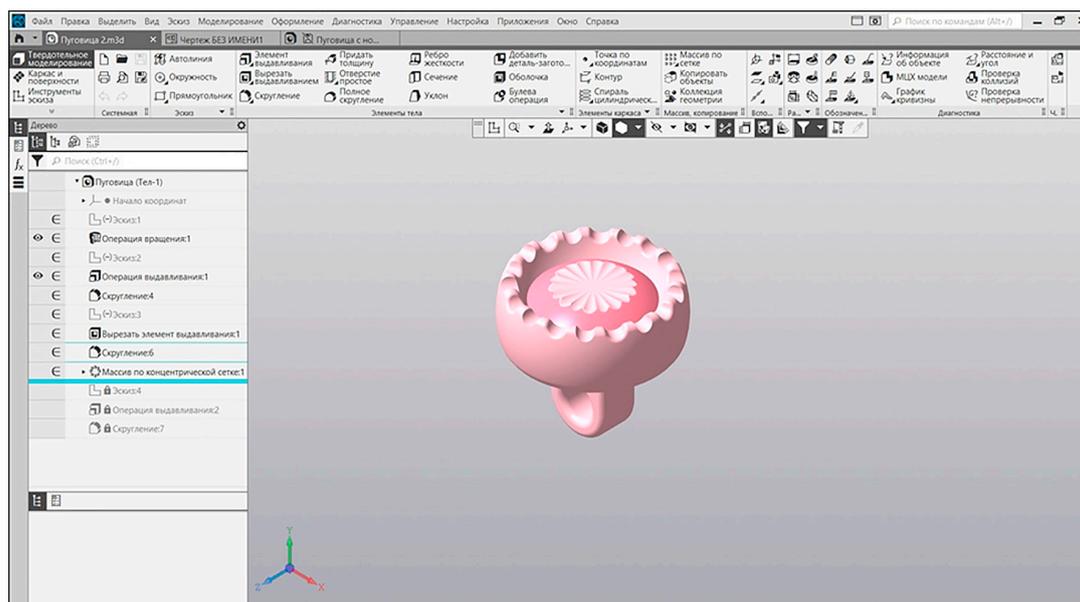


Рис. 2. Создание 3D-модели пуговицы на ножке в КОМПАС-3D

Важно помнить, что ЦОР должны не полностью заменять традиционные методы обучения, а служить дополнением к ним. Практическая работа с реальными инструментами и материалами, построение моделей, решение задач в командной форме – все это незаменимо для формирования глубокого понимания принципов работы технологий и развития ручной мелкой моторики, пространственного воображения и координации движений. Современные уроки технологии должны гармонично сочетать цифровые и традиционные методы обучения. Это позволяет создать увлекательную образовательную среду, где обучающиеся могут активно использовать полученные знания на практике, развивать свои технологические навыки и готовить себя к жизни в современном цифровом мире [5].

Начиная с введения нового материала, ЦОР способны привлечь внимание обучающихся и создать атмосферу интерактивного обучения. При этом они могут быть использованы не только для объяснения теоретических аспектов, но и для проведения практических заданий и проверки усвоения материала. В процессе закрепления знаний ЦОР помогают обучающимся более глубоко понять и запомнить учебный материал, предоставляя дополнительные возможности для самостоятельного изучения. На этапе заключительного обобщения ЦОР могут использоваться для систематизации полученных знаний и проверки уровня усвоения материала. Таким образом, ЦОР играют важную роль в современном образователь-

ном процессе, обогащая урок и делая его более интересным и эффективным [6].

Для выявления познавательной активности обучающихся при изучении технологии необходимо было обратиться к определенным диагностическим средствам. Одним из наиболее приемлемых для нас оказалась методика, разработанная и предложенная автором ряда научных работ и публикаций в области исследования различных аспектов человеческой психики и поведения Б.К. Пашневым [7].

Методика состоит из трех компонентов.

Первый компонент – перечень вопросов, на которые необходимо ответить обучающимся.

Второй компонент – категория вопросов, направленных на изучение познавательной активности, и вопросов, с помощью которых исследуется показатель увлеченности изучаемым материалом.

Третий компонент – сводка по анализу и интерпретации результатов уровней учебной активности с краткой характеристикой каждой из них в психолого-педагогическом ключе.

Познавательная активность – это способность обучающихся активно взаимодействовать с окружающей средой, собирать и анализировать информацию, строить логические связи, решать задачи, осваивать новые знания и навыки. Она представляет собой процесс, в котором школьники активно участвуют в обучении, постоянно стремятся к новым знаниям и ищут способы применить их на практике.

Таблица 2

Группы ЦОР, способствующих повышению уровня познавательной активности обучающихся

№ группы	Признак	Название / пример ЦОР
I	Организация совместной деятельности	Padlet, Mentimeter, сервисы Google (Google Документы, Google Таблицы, Google Презентации и тд.), Flippity
II	Создание цифровой образовательной среды	Google Classroom, Learning Apps
III	Организация онлайн-уроков	Zoom, Microsoft Teams, Webex Meet
IV	Осуществление обратной связи / контроль знаний	Google Form, Kahoot, Quizizz, Online Test Pad, Simpoll

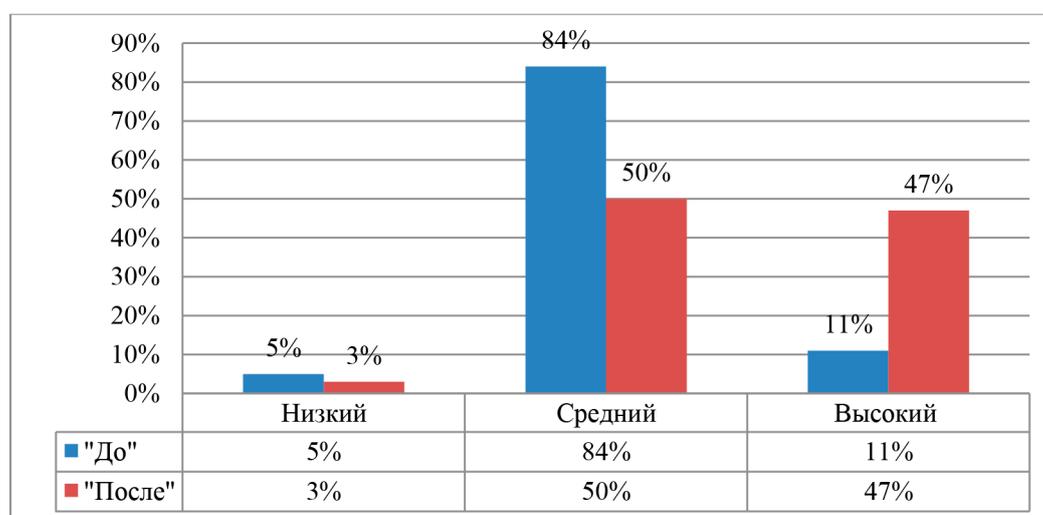


Рис. 3. Уровни познавательной активности «до» и «после» эксперимента

Формирование познавательной активности возможно только при взаимодействии учителя, ученика и образовательной среды, включающей разнообразные методики и приемы обучения. Выделим аспекты, которые включают основы формирования познавательной активности обучающихся:

1. Создание стимулирующей образовательной среды.
2. Развитие самостоятельности и инициативы.
3. Развитие критического и творческого мышления.
4. Развитие коммуникационных навыков и умений.
5. Использование цифровых образовательных ресурсов.

Были выделены группы ЦОР, способствующих повышению уровня познавательной активности обучающихся, по следующим признакам (табл. 2).

Выделяют следующие уровни познавательной активности по Б.К. Пашневу: высо-

кий уровень (творческий), средний уровень (интерпретирующий) и низкий уровень (воспроизводящий).

Представим наглядный сравнительный аспект применения методики для изучения познавательной активности до эксперимента (проведение уроков технологии без использования ЦОР) и результаты после эксперимента (использование на уроках технологии ЦОР) на рис. 3.

Сравнение позволяет отследить существенную динамику изменений познавательной активности обучающихся, а также удостовериться в правильности и эффективности выбранной авторами методики работы с обучающимися на уроках технологии в условиях общеобразовательной школы.

Анализируя полученные сведения, отметим положительную динамику и эффективность данной методики. Из рис. 3 видно, что результаты улучшились по всем уровням познавательной активности, низкий уровень снизился с 5 до 3%, средний уро-

вень – с 84 до 50%, высокий уровень познавательной активности проявил положительную динамику и повысился с 11 до 47%.

Заключение

На основании полученных данных можно утверждать, что разработанная авторами методика способствует повышению познавательной активности обучающихся на уроках технологии, обучающие стали проявлять интерес и активность в изучении предмета, проявлять любознательность, чаще задавать вопросы, стремиться на них ответить.

Педагогический эксперимент показал, что цифровые технологии способны значительно улучшить качество обучения и сделать уроки технологии более интересными и эффективными. Важно создать условия для гармоничного сочетания цифровых и практических методов обучения, что позволит обучающимся получить необходимые знания и навыки для успешного применения технологий в жизни.

Список литературы

1. Приказ Минпросвещения РФ от 22.01.2024 № 31 «О внесении изменений в некоторые приказы Министерства образования и науки Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации, касающиеся федеральных государственных образовательных стандартов начального общего образования и основного общего образования» [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202402220008?ysclid=ljzx4pq0xx444212092> (дата обращения: 05.07.2024).
2. Сафонова Л.А., Воинова И.В., Хвастунов Н.Н. Методика проведения уроков по дисциплинам естественнонаучного цикла в условиях модернизации образования // Учебный эксперимент в образовании. 2023. № 2 (106). С. 73–83.
3. Копыльцов А.А., Копыльцов А.В. Цифровые образовательные ресурсы и их роль в современном образовании // Современное образование: содержание, технологии, качество. 2020. Т. 1. С. 320–322.
4. Байчурина Ю.В., Забродина Е.В. LearningApps как современное средство оценивания результатов обучения на уроках технологии // Молодой ученый. 2021. № 49 (391). С. 360–363.
5. Наумкин Н.И., Забродин С.В., Забродина Е.В., Байчурина Ю.В., Сильвестрова М.А., Янкова Е.А. Анализ дисциплин учебного плана подготовки учителей технологии по степени их вклада в инновационную подготовку студентов // Современные проблемы науки и образования. 2023. № 1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32414> (дата обращения: 02.06.2024). DOI: 10.17513/spno.32414.
6. Кочеткова О.А., Пудовкина Ю.Н., Гусева Е.В., Гришанина Ю.О., Польская М.А. Методические возможности использования открытых образовательных ресурсов в цифровой трансформации образования // Современные проблемы науки и образования. 2023. № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32945> (дата обращения: 05.07.2024). DOI: 10.17513/spno.32945.
7. Сяпина Т.В. Исследование познавательной активности будущих инженеров в процессе обучения математике // Общество: социология, психология, педагогика. 2021. № 3 (83). URL: <https://sciup.org/issledovanie-poznavatelnoj-aktivnosti-budushhih-inzhenerov-v-processe-obucheniya-149134669> (дата обращения: 13.07.2024). DOI: 10.24158/spp.2021.3.21.

УДК 378.046.4
DOI 10.17513/snt.40161

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ РУКОВОДИТЕЛЕЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ

Саитбаева Э.Р., Крисковец Т.Н.

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

Цель исследования состоит в выявлении профессиональных дефицитов руководителей школ в области управления качеством образования и в создании системы работы по совершенствованию их управленческих компетенций. При проведении исследования реализован комплекс взаимодополняющих методов: теоретический, диагностический, наблюдательный, экспериментальный, обработка и интерпретация результатов исследования. Выявлено, что, внедряя обновленные федеральные государственные образовательные стандарты общего образования, руководители школ испытывают затруднения при проектировании внутришкольной системы оценки качества образования, в том числе при модернизации локальной нормативной базы, повышении объективности проведения оценочных процедур, внедрении цифровых инструментов оценки образовательных достижений обучающихся. Несформированность внутренней системы оценки качества образования в свою очередь приводит к возникновению низких образовательных результатов обучающихся. В рамках данного исследования определены управленческие решения проблемы: институциональное повышение квалификации; внутрифирменная учеба; наставничество; знакомство с опытом совершенствования систем оценки качества образования в других общеобразовательных организациях; научно-методическое сопровождение педагогов и руководителей – «Методическая среда 56». По итогам проведенного исследования сделаны выводы об эффективности предложенной программы поддержки руководителей школ в вопросах оценки и повышения качества образования, а также разработанных направлений и способов формирования их управленческих компетенций.

Ключевые слова: качество образования, управление качеством образования, внутришкольная система оценки качества образования

IMPROVING MANAGERIAL COMPETENCIES OF LEADERS OF GENERAL EDUCATIONAL ORGANIZATIONS IN THE FIELD OF EDUCATION QUALITY MANAGEMENT

Saitbaeva E.R., Kriskovets T.N.

Orenburg State Pedagogical University, Orenburg, e-mail: esaitbaeva@mail.ru

The objective of the study is to identify professional deficiencies of school leaders in the field of education quality management and to create a system of work to improve their management competencies. During the study, a set of complementary research methods was implemented: theoretical, diagnostic, observational, experimental, processing and interpretation of research results. It was revealed that when implementing the updated federal state educational standards of general education, school leaders experience difficulties in designing an internal school education quality assessment system, including modernization of the local regulatory framework, increasing the objectivity of assessment procedures, and introducing digital tools for assessing students' educational achievements. The lack of an internal education quality assessment system, in turn, leads to low educational results of students. Within the framework of this study, management solutions to the problem were identified: institutional advanced training; in-house training; mentoring; familiarization with the experience of improving education quality assessment systems in other general education organizations; scientific and methodological support for teachers and managers – "Methodological Environment 56". Based on the results of the study, conclusions were made about the effectiveness of the proposed program to support school leaders in matters of assessing and improving the quality of education, as well as the developed directions and methods for developing their management competencies.

Keywords: quality of education, education quality management, in-school education quality assessment system

Введение

В Указе Президента РФ В.В. Путина от 21 июля 2020 г. «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» сформулирована цель: «вхождение Российской Федерации в число десяти ведущих стран мира по качеству общего образования» [1, с. 2]. Очевидно, что одним из основных путей достижения этой цели является развитие механизмов управления

качеством образования. К числу наиболее существенных среди них относится внутришкольная система объективной оценки качества подготовки обучающихся.

Такая система должна быть выстроена в каждой школе. Она должна давать возможность каждому учителю периодически оценивать качество подготовки обучающихся, а директору школы – осуществлять объективный мониторинг качества образования по всем предметам и во всех классах [2-4].

Актуальность проблемы совершенствования ВСОКО подтверждают результаты мониторинга, проведенного авторами в школах, руководители и управленческие команды которых повышали квалификацию в ОГПУ, а также в курируемых авторами в ходе реализации гранта «Сравнительный анализ эффективности различных подходов к повышению качества работы школ с низкими образовательными результатами» [5].

Цель исследования: выявить профессиональные дефициты руководителей школ в сфере регламентации оценки качества образования в образовательных организациях и спроектировать комплекс мер по их предупреждению.

Материал и методы исследования

Исследование готовности школ к обновлению ВСОКО проведено в 2022-2024 гг. В нём приняли участие: 1) представители управленческих команд ООО, повышавшие квалификацию в ФГБОУ ВО «ОГПУ» в 2022 г. – 434 чел. (1-й поток); 377 чел. (2-й поток); 2) представители школьных команд проекта «Школа Минпросвещения России» в 2022 г. – 108 чел.; 3) руководители ООО, повышавшие квалификацию по дополнительной профессиональной программе (ДПП) «Введение обновленных ФГОС ООО: управленческий аспект» в 2023 г. – 310 чел.; 4) руководители ООО, повышавшие квалификацию по ДПП «Совершенствование ВСОКО» в 2023 г. – 8 человек; в 2024 г. – 18 чел.; 5) руководители 11 школ (2022 г.), работа с которыми проводилась в рамках указанного выше гранта.

Для выявления проблем в обновлении ВСОКО руководителям ООО были предложены следующие вопросы: какие локальные нормативные акты регулируют функционирование ВСОКО? Какие меры приняты в ООО в целях совершенствования ВСОКО? Какие шаги были сделаны в ООО в целях повышения объективности проведения оценочных процедур? Какие современные подходы, методы, инструменты оценки образовательных достижений обучающихся, в том числе цифровые, внедрены в практику ВСОКО?

Результаты исследования и их обсуждение

ВСОКО – это совокупность организационных структур, норм и правил, диагностических и оценочных процедур, обеспечивающих на единой основе оценку качества образовательной деятельности и подготовки обучающегося, выраженного в степени их соответствия федеральным государственным образовательным стандартам

и потребностям участников образовательных отношений.

Нормативная правовая основа ВСОКО содержится в ФЗ «Об образовании в РФ» [6]. В нём дано следующее определение понятия «качество образования» (ст. 2): «комплексная характеристика образовательной деятельности и подготовки обучающегося, выражающая степень их соответствия федеральным государственным образовательным стандартам, образовательным стандартам, федеральным государственным требованиям и (или) потребностям физического или юридического лица, в интересах которого осуществляется образовательная деятельность, в том числе степень достижения планируемых результатов образовательной программы»; устанавливается ответственность ООО за реализацию не в полном объеме образовательных программ в соответствии с учебным планом, качество образования выпускников (ст. 28). В других статьях отражён правовой статус педагогических работников (ст. 47, ст. 48); определена компетенция образовательной организации в осуществлении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, установлении их форм, периодичности и порядка проведения, а также в части обеспечения функционирования ВСОКО (ст. 28).

Важно отметить, что ВСОКО не существует изолированно. Чтобы эффективно функционировать, она должна быть интегрирована в целостную многоуровневую общероссийскую систему ОКО. Если на всех уровнях ОКО используются единые технологии проведения и обработки результатов (например, независимые процедуры оценки), а также качественные измерительные материалы; если внешние процедуры оценки (например, всероссийские проверочные работы) включены во внутреннюю СОКО, – это значит, что школа стремится к объективности оценочной деятельности, при этом не перегружая обучающихся.

Совершенствование ВСОКО необходимо осуществлять в соответствии с требованиями обновленных федеральных государственных образовательных стандартов начального общего образования (ФГОС НОО), основного общего образования ООО [7].

Среди них есть, с одной стороны, ответственные по отношению к стандартам второго поколения требования: практико-ориентированного подхода к оценке; сопоставления внутренней оценки с результатами проводимых на федеральном уровне процедур оценки качества образования (всероссийских проверочных работ, национальных исследований качества образова-

ния, международных сравнительных исследований); обеспечения комплексного подхода к оценке результатов освоения основной образовательной программы основного общего образования и оценки динамики индивидуальных достижений обучающихся; промежуточной аттестации обучающихся в рамках не только урочной, но и внеурочной деятельности; оценки проектной деятельности и др.

С другой стороны, новым в описании системы оценки является то, что требование комплексного подхода к оценке не включает оценку личностных результатов; есть требование использования цифровых технологий, а также требование объективности оценки качества подготовки обучающихся. Отмечается необходимость особых условий обучения и оценки для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья [8].

В целом направления развития ВСОКО могут быть представлены следующим образом:

- обновление требований к образовательным результатам в соответствии с ФГОС НОО и ООО;
- обеспечение объективности ВСОКО;
- использование новых форматов заданий, измерительных материалов;
- цифровизация оценки образовательных достижений и использование в управлении цифровой аналитики;
- оптимизация оценочных процедур.

Изменения в нормативной базе ВСОКО в условиях модернизации ФГОС требуют совершенствования управления качеством образования и научно-методического сопровождения школьных команд [9-11]. На повестку дня встают следующие вопросы: как обстоят дела с совершенствованием ВСОКО в региональной системе образования? Какие проблемы можно выделить по результатам мониторинга нормативной базы ВСОКО? Каковы возможные направления решения этих проблем?

На основе полученных данных выявлены следующие проблемы:

1. Не все школы внесли изменения в локальные нормативные акты, регулирующие функционирование ВСОКО в соответствии с требованиями обновленных ФГОС (в части уточнения цели, задач, принципов, ключевых направлений, оптимизации графика оценочных процедур и др.).

2. Некоторые школы не предусмотрели в дорожных картах мероприятия по повышению объективности проведения оценочных процедур (в том числе в части использования технологий независимой оценки при проверке и обработке результатов).

3. Не все школы активно внедряют в практику ВСОКО цифровые инструменты оценки образовательных достижений обучающихся.

Решение выявленных проблем авторы видят в реализации следующих мер:

1. Институциональное повышение квалификации.
2. Внутрифирменная учеба.
3. Наставничество.
4. Образовательная миграция в ОО, обладающие опытом совершенствования ВСОКО.
5. Инициатива ФГБОУ ВО «ОГПУ» «Методическая среда 5б» (цикл вебинаров по актуальным методическим проблемам).

Так, в 2022-2024 гг. были реализованы следующие ДПП повышения квалификации (ПК):

- ДПП ПК «Актуальные проблемы управления образовательной организацией» (управленческие команды), в т.ч. модуль 3.3 «Мониторинг образовательных результатов в условиях внедрения ФГОС НОО, ООО»;
- ДПП ПК «Управление качеством образования в условиях обновленной учебной инфраструктуры «Школы Минпросвещения России»;
- ДПП ПК «Совершенствование внутренней системы оценки качества образования»;
- ДПП ПК «Эффективные подходы к повышению качества работы школ с низкими образовательными результатами», модуль 1 «Современные подходы к оценке качества образования».

Целью реализации данных программ было совершенствование профессиональных компетенций слушателей в области повышения качества образования в условиях обновления ФГОС ОО. Планируемые результаты обучения включали знания и умения применять:

- нормативную правовую основу ВСОКО;
- разнообразные методы, способы и формы оценки;
- технологии объективного оценивания знаний, умений, навыков и достижений обучающихся;
- электронные образовательные и информационные ресурсы, используемые в процессе обучения и в управлении.

Соответствующие модули образовательных программ включали следующие темы и вопросы для обсуждения:

Тема 1 «Нормативное обеспечение ВСОКО в ОО» (локальные нормативные акты, регулирующие функционирование ВСОКО. Изменения, которые необходимо внести в локальную нормативную базу ОО).

Тема 2 «Совершенствование модели ВСОКО» (основные блоки и характеристики ВСОКО: 1) целевой блок: цель и задачи

ВСОКО; подходы (включая комплексный, критериальный, уровневый); принципы; 2) содержательно-процессуальный блок: структура и порядок функционирования ВСОКО; организация оценочных процедур; порядок принятия управленческих решений и контроля за их выполнением; 3) технологический блок: этапы (аналитико-диагностический, деятельностный, рефлексивный, или оценочно-коррекционный); 4) оценочно-результативный блок: критерии эффективности ВСОКО; организационно-педагогические условия внедрения модели ВСОКО; результат внедрения обновленной модели ВСОКО).

Тема 3 «Повышение объективности оценки качества образования в ОО» (объективность оценки образовательных результатов обучающихся – важный принцип построения единой системы оценки качества образования. Управленческие инструменты повышения объективности внутренней оценки. Меры, предпринятые в ОО в целях повышения объективности проведения оценочных процедур).

Тема 4 «Цифровые инструменты оценки и управления качеством образования» (развитие цифровых контрольных измерительных материалов. Обеспечение специальной работы педагога по включению в урок цифровых инструментов обучения и контроля. Включение управленцами в нормативную базу ВСОКО цифровых КИМ и использование ими цифровой аналитики при принятии

решений о повышении качества образования. Анализ цифровых данных о качестве образования и способов представления их в публичном пространстве).

Слушатели курсов на практических занятиях проверяли выставленные на сайтах ОО локальные акты о ВСОКО; работали со спецификациями контрольных измерительных материалов; разбирали кейсы на основе электронных журналов и аналитических справок; анализировали статистико-аналитические формы, применяемые при анализе результатов ВПР, ЕГЭ, ОГЭ, и фрагменты отчетов о самообследовании, где представлены результаты ВПР, ЕГЭ, ОГЭ, в том числе в сравнении с результатами внутренней оценки; сопоставляли результаты процедур независимой и внутренней оценки; составляли рекомендации по построению индивидуальных образовательных маршрутов школьников и по содержанию повышения квалификации учителей.

Промежуточная аттестация включала:

- разработку обновленной модели ВСОКО в части: уточнения цели, задач, принципов, ключевых направлений, порядка функционирования, организации оценочных процедур, принятия управленческих решений;
- описание инновационных приемов оценки достижений обучающихся, реализуемых в ОО;
- разработку дорожной карты по реализации обновленной модели ВСОКО в соответствии с ФГОС НОО, ООО, включая:

Задачи	Мероприятия	Сроки реализации	Показатели	Ответственные

В качестве примера приведём результат реализованной практики совершенствования ВСОКО в одной из школ Оренбургской области:

- Риск и его детализация: несформированность ВСОКО, в т.ч. низкий уровень обеспечения нормативной основы ВСОКО; недостаточный уровень обеспечения объективности ВСОКО; неэффективная подготовка школьной команды к внедрению новой системы оценки.

- Цель: совершенствование ВСОКО на основе требований обновленных ФГОС ОО.

- Критерии достижения цели: объективность оценки; сбалансированность системы оценки; нацеленность ВСОКО на формирование и оценку ключевых характеристик качества подготовки обучающихся.

- Направления и способы преодоления риска:

- 1) обеспечение нормативной основы ВСОКО;

- 2) совершенствование управления системой оценки качества подготовки обучающихся в школе;

- 3) обеспечение объективности проведения оценочных процедур;

- 4) подготовка школьной команды к внедрению цифровых инструментов оценки качества образования;

- 5) совершенствование организации и проведения процедуры самообследования.

- Достигнутые результаты:

- 1) обновлена модель ВСОКО;

- 2) обеспечена объективность оценки качества образовательных результатов в соответствии с требованиями ФГОС;

- 3) оптимизирован график оценочных процедур с учетом оценочных процедур на региональном и федеральном уровнях;

- 4) выстроена система мониторинга «от учителя к завучу»;

- 5) повышен показатель качества успеваемости.

Школа перешла из категории «ШНОР» в категорию «резильентных школ», т.е. таких ОО, которые вопреки всему стремятся двигаться «поверх барьеров».

Выводы

Подводя итог, можно сделать вывод о том, что предложенная программа обучения позволила сформировать у руководителей ОО:

- знание механизмов управления качеством образования в РФ, в том числе системы оценки качества подготовки обучающихся, оценки качества общего образования на основе практики международных исследований качества подготовки обучающихся;
- готовность к обновлению локальной базы ВСОКО в ОО;
- умения принимать эффективные управленческие решения на основе использования возможностей информационно-аналитических систем.

Принятые меры по совершенствованию управленческих компетенций руководителей общеобразовательных организаций будут содействовать более эффективному развитию системы регионального образования.

Список литературы

1. Указ Президента РФ В.В. Путина от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202007210012?ysclid=lylanckqwf631531466&index=2> (дата обращения: 14.07.2024).
2. Воронина Ю.В. Внутренняя система оценки качества школьного образования: уточнение направлений проектирования // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. 2018. № 4 (28). С. 280-294. DOI: 10.32516/2303-9922.2018.28.20.
3. Шмигирилова И.Б., Рванова А.С., Григоренко О.В. Оценивание в образовании: современные тенденции, проблемы и противоречия (обзор научных публикаций) // Образование и наука. 2021. № 6 (23). С. 43-83. DOI: 10.17853/1994-5639-2021-6-43-83.
4. Слепухин А.В., Бачанцев И.В., Долгов А.В. Технология систематизации диагностической информации об уровне сформированности современных образовательных результатов обучающихся школы // Педагогическое образование в России. 2023. № 6. С. 100-111.
5. Тавстуха О.Г., Сайтбаева Э.Р., Шавшаева Л.Ю. Научно-методическое сопровождение развития профессиональной готовности педагогов к минимизации рисков низкой адаптивности учебного процесса // Перспективы науки и образования. 2022. № 6 (60). С. 659-681. DOI: 10.32744/pse.2022.6.40.
6. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 N 273-ФЗ. [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/?ysclid=lyk0ibwlyt310783818 (дата обращения: 13.07.2024).
7. Мансурова С.Е. Содержательный анализ обновленных ФГОС и проблема реализации их требований в работе учителя // Педагогика и просвещение. 2023. № 2. С. 85-91. DOI: 10.7256/2454-0676.2023.2.40608.
8. Приказ Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г. № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования». [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389560/?ysclid=lm5wwxqk1650837048 (дата обращения: 13.07.2024).
9. Золотарева А.В., Байбородова Л.В., Груздев М.В., Харисова И.Г. Обеспечение единства федеральной системы научно-методического сопровождения профессионального развития педагогических кадров: возможности и риски // Образование и наука. 2023. № 9 (25). С. 12-43. DOI: 10.17853/1994-5639-2023-9-12-43.
10. Федотова В.С. Формирование у учителя ценностных ориентаций на саморазвитие и самоорганизацию в условиях цифровизации образования // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2023. № 2 (226). С. 111-119. DOI: 10.23951/1609-624X-2023-2-111-119.
11. Дерябин А., Бойцов И., Попов А., Рабинович П., Заведенский К. Исследование представлений директоров российских школ о цифровых компетенциях участников образовательной системы // Вопросы образования. 2021. № 3. С. 212-236. DOI: 10.17323/1814-9545-2021-3-212-236.

УДК 378.1:378.4
DOI 10.17513/snt.40162

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ ГУМАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТИ

Сираева М.Н.

*ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», Ижевск,
e-mail: marinasiraeva@mail.ru*

Цель исследования – осуществить анализ региональных факторов гуманизации образовательной действительности на примере деятельности Удмуртского государственного университета как классического высшего учебного заведения. На примере Удмуртского государственного университета показано, что гуманизация образования представляет собой методологически обоснованный процесс, подчиненный логике социального и культурного развития современного общества информационного типа, коррелирующий с гуманитаризацией национальной системы высшего образования и обусловленный актуализацией человеческого фактора и переходом к «гуманитарной экономике», учитывающей особенности «человеческого» взаимодействия, многогранную реальность человеческого существования, призванной максимально использовать потенциал интеллектуальной, творческой деятельности индивида. Предметом исследования является классификация факторов, которые используются для изучения различных сторон и явлений социальной жизни, способов осуществления деятельности и ее результатов. Кроме того, представлена совокупность критериев, позволяющая оценивать качество образования в высшем учебном заведении с учетом его конкурентных преимуществ на региональном уровне. Автор приходит к выводу, что основными факторами гуманизации региональной образовательной действительности являются такие, как принятие всеми субъектами образовательных отношений гуманистических ценностей; признание субъектности всех участников образовательного процесса; возможность предоставления субъектной свободы выбора и модификации индивидуальной образовательной траектории; обеспечение условий для личностно-ориентированного взаимодействия; обеспечение безопасности образовательной среды; признание личностного многообразия и разнообразных культурных форм жизнедеятельности; формирование толерантных и гуманных отношений между субъектами образовательной действительности.

Ключевые слова: высшее образование, образовательная действительность, образовательная среда, гуманизация образования, Удмуртский государственный университет

REGIONAL FACTORS OF EDUCATIONAL REALITY HUMANIZATION

Siraeva M.N.

Udmurt State University, Izhevsk, e-mail: marinasiraeva@mail.ru

The aim of the research is to analyse the regional factors of humanisation of educational reality on the example of the activity of Udmurt State University as a classical higher education institution. On the example of Udmurt State University the paper reveals that humanisation of education is a methodologically grounded process, subordinated to the logic of social and cultural development of modern society of information type, correlating with the humanisation of the national system of higher education and conditioned by the actualisation of the human factor and the transition to a “humanitarian economy”, taking into account the peculiarities of “human” interaction, the multifaceted reality of human existence, designed to maximise the potential of an individual’s intellectual and creative activity. The subject of research in this paper is the classification of factors that are used to study various aspects and phenomena of social life, ways of carrying out activities and their results. In addition, a set of criteria is presented, which allows assessing the quality of education in a higher education institution taking into account its competitive advantages at the regional level. The author comes to the conclusion that the main factors of humanisation of regional educational reality include: acceptance of humanistic values by all subjects of educational relations; recognition of subjectivity of all participants of the educational process; possibility of providing subject freedom of choice and modification of individual educational trajectory; ensuring conditions for person-centered interaction; ensuring safety of the educational environment; recognition of personal diversity and diverse cultural forms of life activity; formation of tolerant and humane relations between the subjects of educational reality.

Keywords: higher education, educational reality, learning environment, humanization of education, Udmurt State University

Введение

На современном этапе развития постиндустриального общества знания выступают в роли ключевых экономическо-го и интеллектуального активов, а основным потенциалом признается мобильный в социальном и профессиональном планах специалист и высококвалифицированный человеческий капитал.

Актуализация принципов гуманитарной экономики как новой модели общественных отношений и ценностной шкалы современного социума предполагает обеспечение гуманитарной общности людей, сохранение национального единства через укрепление и расширение сфер взаимодействия членов современного общества, совместная деятельность которых направлена на «очеловечивание» окружающей социальной и

культурной действительности. Очевидно, что системообразующим звеном, механизмом воспроизводства и регулятором современной социокультурной действительности является сфера образования.

Исходя из того, что на современном этапе культурно-исторического развития цивилизации обостряется противоречие между узконаправленными эгоистическими установками индивида, стремящегося достигнуть личного и профессионального признания и материального благополучия, и ориентациями на интересы тех сообществ, которые обеспечивают воспроизводство и развитие человека, целесообразно говорить о востребованности гуманистической и гуманитарной миссий высшего образования. Так, действующие нормативно-правовые акты, регулирующие структуру и отношения в сфере высшего образования, закрепляют в качестве одного из целевых ориентиров развитие гуманистических ориентаций и установок обучающихся в реальном образовательном процессе. Тем самым гуманизация образования как научная категория обусловлена насущными потребностями реального учебного процесса в высшей школе.

Политика регионального управления высшим образованием, как композиционная часть общенациональной политики, в той или иной степени ориентируется на показатели ведущих центральных высших учебных заведений. Однако актуальный опыт региональных органов, осуществляющих управление в сфере образования в субъектах Российской Федерации, указывает, что для сохранения фундаментальности и преемственных связей российского социокультурного ландшафта необходим поиск альтернативных «точек роста», новых драйверов национального и регионального развития, учет социальной стратификации регионов и конкурентных преимуществ всех субъектов Российской Федерации как акторов инновационной образовательной действительности.

Термин «образовательная действительность» включается в педагогический тезаурус для обозначения пространственной реальности, раскрывающей материальные характеристики и функциональную нагрузку ключевых субъектов образования как создателей и авторов своей деятельности.

Акцентируя внимание научной и педагогической общественности на необходимости разграничения таких смежных понятий, как «образовательная среда» и «образовательное пространство», Е.В. Попов ввел в научный оборот понятие «образовательная действительность», описывая его

как мир реально функционирующих процессов и объективно существующих явлений, предопределяющих цели, содержание и средства обучения, воспитания и самообразования человека во всем многообразии их форм, связей и отношений [1, 2].

Ряд исследователей в качестве синонимичного понятия используют термин «образовательная реальность», рассматривая ее как часть социокультурной реальности. Использование данного термина позволяет исследователям сочетать конструктивистский и научный (объективированный) подходы при изучении образования как социального института, комплексной системы и уникальной сферы профессиональной деятельности [3–5].

В современных зарубежных исследованиях образовательная реальность часто анализируется в контексте интеграции цифровых технологий в учебно-воспитательный процесс в образовательных учреждениях разного уровня и типа [6–8]. Также в фокусе внимания современных исследователей находится цифровая и информационная образовательная среда как ресурс развития когнитивных способностей обучающихся [9, 10], вопросы интеграции виртуальной и дополненной реальности в образовательный процесс учебных заведений [11].

В сущности, целевые ориентиры процесса гуманизации образовательной реальности коррелируют с целями гуманизации личности и общественных отношений и объединены друг с другом причинно-следственными связями.

Цель исследования – рассмотрение региональных факторов гуманизации образовательной действительности на примере Удмуртского государственного университета (УдГУ) как крупнейшего научно-образовательного центра региона.

Материалы и методы исследования

Методологическую основу исследования составили концептуальные основания гуманистической педагогики, регионализации государственной политики в сфере высшего образования, а также концептуальные основы личностно-ориентированного, деятельностного, культурологического и компетентностного подходов.

Поставленная цель исследования обусловила использование таких классических методов, как синтез, анализ, описание, наблюдение и опрос.

Основным материалом исследования послужила Программа развития Удмуртского государственного университета, рассчитанная на период до 2030 г. в соответствии с условиями участия УдГУ в реализации

Программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030».

В исследовании приняли участие 90 студентов Удмуртского государственного университета 1–4 курсов, обучающихся по направлениям подготовки «История», «Политология», «Филология», «Лингвистика» и «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)».

Результаты исследования и их обсуждение

Современное образовательное учреждение высшего образования как составляющая общества информационного типа призвано быть многофункциональным научно-образовательным и культурным центром, предоставлять доступ к современным востребованным образовательным программам для граждан всех возрастных и социальных категорий с целью обеспечения конкурентных преимуществ выпускников на рынке труда как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективах [12].

Уровень и качество академической подготовки отражаются на ключевых индексах человеческого развития как интегральных характеристиках человеческого капитала. Дифференцированный подход к анализу эффективности моделей социально-экономического развития регионов РФ в целом дает основания предположить, что региональные вузы также будут различаться по оценкам своих резервов и прогностическим характеристикам [13].

Опираясь на результаты исследования Р.Н. Ворониной, М.В. Потанина и А.А. Абдрахманова, выделим критерии, на основании которых можно будет судить об особенностях образовательной действительности того или иного региона, а также осуществлять мониторинг эффективности образовательной среды регионального вуза [14]. С учетом многонационального состава, многоотраслевого характера экономики и особенностей историко-культурного наследия Удмуртской Республики, где территориально располагается УдГУ, для оценки основных параметров его образовательной среды может быть использована следующая совокупность критериев: практическая и нравственная обоснованность; доступность; наличие устойчивых корреляционных связей между теоретическим и практическим обучением; комплексный характер обучения; универсальность.

Не ставя задачу проведения многофакторного анализа всех закономерностей и причинно-следственных связей процесса гуманизации высшего образования, который может представлять собой перспектив-

ное направление дальнейших теоретико-методологических и практико-ориентированных исследований, рассмотрим основные факторы данного процесса на примере регионального высшего образования.

Опираясь на представленную классификацию, рассмотрим факторы гуманизации образовательной среды регионального вуза на примере Удмуртского государственного университета.

Рассматривая образовательную среду УдГУ в виде сочетания трех блоков, таких как социально-культурный, учебно-профессиональный и научно-исследовательский, интеграция которых направлена на индивидуализацию образовательного процесса и на формирование у обучающихся компетенций, востребованных на современном рынке труда, можно выделить следующие ключевые факторы ее гуманизации:

- принятие всеми субъектами образовательных отношений гуманистических ценностей, в результате чего концептуализируется единое ценностное пространство администрации, профессорско-преподавательского состава и студенческого сообщества;

- признание субъектности всех участников образовательного процесса как социального параметра личности, раскрывающего сущность человеческого способа бытия и помогающего ему свободно находиться в обществе;

- возможность предоставления субъектной свободы выбора и модификации индивидуальной образовательной траектории как философской основы субъект-субъектной парадигмы высшего образования;

- обеспечение условий для личностно-ориентированного взаимодействия, основанного на приоритете универсальных общечеловеческих ценностей, востребованности субъективного опыта обучающихся и активизации их познавательной деятельности;

- обеспечение безопасности образовательной среды с целью удовлетворения потребностей участников образовательного процесса в личностно-доверительной коммуникации, создания ее референтной значимости [15, с. 68] и обеспечения ее эволюционного и динамичного характера;

- признание личностного многообразия и разнообразных культурных форм жизнедеятельности, проявляющегося в особенностях, присущих различным социально-демографическим группам, этническим, профессиональным, территориальным и иным культурным, профессиональным и экспертным сообществам;

- формирование толерантных и гуманных отношений между ее субъектами как наиболее действенного средства достиже-

ния необходимого уровня взаимопонимания, взаимодействия и взаимовлияния на всех уровнях коммуникации.

Чтобы выявить особенности реализации выделенных факторов гуманизации образовательной действительности в условиях регионального высшего образования, автором был проведен опрос среди студентов Удмуртского государственного университета. Цель опроса – оценить уровень субъектности основных участников образовательного процесса, характер их взаимоотношений, а также уровень безопасности образовательной среды университета.

Были получены следующие результаты.

Для характеристики уровня субъектности ключевых участников образовательного процесса респондентам было предложено оценить уровень своей учебной мотивации, умение планировать свою учебную деятельность, желание и готовность взаимодействовать с профессорско-преподавательским составом и членами своей учебной группы, готовность брать на себя ответственность за свои учебные и внеучебные результаты и достижения, желание быть субъектом учебной деятельности.

70% обучающихся отметили, что считают уровень своей учебной мотивации высоким; 20% – средним и 10% – низким. Здесь обращает на себя внимание то, что 55% студентов первого года обучения оценили личный уровень учебной мотивации как высокий. На взгляд автора, в определенной степени это может быть обусловлено тем, что для вчерашних школьников наиболее характерной чертой является стремление к совершенствованию в разных областях, к диверсификации сферы личных интересов и обогащению личного опыта.

30% опрошенных отметили, что знакомы с технологиями организации и оптимизации времени и способны достаточно эффективно распределять время между учебной нагрузкой и своими личными интересами. 50% отметили, что испытывают затруднения с планированием времени. 20% принявших участие в опросе посчитали нецелесообразным планировать все свое время. Ожидается наименьшие затруднения при соблюдении правил планирования времени испытывают студенты старших курсов, которые в той или иной степени уже выработали индивидуальную стратегию обучения и способны устанавливать баланс между учебной деятельностью, досугом и личными делами.

65% респондентов выразили интерес к общению со сверстниками не только в рамках совместной учебной деятельности, но и за ее пределами. При этом 75% обуча-

ющихся высказали мнение, что коммуникация между преподавателями и студентами должна ограничиваться лишь академическими целями и посчитали нежелательными беседы на отвлеченные темы. 9% студентов отметили отсутствие желания к контактам с членами своей группы за пределами учебной сферы.

Результаты опроса показали, что 83% респондентов считают личной ответственностью свои учебные и внеучебные удачи и неудачи. При этом 45% отметили, что максимального результата в учебной, внеучебной и научной деятельности студент может добиться лишь при совокупной поддержке семьи, преподавателей и сверстников. 7% участников опроса склонны считать, что достижения в учебной, внеучебной и научной деятельности никак не повлияют на их будущую профессиональную карьеру.

В ходе опроса 82% респондентов охарактеризовали отношения с большинством преподавателей и сверстников как толерантные, гуманистические, уважительные, доверительные и бесконфликтные. Показательно, на наш взгляд, что 38% опрошенных студентов считают недопустимым наличие неформальных отношений между преподавателями и студентами. 27% участников опроса считают необходимым ограничивать свое взаимодействие с преподавателями и одногруппниками решением учебно-познавательных задач. На основании полученных данных можно говорить о достаточном уровне субъективной удовлетворенности обучающихся общением и учебным взаимодействием с преподавательским составом.

По итогам опроса было установлено, что 88% опрошенных воспринимают образовательную среду учебного заведения как безопасную и чувствуют себя в ней психологически и эмоционально комфортно. 85% участников опроса положительно оценили психологический и эмоциональный микроклимат в своей учебной группе и отметили, что испытывают положительные эмоции при нахождении в университете. 7% опрошенных оценили уровень сплоченности своей учебной группы как невысокий и указали, что не имеют большого желания устанавливать контакты с членами своей академической группы. 3% студентов, принявших участие в опросе, испытывают неуверенность при общении и опасаются игнорирования либо буллинга со стороны одногруппников. 2% респондентов отметили, что не чувствуют доброжелательного и уважительного отношения со стороны профессорско-преподавательского состава и одногруппников. Здесь необходимо от-

метить, что большую часть респондентов, оказавшихся в последних трех категориях, составили студенты первого курса, которые проходят период адаптации к новой образовательной среде и испытывают естественные для данного этапа дидактические, социально-психологические трудности, а также трудности, обусловленные профессиональным самоопределением обучающихся.

Относительно уровня личностной автономии студентов было выявлено, что для 27% студентов основным ориентиром являются внешние стимулы. Для данной группы респондентов с невысоким уровнем внутренней уверенности большое значение имеют мнение окружающих и их поддержка. 48% опрошенных опираются на внутренние стимулы. Имея невысокий уровень внутренней уверенности, они также испытывают потребность в поддержке со стороны. 25% продемонстрировали высокий уровень уверенности в себе и низкий уровень потребности в эмоциональной поддержке окружающих. Их отличительной особенностью является наличие четких личных границ, опора на внутренние стимулы и внутреннюю поддержку.

68% опрошенных придают большое значение активной субъектной позиции при организации основных видов образовательной деятельности и высоко оценили предоставляемые студентам возможности для проявления личных инициатив и уровень их поддержки со стороны администрации университета/факультета и профессорско-преподавательского состава. При этом необходимо подчеркнуть, что, по мнению 48% участников опроса, единственной сферой, где у студентов есть возможность проявить себя и продемонстрировать свой творческий и деятельностный потенциал, является внеучебная деятельность. 10% студентов предпочитают не проявлять инициативу и не считают своей приоритетной задачей как участников образовательного процесса развитие субъектной позиции.

В целом результаты опроса свидетельствуют об общем положительном фоне образовательной среды вуза, позволяют заключить, что текущая динамика развития образовательной среды УдГУ позволяет обеспечивать необходимый уровень психологической и эмоциональной защищенности и комфорта при взаимодействии обучающихся с профессорско-преподавательским составом и сверстниками, позволяет создавать условия для удовлетворения актуальных личностно и профессионально значимых потребностей студентов, для реализации их личностного и профессионального потенциала. Вместе с тем обращает

на себя внимание необходимость осуществлять регулярный мониторинг и актуализировать спектр адаптационных мероприятий для студентов первого года обучения, актуализировать диалогические формы взаимодействия ключевых субъектов образовательного процесса, направленные на обеспечение гуманистической направленности межличностного взаимодействия и поддержку студенческих учебных, внеучебных, научных и проектных инициатив, а также нивелировать воздействие сдерживающих факторов, препятствующих развитию личностной автономии обучающихся.

Таким образом, рассмотрение совокупности факторов гуманизации образовательной действительности на примере Удмуртского государственного университета как классического образовательного учреждения, позволяет заключить, что основная цель образовательной политики на уровне региона сводится к обеспечению нового качества подготовки кадров для меняющейся цифровой экономики; формированию личности выпускника, способного двигаться от идеи к преобразованию той или иной отрасли, трансформировать проектные замыслы в технологии, изделия и сервисы с целью их дальнейшего практического применения; сохранению и продвижению универсальных и общечеловеческих ценностей, а также уникального культурно-исторического наследия территории.

Заключение

Несмотря на ограниченность конкурентных преимуществ, региональные вузы реализуют в одинаковой степени релевантные образовательную и социальную функции, и их развитие во многом может способствовать гуманизации образовательной действительности, обеспечению доступности высшего образования при сохранении и повышении его качества.

Современный этап развития УдГУ как крупнейшего центра непрерывного образования для базовых отраслей экономики и социальной сферы региона характеризуется активным участием в реализации национальных проектов.

Опыт Удмуртского государственного университета как ведущего высшего учебного заведения Удмуртской Республики подтверждает, что региональный фокус образовательной политики означает востребованность кластерной системы, обеспечивающей возможность воспроизводства трудового, научного и интеллектуального потенциала с учетом конкурентных позиций региона и удовлетворение всего объема образовательных потребностей населения.

На наш взгляд, перспективы дальнейшей гуманизации образовательной среды УдГУ могут быть связаны с реализацией опережающей стратегии наращивания кадрового потенциала на основе образовательной модели «2+2+2»; с обеспечением междисциплинарности основных образовательных программ и программ профессиональной переподготовки; с завершением перехода от транзитной модели регионального вуза к транзитивной модели; с повышением компенсаторной входящей студенческой мобильности; с интеграцией практико-ориентированной системы образовательных программ опережающей подготовки с региональной образовательной инфраструктурой; с интеграцией образовательных и научно-производственных процессов.

Интегративный подход к реализации стратегии непрерывного опережающего образования играет важную роль в поддержании устойчивой и эффективной функции регионального университета в развитии человеческого, интеллектуального и культурного потенциала, улучшении его конкурентоспособности на региональных и национальных рынках образования, в продвижении гуманистических и гражданских норм среди студенческой молодежи, в содействии развитию территорий и обеспечении востребованности выпускников на современном рынке труда.

Список литературы

1. Попов Е.Б. Гуманистическая педагогика в образовательной действительности: дис. ... докт. пед. наук. Санкт-Петербург, 2007. 463 с.
2. Попов Е.Б. Онтология образовательной действительности // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. № 11 (130). С. 217–221.
3. Грязнов С.А. Новая образовательная реальность // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2022. Т. 24, № 84. С. 3–9. DOI: 10.37313/2413-9645-2022-24-84-3-9.
4. Игнатъев В.П. Оппозиции и антиномии современной образовательной реальности // Высшее образование в России. 2021. Т. 30, № 3. С. 87–103. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-3-87-103.
5. Gaol F.L., Prasolova-Førland E. Special section editorial: The frontiers of augmented and mixed reality in all levels of education // Education and Information Technologies (Dordr). 2022. Vol. 27, Is. 1. P. 611–623. DOI: 10.1007/s10639-021-10746-2.
6. Huang K.-T., Ball Ch., Francis J., Rabindra Ratan R., Boumis J., Fordham J. Augmented versus virtual reality in education: an exploratory study examining science knowledge retention when using augmented reality / virtual reality mobile applications // Cyberpsychol Behav Soc Netw. 2019. Vol. 22, Is. 2. P. 105–110. DOI: 10.1089/cyber.2018.0150.
7. Scavarelli A., Arya A., Teather R.J. Virtual reality and augmented reality in social learning spaces: a literature review // Virtual Reality. 2020. Vol. 25. P. 257–277. DOI: 10.1007/s10055-020-00444-8.
8. Weng C., Rathinasabapathi A., Weng A., Zagita C. Mixed reality in science education as a Learning Support: A Revitalized Science Book // Journal of Educational Computing Research. 2019. Vol. 57, Is. 3. P. 777–807. DOI: 10.1177/0735633118757017/.
9. Лешер О.В., Григоренко Л.А. Цифровая образовательная среда вуза как ресурс формирования познавательных потребностей студентов // Проблемы современного педагогического образования. 2022. № 75 (4). С. 166–169.
10. Петрова И.А., Петрова А.А., Герасимова М.М., Егармин П.А., Ахматшин Ф.Г. Взаимодействие студентов и преподавателей в информационно-образовательной среде вуза // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 4. С. 189–194. DOI: 10.17513/snt.39993.
11. Туганова Р.С., Юльметова Р.Ф. Интегрирование технологий виртуальной и дополненной реальности в образовательный процесс экологических специальностей высших учебных заведений // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 3. С. 140–145. DOI: 10.17513/snt.39571.
12. Кальницкая И.В., Максимочкина О.В. Актеры цифровой образовательной среды и их влияние на развитие цифровых компетенций студентов // Преподаватель XXI век. 2022. № 2. Ч. 1. С. 64–77. DOI: 10.31862/2073-9613-2022-2-64-77.
13. Столь А.В. Доступность высшего образования в контексте регионального неравенства // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. 2022. № 3. С. 73–84. DOI: 10.15593/2224-9354/2022.3.6.
14. Воронина Р.Н., Потанина М.В., Абдрахманова А.А. Цифровые технологии как фактор развития образовательной среды вуза // Актуальные вопросы учета и управления в условиях информационной экономики. 2021. № 3. С. 417–422.
15. Баева И.А. Психологическая безопасность в образовании: монография. СПб.: Союз, 2002. 271 с.

УДК 378.146:[371.15+004.8]
DOI 10.17513/snt.40163

ЭТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Староверова Н.А.

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
Казань, e-mail: nata-staroverova@yandex.ru*

Цель исследования – проведение анализа внедрения систем на основе технологий искусственного интеллекта в образовательный процесс и формулировка ряда рекомендаций по решению этических проблем, возникающих в данном процессе. В работе представлены результаты анкетирования преподавателей и студентов технических вузов Татарстана, а также обзор российских и зарубежных научных источников по имеющимся программным решениям и опыту внедрения технологий искусственного интеллекта в образовательный процесс. Также был проведен эксперимент с использованием генеративных нейронных сетей для создания учебных материалов, специально разработанных для учащихся Татарстана. Анализ ответов на вопросы анкеты позволил получить важную информацию о восприятии участниками образовательных материалов, особенно тех, которые представлены в видеоформате. Более того, он выявил их лояльность в отношении материалов, созданных с помощью искусственного интеллекта, по сравнению с материалами, созданными преподавателями-людьми. Похоже, что учащиеся, как правило, более восприимчивы к обучению с помощью искусственного интеллекта по сравнению с традиционными методами, что согласуется с результатами исследований, проведенных в западных образовательных учреждениях. Основываясь на этих выводах, в работе представлены некоторые общие рекомендации, учитывающие распространённые этические соображения, связанные с интеграцией технологий искусственного интеллекта в образовательные учреждения.

Ключевые слова: технологии искусственного интеллекта, этика, педагогика высшей школы, цифровая этика, цифровое неравенство

ETHICAL PROBLEMS OF USING AI TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Staroverova N.A.

*Kazan National Research Technological University, Kazan,
e-mail: nata-staroverova@yandex.ru*

The purpose of this study was to develop recommendations for the ethical implementation of artificial intelligence (AI) in educational institutions. To achieve this goal, a survey was conducted among teachers and students of technical universities of Tatarstan. In addition, a comprehensive review of the literature on AI-based tools in education was conducted. An experiment was also conducted using generative neural networks to create educational materials specially designed for Tatarstan students. The analysis of the answers to the survey questions provided important information about the participants' perception of educational materials, especially those presented in video format. Moreover, he revealed their loyalty towards materials created with the help of artificial intelligence, compared with materials created by human teachers. It seems that students tend to be more receptive to learning using AI compared to traditional methods, which is consistent with the results of research conducted in Western educational institutions. Based on these findings, the paper presents some general recommendations that take into account common ethical considerations related to the integration of AI technologies into educational institutions.

Keywords: artificial intelligence technologies, ethics, pedagogy of higher education, digital ethics, digital inequality

Введение

Образование играет ключевую роль в современном мире, поскольку оно является основой для развития личности, общества и экономики. Образование предоставляет возможность получить знания и умения, развить навыки и способности, а также обеспечивает доступ к информации и новейшим технологиям.

Использование искусственного интеллекта (ИИ) в образовании может значительно улучшить качество и повысить эффективность обучения, сделать его более доступным. Во-первых, технологии ИИ выступают

в качестве нового современного подхода для решения проблем с выстраиванием индивидуальных образовательных траекторий (ИОТ) путем персонализации образования.

С развитием интернета и цифровых технологий количество информации растет экспоненциально. Помимо этого, постоянное увеличение объема информации происходит благодаря прогрессу в науке и технологиях, которые открывают новые знания или дополняют уже имеющиеся. В связи с этим появляется необходимость адаптации к быстрому росту знаний и информации всего процесса обучения и об-

разовательных программ, которые должны быть гибкими и способными внедрять новые научные открытия и технологические достижения. Кроме того, в учебные программы необходимо включить компетенции, которые подразумевают освоение студентами навыков эффективной фильтрации и обработки информации. Наконец, образовательные учреждения должны периодически пересматривать свои учебные планы и методики, чтобы отразить актуальные знания и учитывать требования рынка труда. В статье [1] авторы акцентируют внимание на том, что менее 35% предлагаемой для изучения информации действительно полезны для человека. Так как в современном мире интернет является основным источником информации, прогнозы указывают на то, что в будущем поиск информации в сети станет сложнее, поскольку образовательный контент переходит к формату коротких видеороликов. Эти изменения также повлияют на функции преподавателя, так как наблюдается появление новых методов и алгоритмов искусственного интеллекта в образовательных системах. Технологии больших данных и машинного обучения позволяют обрабатывать большие неформализованные объемы информации и выделять из них субъективно ценное знание. Например, авторы [1] предлагают использовать данные, учитывающие знания, поведенческие и психологические особенности учащихся, для построения индивидуальной траектории обучения. Кроме того, современные реалии показывают, что учебные материалы также претерпевают изменения и должны быть предоставлены для обучающихся как минимум в форме текстовой, анимационной и графической информации.

В работах [2–4] представлены примеры программных продуктов на базе технологий искусственного интеллекта (DreamBox Learning (Испания), Thinkster Math (США) и MATHiaU (США)), которые позволяют реализовывать адаптивное обучение. Применение технологий искусственного интеллекта в данных примерах позволяет не только оценить уровень знаний студентов, но и предложить им подходящий обучающий материал.

Один из примеров успешного применения технологии адаптивного обучения в обучении математике представлен в работах [2, 3]. В процессе исследования было выявлено, что применение программы для изучения математики улучшило оценки учащихся примерно на 2% по сравнению со сверстниками, не использующими данное программное обеспечение.

В работе [4] представлено исследование об эффективности использования подобных технологий в обучении и онлайн-репетиторстве в коррекционных классах.

В работах [5, 6] рассматриваются факторы, влияющие на эффективность работы алгоритмов для адаптивного обучения. Одним из важных факторов успешности внедрения программных решений для адаптивного обучения – это правильно подобранные характеристики, применяемые для индивидуализации обучения. В исследованиях [7, 8] был проведен анализ и рекомендованы 17 характеристик – включая уровень знаний, поставленные цели, предпочтения в стиле общения, уровень мотивации и др. Результаты исследования показали, что в настоящее время большинство параметров персонализации не поддерживаются современными платформами для электронного обучения.

Применение технологий ИИ может помочь преподавателям в оптимизации своей работы. Автоматизация рутинных задач, анализ данных об успеваемости и предоставление рекомендаций по методике преподавания – всего этого можно достичь с помощью инструментов глубокого обучения, что впоследствии значительно облегчит работу преподавателей и позволит им больше времени уделять индивидуальному взаимодействию с обучающимися. Кроме того, нейронные сети могут использоваться для проверки сочинений, эссе и любой другой текстовой работы, так как они способны анализировать текст, оценивать его качество и давать рекомендации по улучшению.

Необходимо отметить, что в учебных учреждениях используются информационные системы, которые занимаются сбором и хранением обширных данных. Эта информация, в частности представленная на веб-сайтах университетов или доступная в корпоративной сети, включает в себя как общедоступные, так и личные (персональные) данные. В основном эти данные отражают различные аспекты, такие как распределение учебной нагрузки преподавателей, их научные интересы, содержание учебных планов и программ, а также материалы для оценки и результаты аттестации студентов, включая их творческие работы [9].

Несмотря на все вышеперечисленные преимущества, применение искусственного интеллекта в сфере образования вызывает опасения и дискуссии. Автоматизация процессов обучения может привести к уменьшению роли учителя и отдалению студентов от реального общения, как между собой, так и в связке с преподавателем. Помимо этого возникают вопросы о защите

данных и этической стороне использования ИИ в образовании [10].

Организациям, применяющим ИИ или желающим его внедрить, важно определить и отслеживать соотношение между предоставленными данными для обработки ИИ и ожидаемыми результатами перед предоставлением доступа к информации о студентах [11].

Говоря об образовательной или педагогической этике, всегда выделяют такие вопросы, как коррупция, дискриминация учащихся и учителей, предвзятость школьного оценивания, раскрытие личной информации и возможные конфликты между учителями и родителями. При проникновении технологий искусственного интеллекта в процесс преподавания данные вопросы никуда не исчезают, но трансформируются с учетом современных реалий. К таким вопросам относятся опасения относительно прозрачности алгоритма и возможности ошибок в оценке, вопросы, связанные со сбором, хранением и использованием данных, что перекликается с вопросами педагогической этики.

В связи с чем анализ ключевых технологических прорывов, которые повлияли на способность искусственного интеллекта адаптироваться и реагировать на потребности учащихся в реальном времени, с одной стороны, и исследования по выявлению возможных проблем этического характера, возникающие при использовании технологий ИИ в образовательном процессе, с другой, имеет важное значение для понимания текущего состояния и будущего потенциала технологий искусственного интеллекта в образовании.

Цель исследования заключается в формулировании основных вопросов этики применения систем на базе технологий искусственного интеллекта в образовательном процессе и путей их разрешения.

Материалы и методы исследования

Методологическая база исследования включает в себя комбинацию качественных и количественных методов, к которым относятся анализ публикаций, опросы и интервью, анализ данных.

Исследование включало два направления: с одной стороны, это опрос преподавателей и студентов технических вузов Республики Татарстан, аналитическое исследование, с другой, анализ публикаций, посвященных разработке и внедрению ресурсов на базе технологий искусственного интеллекта образовательного направления.

Был проведен опрос студентов и преподавателей вузов Республики Татарстан,

в опросе принимали участие 400 студентов и 100 преподавателей из четырех вузов. Тесты включали вопросы, связанные с осведомленностью респондентов о технологиях ИИ, их опыте взаимодействия с данными технологиями. Кроме того, предлагался эксперимент, связанный с применением технологии ИИ для создания непосредственно учебного материала с применением искусственного интеллекта. В частности, респондентам представлены два видеоролика с лекцией образовательной направленности, один из которых изготовлен традиционным образом, второй же полностью выполнен с помощью генеративного ИИ, и респонденты после просмотра должны дать им оценку. Второй видеоролик был реализован при помощи нейросети HeyGen (www.heygen.com) и ChatGPT.

Целью данного опроса было выявление, с одной стороны, уровня осведомленности студентов и преподавателей о существующих образовательных системах на базе технологий искусственного интеллекта и определение, с другой стороны, степени заинтересованности и позитивности настроения по отношению к ним. И, как следствие, готовности их применения в своей деятельности.

Результаты исследования и их обсуждение

Для понимания готовности студентов применять в своей учебной деятельности технологии искусственного интеллекта (ИИ) важно увидеть динамику их осведомленности о данных технологиях. На представленном этапе исследования были охвачены студенты 2–4 курсов, большая часть обучалась на втором курсе (47,6%). Если рассматривать профессиональную принадлежность студентов, то примерно 62% имели техническую направленность, остальные – гуманитарную. В опросе более 96% студентов отметили, что знакомы с понятием искусственный интеллект, 80,3% сталкивались с ИИ в учебном процессе. Однако при анализе обнаруживается, что в некоторых случаях респонденты до конца не осознают, для чего и какие именно сервисы применяют данные технологии: так, примерно 88% учащихся, отметили, что сталкиваются с технологиями ИИ в системе Moodle, однако в ней они используются не для самого образовательного процесса, а для формирования курсов, следовательно, сами учащиеся с технологиями ИИ в данной системе не взаимодействуют. Более половины опрошенных студентов уверены в том, что за ИИ стоит будущее образования, они отмечают его перспективы в применении (учебный, педагогический процесс). Примерно

33% студентов предполагают, что видели ИИ в организации собственного образовательного процесса. Подтвердить или опровергнуть данный факт можно, только рассматривая его в сравнении с результатами опроса преподавателей. Более 50% отмечают, что ИИ помогает легко добывать необходимые для обучения материалы, 40,3% студентов не имеют опасений в использовании ИИ в учебном процессе. 34,1% имеют некоторые сомнения. Почти 40% студентов считают, что для применения ИИ в образовании важно понимать алгоритмы его работы, остальные отмечают такие навыки, как работа в команде, умение применять средства программирования, критическое мышление и др. В качестве проблем использования ИИ в учебном процессе 35,5% отмечают неточность получаемой информации, недостаточную интерактивность и отсутствие человеческого контакта видят 68% опрошенных студентов.

Опрос преподавателей позволяет увидеть другую сторону изучаемого вопроса, а именно уровень внедрения в процесс обучения технологий искусственного интеллекта как инструмента преподавателя. Ведь именно преподаватели определяют то, каким образом системы на базе технологий искусственного интеллекта будут использоваться. Из принявших участие в опросе преподавателей 55% осуществляли свою деятельность в области ИТ-технологий, 45% преподают на остальных направлениях. При этом, несмотря на то, что знакомы с технологиями искусственного интеллекта 90,5% опрошенных, применяют их в своей деятельности только 42,9%. При этом уровень своих знаний в области технологий искусственного интеллекта преподаватели преимущественно оценивают как средний (42,9%), а примерно 30% свои знания оценивают как низкие. Это демонстрирует, что применение данных технологий в настоящее время не может быть реализовано в полной мере, так как невозможно применить то, о чем ты не имеешь представления. И одним из направлений внедрения технологий искусственного интеллекта в образовании является повышение осведомленности преподавателей через курсы повышения квалификации, семинары и прочие мероприятия.

Наиболее знакомы педагогам такие технологии искусственного интеллекта, как Moodle 87%, при этом наименее известны педагогам технологии Алгоритмики (4,3%) и чаты с генеративным искусственным интеллектом. Однако необходимо учитывать, что в данном случае система Moodle часто воспринимается преподавателями

как один из примеров систем с применением технологий искусственного интеллекта, что, как уже упоминалось ранее, не совсем корректно, так как в данном случае присутствует только ряд инструментов на базе ИИ, которые интегрированы в Moodle, в целом же данная система относится к электронным образовательным ресурсам.

Наиболее перспективными формами ИИ для себя в образовании педагоги считают автоматизацию административных задач, 61,9%, при этом в применении ИИ не видят перспектив 9,5% педагогов. Наибольшее количество педагогов (81%) планируют применять ИИ в целях поддержки дистанционного обучения.

На вопрос, встречали ли они трудности при внедрении ИИ в учебный процесс, одинаковое количество педагогов ответили «да» и «нет» – 38,1%. 71,4% опрошенных предполагают, что в будущем искусственный интеллект сможет поддержать педагогов, но не заменить их в области образования.

42,9% педагогов не могут дать точный ответ, готовы ли они внедрить ИИ в программу своих курсов, однако примерно 50% опрошенных педагогов отмечают, что это помогло бы сэкономить время на пояснение и решение административных задач урока и повысить качество обучения.

При анализе препятствий во внедрении ИИ в образовательную деятельность преимущественно подчеркивают отсутствие временных ресурсов и финансовых средств.

Отдельных комментариев заслуживает интерпретация итогов эксперимента, связанного с восприятием респондентами видеоматериалов, созданных человеком и разработанных при помощи генеративной нейронной сети. Несмотря на то, что видео, сгенерированное с помощью нейросети, также получило достаточно позитивную оценку, большинство все-таки предпочло видеоматериал, созданный человеком.

Итоги опроса подталкивают к мысли, что пока еще рано говорить о возможности перевода всего учебного материала на искусственно сгенерированный без участия человека. Однако на основании проведенного эксперимента мы можем говорить о том, что контент, созданный при помощи искусственного интеллекта, также востребован в социуме и имеет перспективу в применении. У данного сегмента также есть своя аудитория, только она пока не столь объемна, как в случае традиционных подходов. В целом результаты подчеркивают важность человеческого фактора в создании контента и его привлекательности для аудитории. Однако стоит отметить,

что это не означает, что контент, созданный искусственным интеллектом, не имеет ценности или не может быть интересным для определенной аудитории. Все это говорит о том, что человеческий фактор в системе образования, его значение и роль переоценить сложно [12, 13].

В процессе исследования образовательного процесса можно выделить следующие моменты, влияющие на мнения как преподавателей, так и студентов.

1. Низкое программно-аппаратное обеспечение. Несмотря на то, что в последнее время достаточно интенсивно происходит оснащение образовательных учреждений, накопившееся отставание не позволяет быстро решить данную проблему.

2. Недостаточное просвещение (обучение) в вопросах разработки и применения инструментов на базе ИИ как для студентов, так и для преподавателей. Так как это направление интенсивно развивается в последнее десятилетие, учебные планы не успели вовремя отреагировать, и наблюдается процесс, когда образовательный процесс решает вопрос ликвидации безграмотности, а не открывает новые перспективы.

3. Необходимость формирования новых учебно-методических комплексов, подразумевающих применение образовательных ресурсов на основе технологий искусственного интеллекта в учебном процессе и тем самым облегчающих процесс интеграции технологий искусственного интеллекта в образовательный процесс.

4. Страхи, связанные с изменением рынка труда. Преподаватели опасаются, что введение систем искусственного интеллект

та делает их ненужными, студенты же видят риски обесценивания приобретаемых знаний и навыков.

5. Низкий уровень взаимодействия между пользователями и разработчиками образовательных ресурсов.

Из результатов опроса и аналитического исследования [14, 15] можно увидеть, что при расширении применения технологий ИИ в образовательном процессе возникает необходимость решения вопросов, связанных с такими этическими проблемами, как прозрачность алгоритмов, приватность данных и ответственность за принятие решений на основе анализа данных. Понятие «цифровое неравенство» подразумевает различие в доступе и возможности использования цифровых технологий между различными группами населения. В контексте образования это может означать, что некоторые студенты не имеют равного доступа к образовательным ресурсам, основанным на ИИ, что может усугублять социальные и экономические различия. Основные пути решения данных проблем представлены в таблице. Описанные в таблице примеры проблем преимущественно могут возникать при широком внедрении систем дистанционного контроля, адаптивных обучающих платформ или, например, систем автоматической проверки.

Применение этих решений поможет образовательным учреждениям и платформам создать безопасную и доверительную среду для студентов, преподавателей и родителей, обеспечивая эффективное использование ИИ в образовании без нарушения прав на конфиденциальность.

Пути решения основных этических проблем внедрения технологий искусственного интеллекта в образовательный процесс

Проблема	Пример проблемы	Пути решения
Приватность данных	Личные данные учащихся могут быть использованы без их согласия или знания для улучшения алгоритмов ИИ или даже проданы третьим сторонам	Политика прозрачности и явное согласие Защита данных Ограниченный доступ Анонимизация данных Право на удаление Обучение и осведомленность Обратная связь
Цифровое неравенство	Ограниченный доступ к технологии. Экономические барьеры Недостаток образовательных ресурсов Отсутствие навыков	Поддержка и субсидии Обучение преподавателей Локализация контента Партнерства Развитие инфраструктур
Автономность и зависимость	Влияние ИИ на самостоятельное принятие решений учащимися Переизбыток рекомендаций Зависимость от автоматизации Отсутствие критического мышления	Баланс между автоматизацией и самостоятельностью Обучение медиаграмотности Самостоятельные проекты Обратная связь

Заключение

Искусственный интеллект в образовании может привести к революционным изменениям в методах обучения и оценки. Однако, чтобы эти технологии были эффективными и справедливыми, необходимо учитывать интересы всех участников образовательного процесса. Каким бы ни было отношение преподавателей, родителей или учащихся в настоящее время к предлагаемым образовательным ресурсам на основе технологий искусственного интеллекта, необходимо понимать, что образовательный процесс будет претерпевать изменения. В связи с чем необходимо в настоящее время уделять особое внимание подготовке каждого участника образовательного процесса к позитивному восприятию грядущих изменений. Кроме того, необходимо не забывать о том, что в современном обществе должно быть выстроено особо тесное взаимодействие между разработчиками и пользователями образовательных программных продуктов на основе технологий искусственного интеллекта, для исключения всех опасений, имеющих в настоящее время в обществе.

Список литературы

1. Казаченок В.В., Моисеева Н.А., Русаков А.А. Применение нейронных сетей для автоматизации индивидуализированного обучения // Грани познания. 2019. № 2. С. 45–47.
2. Kurshan V. Technology and Classroom Data. 2016. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.forbes.com/sites/barbarakurshan/2016/07/26/technology-and-classroom-data/#433018c32039> (дата обращения: 14.05.2024).
3. Ермолаева И.С. Современные платформы электронного обучения: взаимовлияние, конкуренция, особенности коммунцирования. [Электронный ресурс]. URL: https://docs/F235997197/platforms_ed3.pdf (дата обращения: 14.05.2024).
4. Шухман А.Е., Белоновская И.Д., Запорожко В.В., Полежаев П.Н., Ушаков Ю.А. Интеллектуальные методы разработки электронных учебных курсов для адаптивного обучения // Вестник Оренбургского государственного университета. 2019. № 4. С. 117–133. DOI: 10.25198/1814-6457-222-117.
5. Быков А.А., Киселева О.М. Виртуальный помощник как один из цифровых информационных источников при выборе места учебы абитуриентами // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 7. С. 121–125. DOI: 10.17513/snt.39244.
6. De-Marcos L., Pages C., Martinez J.J., Gutierrez J.A. Competency-based Learning Object Sequencing using Particle Swarms // Tools in Artificial Intelligence. London: IntechOpen, 2008. С. 77–92. DOI: 10.5772/6091.
7. Design of Personalization of Massive Open Online Courses [Электронный ресурс]. URL: <http://lutpub.lut.fi/handle/10024/102336> (дата обращения: 14.05.2024).
8. Рябухина Е.А., Фирсова С.А. Разработка программно-информационной системы для автоматизированной генерации заданий лабораторного практикума по дисциплине «Введение в современные информационные и интеллектуальные технологии» // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 4. С. 69–82. DOI: 10.17513/snt.39975.
9. Захарова И.Г., Воробьева М.С., Боганюк Ю.В. Сопровождение индивидуальных образовательных траекторий на основе концепции объяснимого искусственного интеллекта // Образование и наука. 2022. № 24. С. 163–190. DOI: 10.17853/1994-5639-2022-1-163-190.
10. Итинсон К.С., Чиркова В.М. К вопросу о влиянии искусственного интеллекта на сферу современного образования // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2021. № 1. С. 299–301. DOI: 10.26140/anip-2021-1001-0076.
11. Akgun S., Greenhow C. Artificial intelligence in education: ethical challenges in K-12 settings // AI and Ethics. 2022. Т. 2, № 3. С. 431–440. DOI: 10.1007/s43681-021-00096-7.
12. Kassymova G.K. et al. Ethical problems of digitalization and artificial intelligence in education: A global perspective // Journal of Pharmaceutical Negative Results. 2023. С. 2150–2161. DOI: 10.47750/pnr.2023.14.S02.254.
13. Sijing L., Lan W. Artificial intelligence education ethical problems and solutions // 2018 13th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE). IEEE, 2018. С. 1–5. DOI: 10.1109/ICCSE.2018.8468773.
14. Bu Q. Ethical risks in integrating artificial intelligence into education and potential countermeasures // Science Insights. 2022. Vol. 41, Is. 1. P. 561–566. DOI: 10.15354/si.22.re067.
15. Park W., Kwon H. Implementing artificial intelligence education for middle school technology education in Republic of Korea // International journal of technology and design education. 2024. Vol. 34, Is. 1. P. 109–135. DOI: 10.1007/s10798-023-09812-2.