



ИД «Академия Естествознания»

**СОВРЕМЕННЫЕ
НАУКОЕМКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

Научный журнал

№ 12 2024



**MODERN
HIGH
TECHNOLOGIES**

Scientific journal

No. 12 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. Завражных 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. Кузьякина В.В. (Владивосток); д.т.н., доцент, Кузьяков О.Н. (Тюмень); д.т.н., проф. Куликовская И.Э. (Ростов-на-Дону); д.т.н., проф. Лавров Е.А. (Суми); д.т.н., доцент, Ландэ Д.В. (Киев); д.т.н., проф. Леонтьев Л.Б. (Владивосток); д.ф.-м.н., доцент, Ломазов В.А. (Белгород); д.т.н., проф. Ломакина Л.С. (Нижний Новгород); д.т.н., проф. Лубенцов В.Ф. (Краснодар); д.т.н., проф. Мадера А.Г. (Москва); д.т.н., проф. Макаров В.Ф. (Пермь); д.п.н., проф. Марков К.К. (Иркутск); д.п.н., проф. Матис В.И. (Барнаул); д.г.-м.н., проф. Мельников А.И. (Иркутск); д.п.н., проф. Микерова Г.Ж. (Краснодар); д.п.н., проф. Моисеева Л.В. (Екатеринбург); д.т.н., проф. Мурашкина Т.И. (Пенза); д.т.н., проф. Мусаев В.К. (Москва); д.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 Р.З. (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

28.12.2024

Дата выхода номера

31.01.2025

Формат

60x90 1/8

Усл. печ. л.

32,75

Тираж

1000 экз.

Заказ

СНТ 2024/12

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. Efreanova (Rostov-on-Don); D.Sc., Prof. A.I. Zavrazhnov (Michurinsk); D.Sc., Docent O.I. Zagrevsky (Tomsk); D.Sc., Prof. Izhutkin V.S. (Moscow); D.Sc., Docent Kibalchenko I.A. (Taganrog); D.Sc., Prof. Klemantovich I.P. (Moscow); D.Sc., Prof. Kozlov O.A. (Moscow); D.Sc., Prof. A.M. Kozlov (Lipetsk); D.Sc., Prof. Kuzlyakina V.V. (Vladivostok); D.Sc., Docent Kuzyakov O.N. (Tyumen); D.Sc., Prof. Kulikovskaya I.E. (Rostov-on-Don); D.Sc., Prof. E.A. Lavrov (Sumi); D.Sc., Docent D.V. Lande (Kiev); D.Sc., Prof. L.B. Leontiev (Vladivostok); D.Sc., Docent V.A. Lomazov (Belgorod); D.Sc., Prof. L.S. Lomakina (Nizhny Novgorod); D.Sc., Prof. V.F. Lubentsov (Krasnodar); D.Sc., Prof. A.G. Madera (Moscow); D.Sc., Prof. V.F. Makarov (Perm); D.Sc., Prof. K.K. Markov (Irkutsk); D.Sc., Prof. V.I. Matis (Barnaul); D.Sc., Prof. A.I. Melnikov (Irkutsk); D.Sc., Prof. G.J. Mikerova (Krasnodar); D.Sc., Prof. L.V. Moiseeva (Ekaterinburg); D.Sc., Prof. T.I. Murashkina (Penza); D.Sc., Prof. V.K. Musaev (Moscow); D.Sc., Prof. E.N. Nadezhdin (Tula); D.Sc., Prof. E.G. Nikonov (Dubna); D.Sc., Prof. V.A. Nosenko (Volgograd); D.Sc., Prof. G.S. Osipov (Yuzhno-Sakhalinsk); D.Sc., Prof. R.Z. Pen (Krasnoyarsk); D.Sc., Prof. M.N. Petrov (Krasnoyarsk); D.Sc., Prof. I.Y. Petrova (Astrakhan); D.Sc., Prof. Piven V.V. (Tyumen); D.Sc., Prof. Potyshnyak E.N. (Kharkov); D.Sc., Prof. Puzryakov A.F. (Moscow); D.Sc., Prof. Rakhimbaeva I.E. (Saratov); D.Sc., Prof. Rezanovich I.V. (Chelyabinsk); D.Sc., Prof. A.F. Rogachev (Volgograd); D.Sc., Prof. Sikhimbaev M.R. (Karaganda); D.Sc., Prof. Skrypnik O.N. (Irkutsk); D.Sc., Prof. Sobyenin 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	28.12.2024	Number issue date	31.01.2025
Format	60x90 1/8	Conditionally printed sheets	32,75
Circulation	1000 copies	Order	CHT 2024/12

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

ОЦЕНКА КРУПНОСТИ ЧАСТИЦ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПЕЧИ КИПЯЩЕГО СЛОЯ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ <i>Булатов В.В.</i>	10
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДЕЛЕЙ НЕЙРОСЕТИ LRCN+LSTM В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНАВАНИЯ НАСИЛИЯ НА ВИДЕО <i>Горяев В.М., Мацаков Б.В.</i>	17
РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ НА ПРИМЕРЕ УЧАСТНИКОВ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО И (ИЛИ) ОТРАСЛЕВОГО ЛИДЕРСТВА ПРОГРАММЫ «ПРИОРИТЕТ-2030» <i>Гусева А.И., Калашиник В.М., Каминский В.И., Куреев С.В.</i>	25
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ЗАВОДНЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЕМКОСТНО-РЕЗИСТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА <i>Кащеев С.Е., Тырсин А.Н.</i>	35
ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ЭКСКАВАТОРА В ЗАБОЕ ОТНОСИТЕЛЬНО КАРЬЕРНОГО САМОСВАЛА БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ <i>Кизилов С.А., Никитенко М.С., Худоногов Д.Ю.</i>	41
НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЦЕН НА МОДИФИЦИРОВАННЫЕ БИТУМНЫЕ ВЯЖУЩИЕ <i>Кондратьева М.И., Бронская В.В., Емельянычева Е.А., Шипин А.В., Башкиров Д.В., Игнашина Т.В.</i>	48
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАДАЧ МЕЖДУ СОТРУДНИКАМИ <i>Крошилин А.В., Крошилина С.В., Попова А.А.</i>	55
ДИАГНОСТИКА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ <i>Лубнина А.А.</i>	61
ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ ЧАСТОТ СЛОЕВ ИОНОСФЕРЫ <i>Лыткин Ф.С., Лыткин С.Д.</i>	67
РАЗРАБОТКА НА ПЛАТФОРМЕ «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ» КОНФИГУРАЦИИ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ВУЗА <i>Малявкина Л.И., Савина А.Г., Агейчев А.И.</i>	73
К ОЦЕНКЕ ПРОГНОЗА РАЗВОРОТА ТРЕНДА НА ОСНОВЕ СОРТИРОВКИ <i>Ромм Я.Е., Джанунц Г.А., Турилин А.С.</i>	90
РАЗРАБОТКА ПОДХОДА К ОБЕСПЕЧЕНИЮ И УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ И КОНЦЕПЦИИ ВНУТРЕННИХ ПОСТАВЩИКОВ И ПОТРЕБИТЕЛЕЙ <i>Тихонов М.Р., Вышков В.А.</i>	100

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ
НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Гютюнник В.М., Альгузо М.М.С. 107

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА
В РОБОТИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ
С УЧЕТОМ ВРЕМЕННЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ

Холопов В.А., Макаров М.А., Кладов А.С. 113

Педагогические науки (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)

СТАТЬИ

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ
РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Вильданов А.Н. 122

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ
ШКОЛЬНИКОВ РОССИИ И ЭФИОПИИ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНТЕКСТ

Данилов С.В., Лукьянова М.И., Шустова Л.П. 130

ФОРМИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ У БУДУЩИХ
БАКАЛАВРОВ ЮРИСПРУДЕНЦИИ В УСЛОВИЯХ СТУДЕНЧЕСКОЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Задорина М.А., Корсун К.И., Руколеев В.А. 135

ДИАГНОСТИКА КОГНИТИВНОГО И ЭМОЦИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ,
ПОСЕЩАЮЩИХ СРЕДНИЕ ГРУППЫ ДОШКОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ОРГАНИЗАЦИЙ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)

Иванова М.К., Семенов Ю.И. 141

КОНСТРУИРОВАНИЕ МОДЕЛИ СЕТЕВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ
ТЕХНОПАРКА ВУЗА С ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ:
ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ, ОРГАНИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ

Кириллова О.А., Евдокимова В.Е. 149

СТРАТЕГИИ ПОВЫШЕНИЯ АКАДЕМИЧЕСКОЙ УСПЕШНОСТИ
МЕЖДУНАРОДНЫХ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ
ЭКОСИСТЕМЕ МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Королева Н.Г., Воздвиженская А.В., Всеволодова А.Х., Белка А.Ю., Мухина М.Ю. 154

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СПОСОБ
ТРАНСЛЯЦИИ ЗНАНИЙ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

Кузнецова Н.В. 161

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ КАК СРЕДСТВО
ИНТЕНСИФИКАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ

Купряшина Л.А., Бельдягина Е.Ю., Зверовщикова Н.В. 169

ЭТАПЫ МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ У БУДУЩИХ
УЧИТЕЛЕЙ ПРИ ДИАЛОГЕ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ

Мирошниченко А.А., Иванова Н.П., Баженова В.В., Югова Н.Л. 178

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЕКТНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ ШКОЛЬНИКОВ СТАРШИХ
КЛАССОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Носков Н.Г. 185

ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЮРИДИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ <i>Ольховая Т.А., Ковалева О.А., Садова В.А.</i>	191
ВЛИЯНИЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ УМЕНИЙ У БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ И ИХ ГОТОВНОСТЬ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ <i>Павлова Л.В.</i>	197
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ <i>Подлипский О.К.</i>	202
САМООПРЕДЕЛЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПОДРОСТКОВ В ОБЛАСТИ СЕМЕЙНЫХ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ В ПЕРИОД ВЗРОСЛЕНИЯ <i>Расчетина С.А., Яковлева Н.Ф.</i>	207
ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДНЕСПЕЦИАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ <i>Резер Т.М., Дерягин А.В., Кетриш Е.В.</i>	212
ТИПИЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ, ВЫЯВЛЕННЫЕ ПРИ АККРЕДИТАЦИИ ОРГАНИЗАЦИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН <i>Сыздыков Е.К., Собянин Ф.И., Клименко Т.И.</i>	220
СПЕЦИФИКА ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ» В СИБИРСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ГЕОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ <i>Трубина Л.К., Бочкарева И.И.</i>	227
МЕТОДИКА СБОРА И АНАЛИЗА ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ <i>Туктамышов Н.К., Горская Т.Ю.</i>	232
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ ГУМАНИТАРНОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТОВ УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА <i>Усцелемова Н.А., Ямалетдинова Г.А.</i>	238

Технические науки (2.3.6 Методы и системы защиты информации, информационная безопасность)

СТАТЬЯ

КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РИСКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК И ИНТУИТИВНОГО АНАЛИЗА КАК КЛЮЧЕВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ УГРОЗАМИ В ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ <i>Плохута К.Д.</i>	245
---	-----

Технические науки (2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации)

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

СИСТЕМЫ СИТУАЦИОННОГО ГРУППОВОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ <i>Надеждин Е.Н., Котова И.Ф., Глуценко В.Е.</i>	252
--	-----

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

ASSESSMENT OF PARTICLE SIZE OF A PHYSICAL MODEL OF A FLUIDIZED BED FURNACE BASED ON MACHINE VISION TECHNOLOGY <i>Bulatov V.V.</i>	10
AN INVESTIGATION OF THE EFFECTIVENESS OF LONG-RANGE AND SHORT-TERM MEMORY MODELS LRCN+LSTM IN VIDEO VIOLENCE DETECTION TASKS <i>Goryaev V.M., Matsakov B.V.</i>	17
DEVELOPMENT OF NEW APPROACHES TO MANAGEMENT IN ORGANIZATIONAL SYSTEMS USING THE EXAMPLE OF PARTICIPANTS OF TERRITORIAL AND (OR) INDUSTRIAL LEADERSHIP DIRECTION OF THE PRIORITY 2030 PROGRAM <i>Guseva A.I., Kalashnik V.M., Kaminsky V.I., Kireev S.V.</i>	25
IMPROVING THE EFFICIENCY OF WATER FLOODING SYSTEMS OPERATIONBASED ON CAPACITIVE-RESISTIVE MATERIAL BALANCE MODELS <i>Kascheev S.E., Tyrsin A.N.</i>	35
DETERMINING EXCAVATOR LOCATION IN THE FACE RELATIVE TO A DUMP TRUCK ISSUE WITHOUT USING SATELLITE NAVIGATION <i>Kizilov S.A., Nikitenko M.S., Khudonogov D.Yu.</i>	41
NEURAL NETWORK MODEL FOR PREDICTING THE COST OF MODIFIED ASPHALT BINDERS <i>Kondrateva M.I., Bronskaya V.V., Emelyanycheva E.A., Shipin A.V., Bashkirov D.V., Ignashina T.V.</i>	48
INTELLECTUAL SUPPORT FOR MANAGERIAL DECISION-MAKING IN ORGANIZATIONAL SYSTEMS FOR DISTRIBUTING TASKS AMONG EMPLOYEES <i>Kroshilin A.V., Kroshilina S.V., Popova A.A.</i>	55
DIAGNOSTICS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE MECHANICAL-BUILDING COMPLEX OF RUSSIA <i>Lubnina A.A.</i>	61
APPLICATION OF CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS FOR DETERMINING CRITICAL FREQUENCIES OF IONOSPHERIC LAYERS <i>Lytkin F.S., Lytkin S.D.</i>	67
DEVELOPMENT OF A CONFIGURATION FOR INFORMATION SUPPORT OF THE ORGANIZATION OF ACTIVITIES ON THE 1C: ENTERPRISE PLATFORM UNIVERSITY TEACHER <i>Malyavkina L.I., Savina A.G., Ageichev A.I.</i>	73
TO ESTIMATION OF THE TREND REVERSAL FORECAST BASED ON STABLE ADDRESS SORTING <i>Romm Ya.E., Dzhanunts G.A., Turilin A.S.</i>	90

DEVELOPMENT OF AN APPROACH TO PRODUCT QUALITY ASSURANCE
AND MANAGEMENT BASED ON PREDICTIVE ANALYTICS AND THE CONCEPT
OF INTERNAL SUPPLIERS AND CONSUMERS

Tikhonov M.R., Vyshlov V.A. 100

MODELING THE DECISION MAKING PROCESS UNDER CONDITIONS
OF UNCERTAINTY

Tyutyunnik V.M., Alguzo M.M.S. 107

A METHOD FOR DETERMINING THE ROBOT MANIPULATOR
TRAJECTORY IN ROBOTIZED TECHNOLOGICAL COMPLEXES
WITH CONSIDERATION OF TIME CONSTRAINTS

Kholopov V.A., Makarov M.A., Kladov A.S. 113

Pedagogical sciences (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)

ARTICLES

ORGANIZATION OF PROJECT ACTIVITIES IN STUDYING THE TOPIC
OF IMAGE RECOGNITION USING NEURAL NETWORKS

Vildanov A.N. 122

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE FORMATION FUNCTIONAL
LITERACY OF SCHOOLCHILDREN IN RUSSIA AND ETHIOPIA:
THE INTERNATIONAL CONTEXT

Danilov S.V., Lukyanova M.I., Shustova L.P. 130

FORMATION OF RESEARCH COMPETENCE FOR FUTURE BACHELORS
OF LAW IN THE CONDITIONS OF STUDENT RESEARCH LABORATORY

Zadorina M.A., Korsun K.I., Rukoleev V.A. 135

DIAGNOSTICS OF COGNITIVE AND EMOTIONAL DEVELOPMENT
OF CHILDREN ATTENDING SECONDARY GROUPS OF PRE-SCHOOL
EDUCATIONAL ORGANIZATIONS IN THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)

Ivanova M.K., Semenov Yu.I. 141

CONSTRUCTION OF A MODEL OF A NETWORKED EDUCATIONAL
ENVIRONMENT OF A TECHNOPARK OF A UNIVERSITY WITH EDUCATIONAL
ORGANIZATIONS: THEORETICAL AND METHODOLOGICAL APPROACHES,
ORGANIZATION, MANAGEMENT

Kirillova O.A., Evdokimova V.E. 149

STRATEGIES FOR IMPROVING ACADEMIC SUCCESS OF INTERNATIONAL
STUDENTS IN ECOSYSTEM OF MEDICAL UNIVERSITY

Koroleva N.G., Vozdvizhenskaya A.V., Vsevolodova A.Kh., Belka A.Yu., Mukhina M.Yu. 154

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A PROMISING WAY OF TRANSLATING
KNOWLEDGE IN HIGHER EDUCATION: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

Kuznetsova N.V. 161

WORKBOOK ON HIGHER MATHEMATICS AS A MEANS OF INTENSIFYING
STUDENTS' MATHEMATICAL TRAINING

Kupryashina L.A., Beldyagina E.Yu., Zverovshchikova N.V. 169

THE STAGES OF THE METHODOLOGY FOR THE FORMATION
OF PEDAGOGICAL TECHNIQUES FOR FUTURE TEACHERS
IN A DIALOGUE WITH INTELLIGENT SYSTEMS

Miroshnichenko A.A., Ivanova N.P., Bazhenova V.V., Yugova N.L. 178

CRITERIA FOR ASSESSING THE FORMATION EFFECTIVENESS OF HIGH SCHOOL STUDENTS PROJECT AND RESEARCH COMPETENCIES IN MODERN CONDITIONS <i>Noskov N.G.</i>	185
PROSPECTS FOR THE STUDY OF THE DIGITAL TRANSFORMATION OF LEGAL EDUCATION IN MODERN CONDITIONS <i>Olkhovaya T.A., Kovaleva O.A., Sadova V.A.</i>	191
THE INFLUENCE OF PEDAGOGICAL PRACTICE ON THE FORMATION OF METHODOLOGICAL SKILLS OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS AND THEIR READINESS FOR PROFESSIONAL ACTIVITY <i>Pavlova L.V.</i>	197
USING CRITICAL THINKING DEVELOPMENT TECHNOLOGY IN FORMATION STUDENTS' MATHEMATICAL LITERACY <i>Podlipskii O.K.</i>	202
SELF-DETERMINATION OF MODERN ADOLESCENTS IN THE FIELD OF FAMILY AND EDUCATIONAL VALUES DURING THE ADULTHOOD <i>Raschetina S.A., Yakovleva N.F.</i>	207
ORGANIZATIONAL AND LEGAL SUPPORT FOR THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF TEACHING STUDENTS OF TECHNICAL COLLEGES <i>Rezer T.M., Deryagin A.V., Ketrish E.V.</i>	212
TYPICAL PROBLEMS, REVEALED DURING ACCREDITMENT OF ORGANIZATIONS OF TECHNICAL AND PROFESSIONAL EDUCATION IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN <i>Sizdikov E.K., Sobyenin F.I., Klimenko T.I.</i>	220
THE SPECIFICS OF BACHELOR'S DEGREE TRAINING IN THE FIELD OF «ECOLOGY AND NATURE MANAGEMENT» IN THE SIBERIAN STATE UNIVERSITY OF GEOSYSTEMS AND TECHNOLOGIES <i>Trubina L.K., Bochkareva I.I.</i>	227
METHODOLOGY FOR COLLECTING AND ANALYSIS OF RESIDUAL KNOWLEDGE <i>Tuktamyshov N.K., Gorskaya T.Yu.</i>	232
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF THE PROCESS OF THE PHYSICAL EDUCATION OF STUDENTS OF HUMANITIES AND TECHNICAL UNIVERSITIES OF THE URAL FEDERAL DISTRICT <i>Ustselemova N.A., Yamaletdinova G.A.</i>	238

Technical sciences (2.3.6 Methods and systems of information protection, information security)

ARTICLE

QUALITATIVE RISK ASSESSMENT USING EXPERT ASSESSMENTS AND INTUITIVE ANALYSIS AS KEY INFORMATION SECURITY THREAT MANAGEMENT TOOLS <i>Plokhuta K.D.</i>	245
---	-----

Technical sciences (2.3.1 Systems Analysis, Management and Information Processing)

REVIEW

SITUATIONAL GROUP CONTROL SYSTEMS FOR UNMANNED AERIAL VEHICLES: STATUS AND PROSPECTS <i>Nadezhdin E.N., Kotova I.F., Gluschenko V.E.</i>	252
---	-----

СТАТЬИ

УДК 681.518.5

DOI 10.17513/snt.40238

**ОЦЕНКА КРУПНОСТИ ЧАСТИЦ
ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПЕЧИ КИПЯЩЕГО СЛОЯ
НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ****Булатов В.В.***ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», Санкт-Петербург, e-mail: bulatov-vitaly@yandex.ru*

Работа посвящена автоматизации процесса оценки крупности частиц в физической модели печи кипящего слоя. В статье проведен анализ работ, связанных с применением систем технического зрения в металлургии, и работ, посвященных применению печей кипящего слоя на производстве, который показал отсутствие исследований по рассматриваемой проблеме. Для экспериментального определения гранулометрического состава «частиц» в физической модели печи кипящего слоя было решено применить оптическую систему контроля на базе технологии технического зрения. Исследования проводились на лабораторной установке, включающей в себя: физическую модель печи кипящего слоя, которая имитирует окислительный обжиг цинковых концентратов; камеру технического зрения; объектив и ЭВМ для анализа и обработки получаемых изображений. Для имитации частиц цинкового концентрата в модель печи были загружены пенополистироловые шарики различных диаметров. Разработан алгоритм классификации частиц по получаемой выборке изображений. Алгоритм учитывает возможность наложения одной частицы на другую, определяет частицы округлой формы и распределяет частицы в одну из групп крупности (малые, средние или большие). Реализация разработанного алгоритма была осуществлена в программной среде LabVIEW с использованием пакета IMAQ Vision. Полученные результаты можно будет использовать в дальнейшем при создании модели баланса популяций для агломератов.

Ключевые слова: печь кипящего слоя, классификация частиц, модель баланса, оптический контроль, техническое зрение

**ASSESSMENT OF PARTICLE SIZE
OF A PHYSICAL MODEL OF A FLUIDIZED BED
FURNACE BASED ON MACHINE VISION TECHNOLOGY****Bulatov V.V.***Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Saint Petersburg,
e-mail: bulatov-vitaly@yandex.ru*

The work is devoted to the automation of the process of particle size assessment in a physical model of a fluidized bed furnace. The article analyzes works related to the use of machine vision systems in metallurgy and works devoted to the use of fluidized bed furnaces in production, which showed the lack of research on the problem under consideration. To experimentally determine the granulometric composition of “particles” in a physical model of a fluidized bed furnace, it was decided to use an optical control system based on machine vision technology. The studies were carried out on a laboratory setup that included: a physical model of a fluidized bed furnace that simulates oxidative roasting of zinc concentrates; a machine vision camera; a lens and a computer for analyzing and processing the resulting images. To simulate zinc concentrate particles, polystyrene foam balls of various diameters were loaded into the furnace model. An algorithm for classifying particles based on the resulting sample of images has been developed. The algorithm takes into account the possibility of superimposing one particle on another, identifies rounded particles and distributes the particles into one of the size groups (small, medium or large). To implement the developed algorithm, it was implemented in the LabVIEW software environment using the IMAQ Vision package. The results obtained can be used in the future when creating a population balance model for agglomerates.

Keywords: fluidized bed furnace, particle classification, balance model, optical inspection, machine vision

Введение

Значение цинка в современной промышленности очень велико. Примерно половину всего производимого в мире цинка используют для защиты различных изделий от коррозии. Помимо этого, цинк применяется при изготовлении различных сплавов, например бронзы, мельхиора. Основное сырье для производства цинка обычно находится в сульфидном состоянии – сфалерит (ZnS). Первым переделом в гидрометаллургическом способе получения цинка являет-

ся окислительный обжиг в печах кипящего слоя. Технология кипящего слоя находит широкое применение в промышленности.

В печи кипящего слоя (КС) сыпучий материал взаимодействует с проходящим через него нагретым газовым потоком, интенсивно перемещающим твердые частицы в так называемом кипящем слое. Нагрев печи кипящего слоя осуществляют путем сжигания топлива непосредственно в слое или в выносных топках под газораспределительным устройством [1, с. 63].

К преимуществам печей кипящего слоя в сравнении с печами других типов следует отнести высокую производительность (выше в 3–4 раза); улучшение качества огарка, что увеличивает прямое извлечение цинка из цинковых концентратов на 1–2%; агрегаты для обжига в кипящем слое легко поддаются механизации и автоматизации, что улучшает условия труда. Помимо этого, печи для обжига в кипящем слое имеют простую конструкцию, комплектуются из стандартного оборудования и могут быть в короткие сроки построены на любом металлургическом предприятии [2, с. 17].

Исследование процесса обжига цинковых концентратов рассмотрено в ряде работ. Например, в одной из работ авторами был предложен способ регулирования подачи кислорода в зависимости от количества загружаемой шихты, который способствует улучшению технико-экономических показателей процесса обжига цинковых сульфидных концентратов в печах кипящего слоя [3]. В другой работе был представлен новый немеханический метод селективной дезинтеграции сложных минеральных комплексов, основанный на обжиге сульфидных свинцово-цинковых руд в атмосфере водяного пара [4].

Применение систем технического зрения (СТЗ) при контроле технологических параметров в металлургии отражено в следующих работах. В исследовании 2017 г. была представлена СТЗ, которая позволяет обеспечить повышение эффективности управления процессом производства алюминия в электролизерах [5]. Предложена методика регистрации и анализа излучения криолитоглиноземного расплава, позволяющая определить точное количество корректируемых добавок фторида алюминия и фторированного глинозема в течение 30–45 с.

Ранее в работе авторов была предложена реализация СТЗ для контроля положения расплава в индукторе электромагнитной левитационной печи и представлены результаты экспериментальной апробации алгоритма слежения за траекторией движения расплава в индукторе на примере плавления образцов алюминия во взвешенном состоянии [6]. А также предложено использовать оптические методы контроля и технологии распознавания образов с использованием сверточных пирамидальных нейронных сетей для детектирования дефектов грузоподъемных канатов металлургического оборудования [7].

В иной статье рассматривалась проблема оценки геометрических параметров брикета и его поверхностных свойств

по их цифровым изображениям при помощи камер технического зрения. Разработана методика оценки объема брикета с учетом смещения изображения в плоскости калибровки. Получены расчетные значения зависимости относительной погрешности измерения при ошибке позиционирования объекта с использованием методики компенсации и без нее [8].

Однако вопрос, отражающий методику классификации частиц руды в объеме рабочего псевдооживленного слоя, не нашел широкого рассмотрения.

Цель исследования – разработка алгоритма оценки крупности частиц, перемещающихся в модели печи кипящего слоя, на базе технологии технического зрения с целью подготовки входного гранулометрического состава частиц модели баланса популяций агломератов.

Материалы и методы исследования

В процессе окисления сульфидов цинка в печах псевдооживленного слоя гранулометрический состав получившегося огарка будет влиять на полноту и скорость последующего выщелачивания. Технология псевдооживленного слоя в процессе окислительного обжига цинковых концентратов позволяет вести непрерывную загрузку материала в объем агрегата параллельно с удалением продуктов обжига самотеком.

В псевдооживленном слое можно наблюдать такое явление, как сегрегация – преимущественная концентрация частиц определенной крупности в различных по высоте зонах в печи. Разделение частиц на основе этого явления позволяет классифицировать смеси с различным гранулометрическим составом. Но применение данной технологии затруднительно из-за необходимости недостижимо точного регулирования параметров процесса.

Наряду с температурой, скоростью подачи дутья и твердого агента, на процесс обжига оказывает влияние и гранулометрический состав сырья. Увеличенная средняя крупность твердого агента приводит к быстрому износу футеровки печи кипящего слоя за счет ее соударения с частицами и изменяет уставку расхода дутья для поддержки псевдооживленного состояния слоя. Наряду с этим увеличение средней крупности твердого агента увеличивает вероятность столкновения больших частиц (агломератов) друг с другом, а значит, интенсифицирует процесс пылеобразования и, следовательно, еще более активного пылевыноса. Мелкие частицы будут либо, не успев прореагировать, попадать в циклон, либо вылетать вместе с об-

жиговыми газами. Высокая концентрация крупных частиц в кипящем слое также увеличивает время, необходимое для полного протекания реакции обжига. При высоком содержании мелкодисперсной фракции количество отводящегося огарка через слив будет уменьшаться, а доля пылесодержания в обжиговых газах расти.

Таким образом, важно определение рационального гранулометрического состава цинкового концентрата.

Для исследования крупности частиц была использована физическая модель печи кипящего слоя. Структурная схема лабораторной установки с физической моделью печи кипящего слоя представлена на рис. 1. Диффузор, расположенный под корпусом, предназначен для равномерного распределения потока воздуха, подаваемого вентилятором. Для имитации частиц цинкового

концентрата используются пенополистироловые шарики различных диаметров.

Для получения изображения частиц в объеме физической модели печи кипящего слоя для обжига цинковых концентратов была использована камера технического зрения Basler acA640-120gc с объективом Ricoh FL-CC2514-2M ($f=25$ mm, C-mount, $bf=11.5$ mm).

На начальном этапе была разработана блок-схема для классификации частиц по крупности (рис. 2), которая отображает процесс обработки изображения и процесс классификации частиц на группы: мелкие, средние и крупные. В таблице представлены результаты ручной классификации групп крупности частиц, количество частиц по группам и размеры частиц на матрице камеры с учетом характеристик объектива и расстояния от камеры до модели печи КС (165 мм).

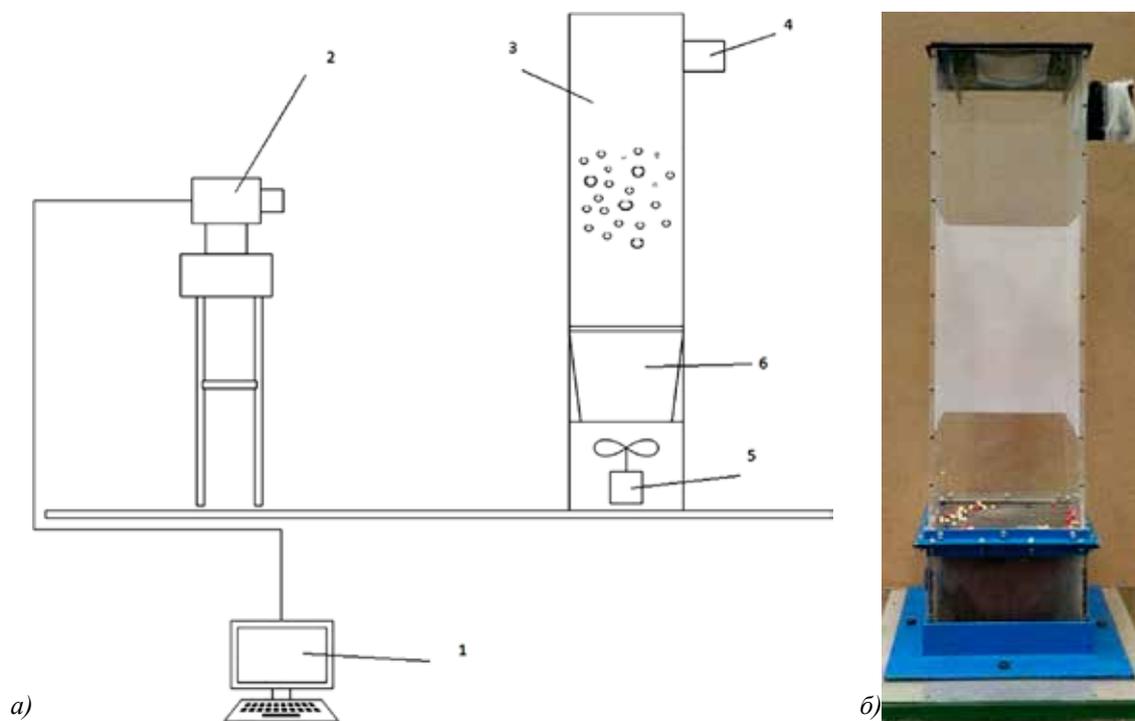


Рис. 1. Лабораторная установка: а) структурная схема лабораторной установки: 1 – ЭВМ; 2 – камера технического зрения; 3 – модель печи КС; 4 – отвод газа и мелких частиц; 5 – вентилятор; 6 – диффузор; б) внешний вид модели печи КС

Результаты ручной классификации групп крупности частиц

Группа крупности	Реальные размеры, мм	Количество частиц в объеме всей печи, шт.	Размеры на матрице, pix
Крупные	10–12	40	21,6–32,4
Средние	6–8	60	13,5–21,59
Мелкие	1–4	45	2,7–13,49

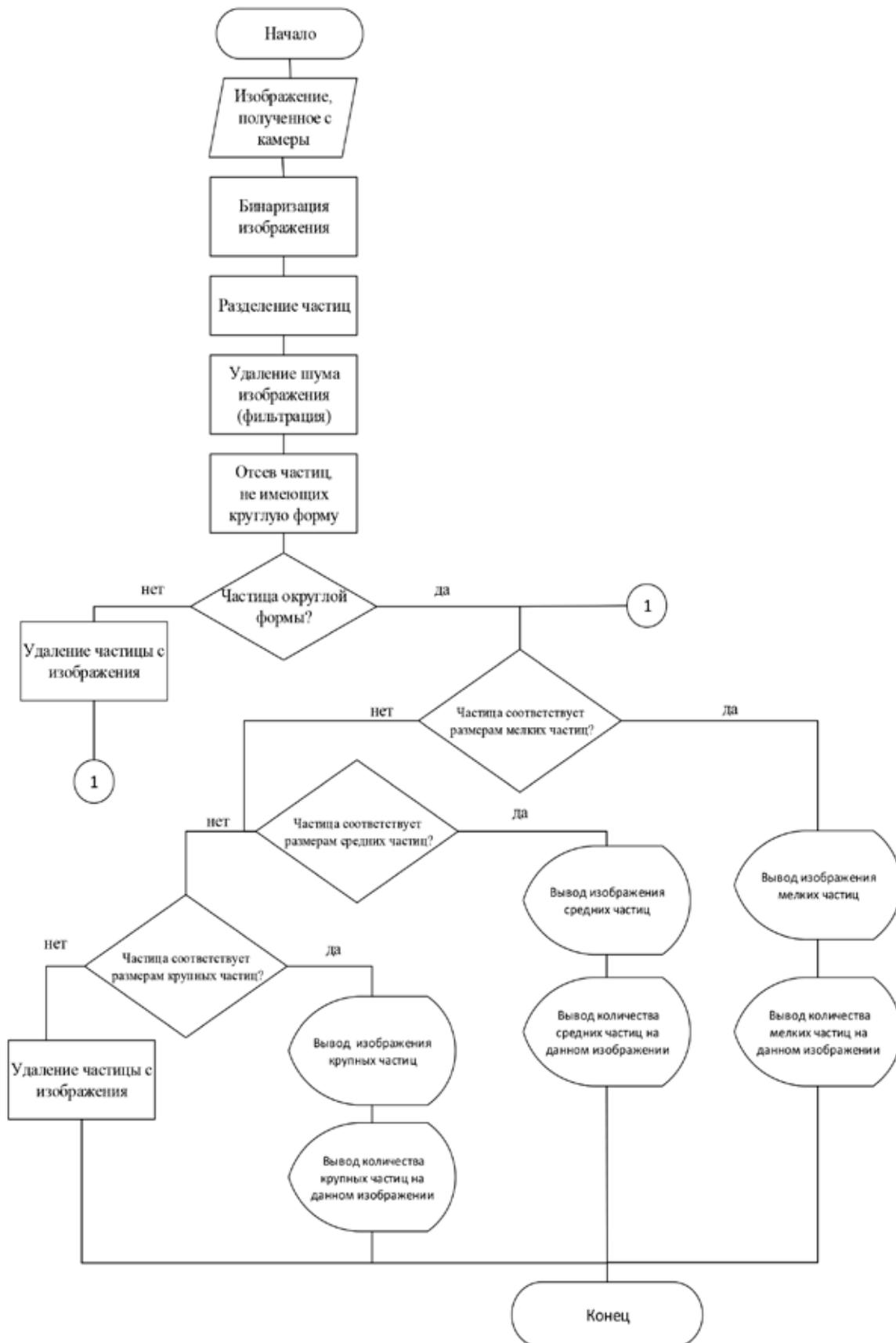


Рис. 2. Цикл алгоритма классификации частиц по крупности (по диаметру)

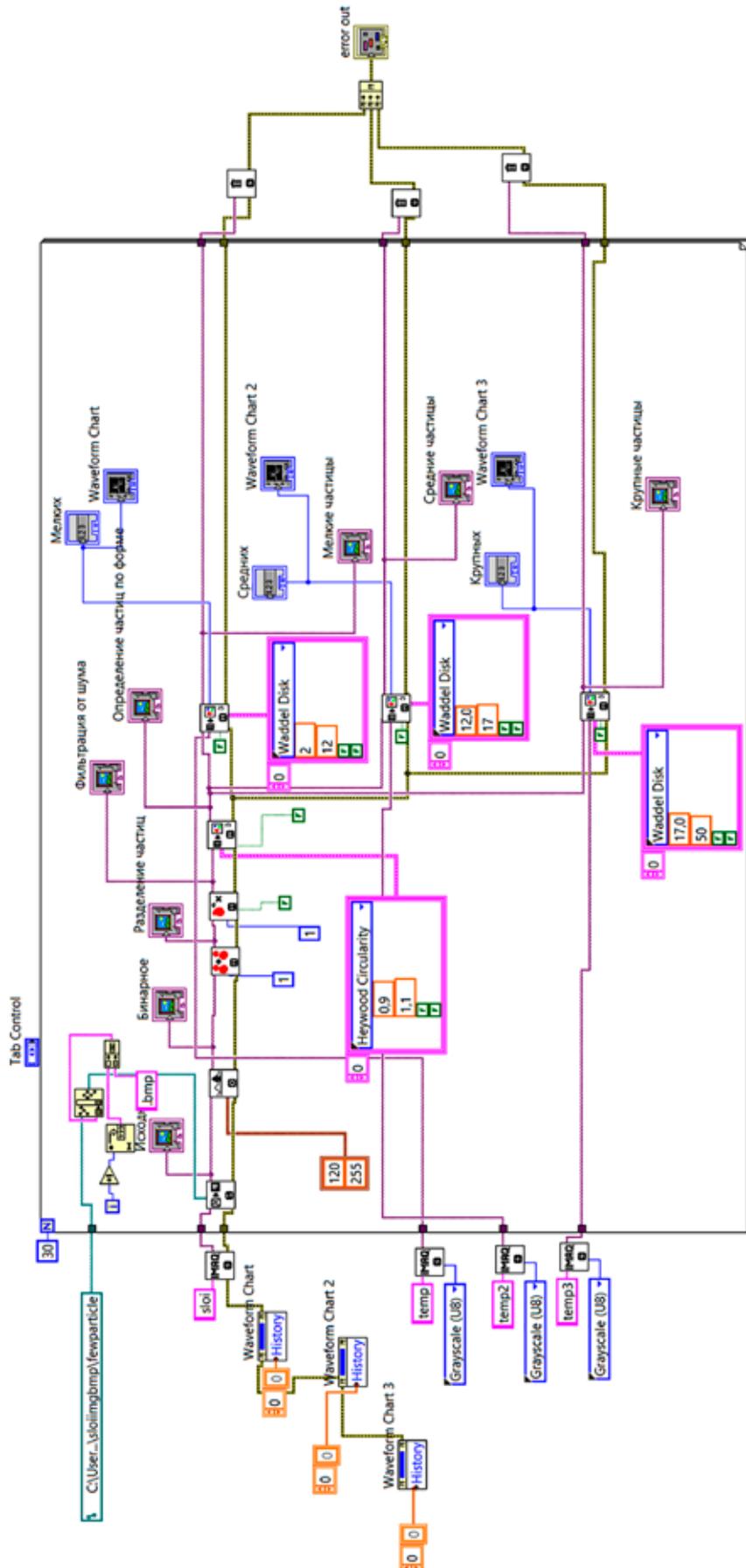


Рис. 3. Программа, реализованная в LabVIEW на основе разработанного алгоритма

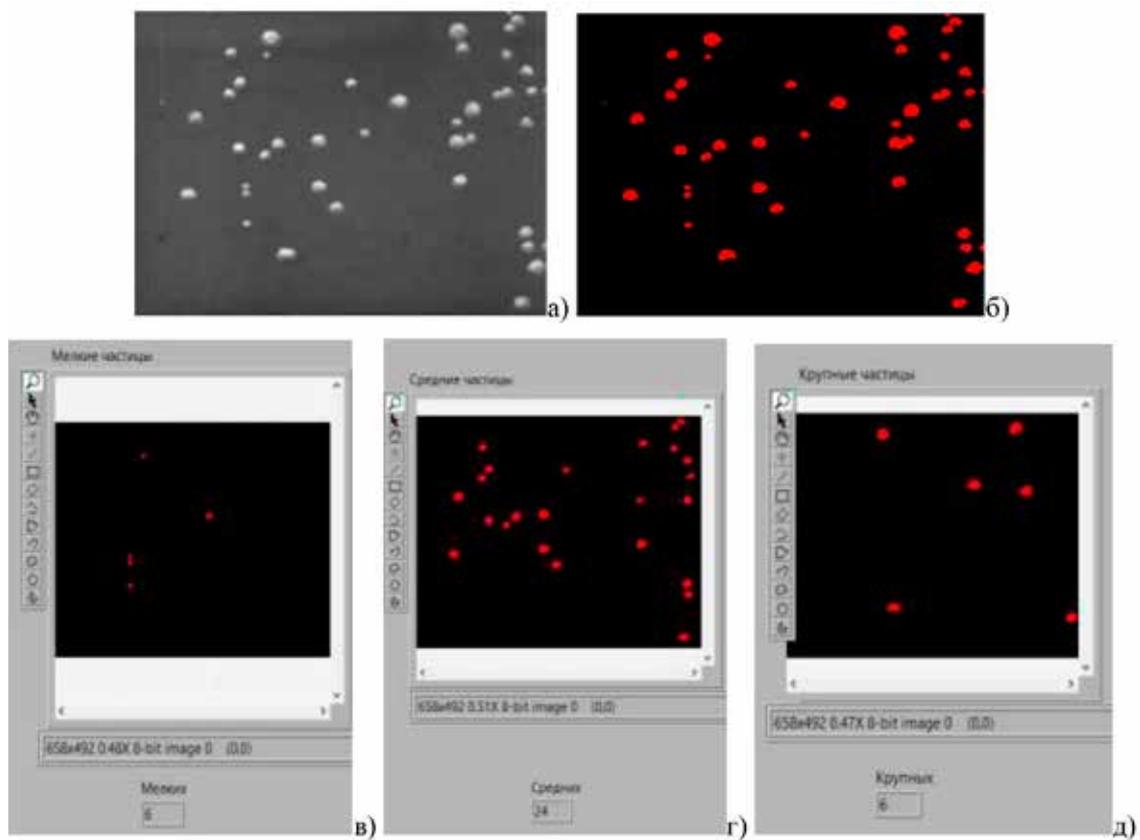


Рис. 4. Результаты классификации: а) исходное изображение; б) изображение после обработки; в) выявленные мелкие частицы; г) выявленные средние частицы; д) выявленные крупные частицы

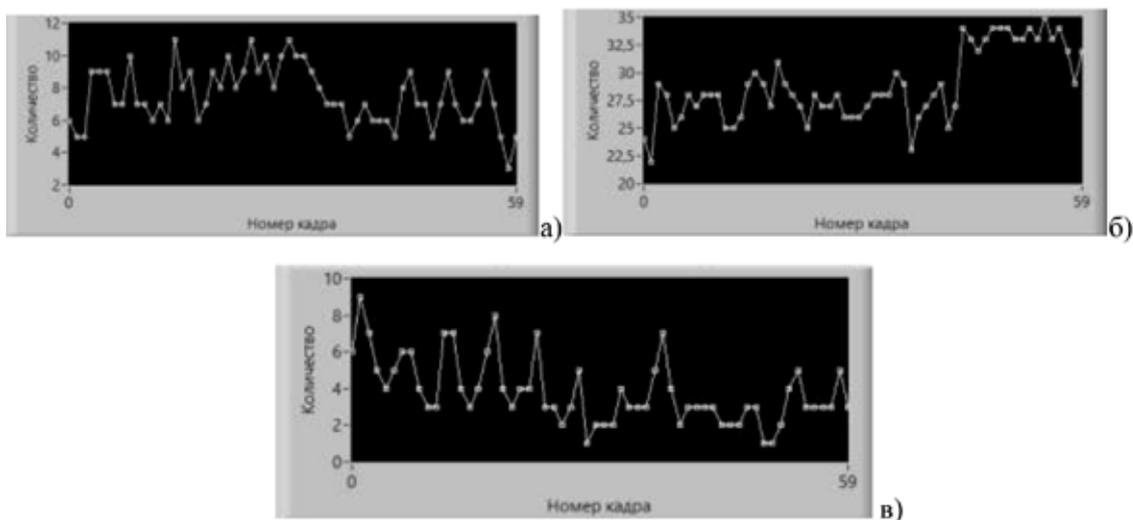


Рис. 5. Изменение количества мелких (а), средних (б) и крупных (в) частиц в течение эксперимента

После создания псевдооживленного слоя твердых частиц в физической модели печи кипящего слоя, была осуществлена съемка в течение 12 с. В результате получено 60 кадров.

Реализация алгоритма классификации частиц по крупности осуществлена в программной среде LabVIEW с применением пакета IMAQ Vision (рис. 3).

Для определения округлости частицы будет использоваться критерий округлости Хейвуда в блоке IMAQ ParticleFilter 3, равный

$$F_c = P_p / P_c,$$

где F_c – критерий округлости Хейвуда, P_p – периметр обнаруженной частицы, P_c – периметр окружности с той же площадью, что и у частицы.

Результаты проведения процедуры классификации представлены на рис. 4.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты проведения эксперимента представлены на рис. 5. Графики отображают изменения количества частиц от кадра к кадру.

Представленные графики отображают процесс сегрегации частиц. Более крупные частицы уменьшаются в количестве к концу эксперимента, оседая ближе к низу слоя, число средних частиц слабо изменяется и имеет тенденцию к росту, а количество мелких частиц в объеме рабочего слоя модели уменьшается.

Заключение

Разработан алгоритм и программа классификации частиц по крупности на базе технологии технического зрения. На основе полученных экспериментальных данных может быть подготовлено входное распределе-

ние частиц для модели баланса популяций для агломератов, которые образуются в процессе обжига в печи КС из-за неравномерности гранулометрического состава сырья и несоблюдения температурного режима.

Список литературы

1. Крупнов Л.В., Марченко Н.В., Носова О.В., Рогова Л.И., Каверзин А.В. Промышленные плавильные агрегаты для производства тяжелых цветных металлов: монография. Норильск: ЗГУ, 2022. 234 с.
2. Фомичев В.Б., Носова О.В., Рогова Л.И., Крупнов Л.В. Теория пирометаллургических процессов: учебное пособие. Норильск: ЗГУ, 2020. 202 с.
3. Алкацев В.М., Рутковский А.Л., Макоева А.К. Исследование процесса обжига цинковых концентратов в кипящем слое методом математического моделирования // iPolytech Journal. 2022. Т. 26. № 4. С. 669–676.
4. Антропова И.Г., Гуляшинов П.А., Перинов А.А. Исследование процесса обжига сульфидной свинцово-цинковой руды в атмосфере водяного пара // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2021. № 11. С. 56–67.
5. Кульничский А.А., Булатов В.В., Бойков А.В., Комарова Т.Ю., Бажин В.Ю. Применение систем технического зрения для контроля технологических параметров и оборудования на производстве // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2017. № 20–1. С. 17–22.
6. Бойков А.В., Пайор В.А. Система технического зрения для мониторинга левитационной плавки цветных металлов // Цветные металлы. 2023. № 4. С. 85–89.
7. Кульничский А.А., Мансурова О.К., Николаев М.Ю. Распознавание дефектов грузоподъемных канатов металлургического оборудования оптическим методом с помощью нейронных сетей // Черные металлы. 2023. № 3. С. 81–88.
8. Кульничский А.А., Кашин Д.А. Оптический контроль качества брикетированной металлошихты // Цветные металлы. 2022. № 9. С. 92–98.

УДК 004.421
DOI 10.17513/snt.40239

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДЕЛЕЙ НЕЙРОСЕТИ LRCN+LSTM В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНАВАНИЯ НАСИЛИЯ НА ВИДЕО

Горяев В.М., Мацаков Б.В.

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

В данном исследовании целью было изучение эффективности моделей объединенных долгосрочной рекуррентной сверточной сети и сети долгой краткосрочной памяти в задаче распознавания насилия в видеофрагментах. Проводится оценка способности этих моделей обнаруживать и классифицировать насилие на видео. Для обучения был создан пользовательский набор данных из 150 помеченных видео открытого набора данных Violence Detection in Videos и 50 собственных видеофрагментов, размеченных на два класса (насилие и ненасилие). Для обучения использовались два типа сетей долгой краткосрочной памяти: однонаправленная и двунаправленная сети. Далее рассматривается эффективность объединенной архитектуры в распознавании насилия на видео, на базе оценки способности этих моделей обнаруживать и классифицировать насильственный контент в видео, а также анализ влияния различных параметров на их точность и скорость. Результаты исследования показывают, что модели сети долгой краткосрочной памяти совместно с рекуррентной нейросетью могут эффективно распознавать насилие на видео, особенно при использовании длинных и коротких временных масштабов. Для проекта используется модель сверточной сети дальнего действия, которая сочетает в себе преимущества сверточных сетей и рекуррентных нейронных сетей для извлечения объектов из видеоклипов и анализа временных связей между ними. Модель сверточной сети дальнего действия с двунаправленной долговременной памятью оказалась более эффективна при получении как пространственной, так и временной информации, а также прошлого и будущего контекста места происшествия, что приводит к улучшению обнаружения признаков насилия. Это исследование способствует разработке более точных и эффективных систем видеоанализа, которые могут быть полезны в различных областях применения, таких как наблюдение и безопасность. Потери при обучении и валидации с использованием нейросетей с архитектурой двунаправленной памяти стремятся к нулю, что подтверждает точность и эффективность данного алгоритма.

Ключевые слова: рекуррентная нейронная сеть, компьютерное зрение, распознавание действий человека, сети с долговременной и кратковременной памятью и дальнего действия, двунаправленная сеть, распознавание насилия

AN INVESTIGATION OF THE EFFECTIVENESS OF LONG-RANGE AND SHORT-TERM MEMORY MODELS LRCN+LSTM IN VIDEO VIOLENCE DETECTION TASKS

Goryaev V.M., Matsakov B.V.

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

This study examines In this study, the aim was to investigate the effectiveness of combined long-term recurrent convolutional networks and long short-term memory networks in the task of violence recognition in video fragments. An evaluation was conducted on the ability of these models to detect and classify violence in videos. A custom dataset was created for training, consisting of 150 labeled videos from the open dataset "Violence Detection in Videos" and 50 of our own video fragments annotated into two classes (violence and non-violence). Two types of long short-term memory networks were used for training: unidirectional and bidirectional networks. The effectiveness of the combined architecture in recognizing violence in videos is examined based on the assessment of these models' ability to detect and classify violent content, as well as the analysis of the impact of various parameters on their accuracy and speed. The results indicate that LSTM models combined with recurrent neural networks can effectively recognize violence in videos, particularly when using both long and short temporal scales. The project employs a long-range convolutional network model that combines the advantages of convolutional networks and recurrent neural networks for object extraction from video frames and analysis of temporal relationships between them. The long-range convolutional network model with bidirectional long-term memory proved to be more effective in obtaining both spatial and temporal information, as well as past and future context of the incident, which leads to improved detection of violence indicators. This research contributes to the development of more accurate and efficient video analysis systems that can be beneficial in various application areas, such as surveillance and security. The losses during training and validation using neural networks with bidirectional memory architecture approach zero, confirming the accuracy and effectiveness of this algorithm.

Keywords: recurrent neural networks, computer vision, long- and short-term memory networks, long-range networks, and bidirectional networks are used for violence recognition

Введение

Распознавание человеческих действий (HAR) – процесс определения типа человеческой активности в видеопотоке – в последние годы получил значительное раз-

витие, в основном благодаря достижениям в области технологий глубокого обучения и методов анализа данных. На эту эволюцию также повлияло развитие моделей обнаружения объектов. Некоторые из хорошо

известных передовых технологий, которые способствовали этому прогрессу, включают рекуррентные сверточные сети (RNN), которые предназначены для обнаружения объектов. Долгосрочные рекуррентные сверточные сети (LRCN) объединяют сверточные нейронные сети (CNN) с рекуррентными нейронными сетями для анализа последовательных данных, в том числе и видео. В данном исследовании используется архитектура нейронной сети с длительной кратковременной памятью (LSTM), которая представляет собой тип RNN, специально предназначенный для решения проблемы исчезающего градиента, с которой обычно сталкиваются традиционные сети такого типа. Архитектура LRCN + LSTM эффективно сочетает в себе возможности извлечения признаков CNN и возможность LSTM изучать последовательности, что делает ее высокоэффективной для задач визуального распознавания и анализа временных данных.

Распознавание действий человека – определение типа действия человека на видеопотоке значительно эволюционировало за последние годы, благодаря улучшенным технологиям глубокого обучения и методов анализа данных [1]. Эволюция моделей обнаружения объектов оказала влияние и на развитие HAR [2]. В список таких передовых технологий включают рекуррентную нейронную сеть [3], быстрые регионы с использованием сверточных нейронных сетей (R-CNN) [4], а также популярное в настоящее время семейство технологий YOLO. Современные методы анализа видео в основном основаны на глубокой нейронной сети, в данной работе предлагается одна из моделей долговременной рекуррентной сверточной сети (RNN), сочетающая в себе средство извлечения визуальных признаков с глубокой иерархией с моделью, которая может научиться распознавать и синтезировать временную динамику для задач, связанных с последовательными данными (входными или выходными данными), визуальный, лингвистический или какой-либо другой [5]. В RNN градиент ошибки рассчитывается как произведение градиентов ошибки по каждому параметру, однако при этом он может становиться слишком большим, что приводит к нестабильности обучения [6]. Это связано с тем, что RNN имеет сложную структуру, которая включает в себя рекуррентные связи между ячейками. Сети LRCN, использующие LSTM, предназначены для решения этой проблемы путем эффективного отслеживания долгосрочных зависимостей во входных последовательностях и решения проблемы исчезающего градиента, характерной для традиционных се-

тей RNN. Этому способствует уникальная архитектура LSTM, которая включает в себя ячейки памяти и стробирующий механизм, позволяющий выборочно запоминать и забывать информацию в течение длительного периода времени. При этом необходимо учитывать, что ячейка памяти (рис. 1) здесь действует как промежуточный блок памяти, состоящий из более простых узлов, соединенных по определенной схеме [7].

Целью исследования является оценка двух моделей LSTM при распознавании сцен насилия в видеороликах, сравнение их эффективности и изучение влияния гиперпараметрического обучения на их эффективность, учитывая, что набор данных, используемый для обучения нейронной сети, имеет решающее значение для анализа, поскольку он предоставляет необходимые размеченные данные для оценки возможностей модели в распознавании сложных паттернов в видеопоследовательностях.

Материалы и методы исследования

Набор данных

Доступность маркированных наборов данных для обучения моделей распознавания насильственных действий существенно ограничена по сравнению с наборами данных для общих задач компьютерного зрения. Этот недостаток может быть обусловлен рядом факторов, включая опасения по поводу конфиденциальности пациентов и отсутствие общепринятых процедур обмена медицинскими данными. Чтобы решить эту проблему, исследователи предлагают несколько подходов, включая использование простых методов увеличения на базе масштабирования наборов данных и генерацию синтетических данных с помощью генеративно-противостоящих сетей GAN.

В данном проекте для обучения был создан пользовательский набор данных из содержащего 150 помеченных видео открытого набора данных Violence Detection in Videos [8] и 50 собственных видеофрагментов двух классов (насилие и ненасилие), разделенных на фрагменты по 10 с каждый. В процессе работы кода алгоритм выделяет видеофайлы на тренировочную и тестовую части (80/20) в две размеченные папки.

Долговременная кратковременная память LSTM

LSTM решает проблемы взрыва градиента и исчезновения градиента в длинных последовательностях. Он также использует гейтинг для управления каждым блоком LSTM. Важно то, что LSTM имеет на одно

состояние C (ячейку памяти) больше, чем обычная RNN. Текущее состояние ячейки C_t может быть обновлено по следующей формуле:

$$\begin{cases} \widetilde{C}_t = \tanh(W_c[h_{t-1}, x_t] + b_c), & C_t = f_t \times C(t-1) + i_t \times \widetilde{C}_t, \\ f_t = \sigma(W_f[h_{t-1}, x_t] + b_f) & i_t = \sigma(W_i[h_{t-1}, x_t] + b_i) \\ o_t = \sigma(W_o[h_{t-1}, x_t] + b_o), \end{cases} \quad (1)$$

где C_{t-1} – предыдущее состояние ячейки, σ – функция активации, W – весовая матрица, b – смещение.

Таблица 1

Модель с UniLSTM

Слой	Тип	Параметры	Форма выхода слоя
Conv2D	TimeDistributed	128	(None, 28, 28, 32)
MaxPooling2D	TimeDistributed	–	(None, 14, 14, 32)
Flatten	TimeDistributed	–	(None, 6272)
LSTM	–	256	(None, 64)
Dense	–	2	(None, 2)

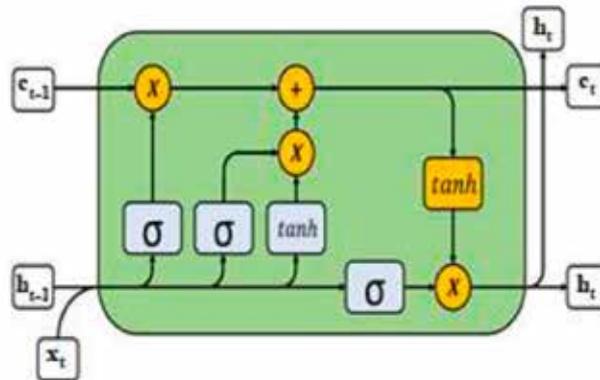


Рис. 1. Компоненты ячейки LSTM

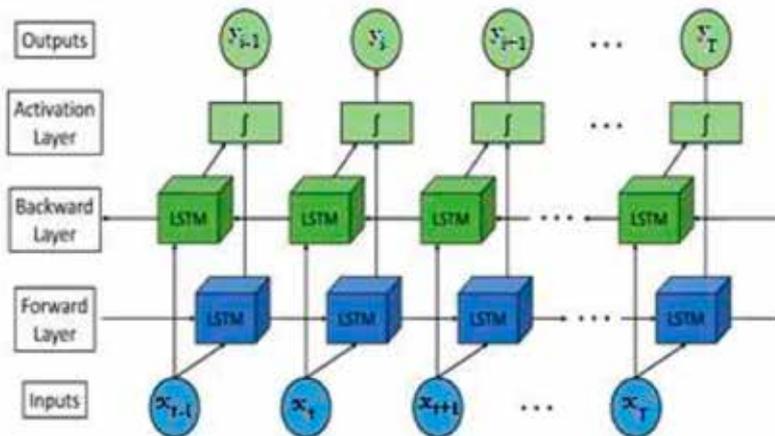


Рис. 2. Архитектура двунаправленной сети LSTM

Модель LRCN с однонаправленным LSTM (UniLSTM)

LRCN+LSTM – это модифицированная версия LRCN, которая включает в себя LSTM ячейки для улучшения способности

модели к запоминанию длинных последовательностей. Модель однонаправленной рекуррентной нейронной сети представляет собой архитектуру, которая использует одну рекуррентную нейронную сеть, работающую

щую в одном направлении. Для реализации модели однонаправленной рекуррентной нейронной сети используется API Keras. Каждый слой LSTM имеет 256 единиц, что соответствует размеру скрытого слоя и обрабатывает последовательные данные и генерирует 64-мерный результат. Этот результат затем классифицируется по одной из двух категорий с помощью плотного слоя (табл. 1).

Для обработки последовательных данных используется слой LSTM, а для сверточного и объединяющего слоев к каждому кадру видеопоследовательности используется оболочка TimeDistributed (рис. 1).

Таким образом, слой (вокруг которого он обернут) может принимать входные данные формы (no_of_frames, width, height, num_of_channels), если изначально входные данные слоя имели форму (width, height, num_of_channels).

Модель LRCN с двунаправленным Bidirectional LSTM (BLSTM)

BLSTM – это модифицированная версия LSTM, которая состоит из двух рекуррентных нейронных сетей, работающих в противоположных направлениях. Модель двунаправленной рекуррентной нейронной сети представляет собой архитектуру, которая сочетает в себе две рекуррентные сети, работающие в противоположных направлениях. Каждый двунаправленный слой LSTM имеет по 512 единиц, что соответствует размеру скрытого слоя. Каждый двунаправленный слой LSTM обрабатывает последовательные данные и генерирует 64-мерный результат, которые объединяются, чтобы получить 128-мерный вектор. Сам вектор затем классифицируется по одной из двух категорий с помощью плотного слоя (табл. 2). Используемый термин «глазок» основан на идее о том, что состояние ячейки «подматривает» за выходными данными ячейки, чтобы принимать решения о том, что делать с информацией. Это позволяет LSTM лучше фиксировать долгосрочные зависи-

мости в данных. Для вычисления выходных данных блока LRCN используется следующая формула:

$$h_t = A(x_t \times W_x h + h_{(t-1)} \times W_h h + b_h), \quad (2)$$

где A – функция активации, W – весовая матрица, b – смещение.

Скрытое состояние в момент времени t задается комбинацией H_t , выходной сигнал в любом заданном скрытом состоянии Y_t . Для обучения использовались два типа сетей долгой краткосрочной памяти. При реализации двунаправленной сети долгой краткосрочной памяти BLSTM поверх стандартного UniLSTM, был использован следующий подход: сначала идет прямой переход, где обработка входной последовательности идет стандартным способом, используя однонаправленный LSTM (формула (1)). Это дает представление о скрытом состоянии на каждом временном шаге. Далее обратный переход, обработка последовательности ввода пройдет в обратном порядке, начиная с последнего временного шага и возвращаясь к первому временному шагу, используя ту же архитектуру LSTM, что и при прямой технологии, но с обратной последовательностью ввода. Объединение скрытых состояний, полученных при прямом и обратном проходах, дает новое скрытое состояние, которое отражает как прошлый, так и будущий контекст.

На рис. 2 показана архитектура двунаправленной сети LSTM с (T) этапами [9]. Например, для момента (t) прямой слой использует данные момента (t-1) для генерации данных момента (t+1). Из уравнений (2) и (3) можно видеть, что в обратном слое данные момента (t+1) используются для генерации данных момента (t-1). Необходимо добавить, что оба процесса используют один и тот же слой активации независимо от направления потока информации. Далее можно описать работу двунаправленной рекуррентной нейронной сети.

Таблица 2

Модель с двунаправленной сетью LSTM

Слой	Тип	Параметры	Форма выхода слоя
Conv2D	TimeDistributed	128	(None, 28, 28, 32)
MaxPooling2D	TimeDistributed	–	(None, 14, 14, 32)
Flatten	TimeDistributed	–	(None, 6272)
Bidirectional LSTM	–	512	(None, 64)
Bidirectional LSTM	–	512	(None, 64)
Dense	–	2	(None, 2)

В сеть сначала вводится последовательность точек данных, каждая из которых представлена в виде вектора с одинаковой размерностью (рис. 1). При этом используется оболочка Bidirectional для создания двунаправленного LSTM-слоя с общими весами [10]. Аргумент merge_mode определяет способ объединения прямых и обратных выходных данных в режиме конкатенации (рис. 2). Модель Bidirectional LSTM способна учитывать как предшествующий, так и последующий контекст в последовательных данных, данная задача оформлена в формуле (3). Это особенно полезно для таких задач, как языковое моделирование и видеоанализ. В процессе работы состояние ячейки «подсматривает» за выходными данными, что позволяет принимать более обоснованные решения о том, как обрабатывать поступающую информацию. Это позволяет сети лучше фиксировать долгосрочные зависимости в данных [11].

Для вычисления выходных данных блока LRCN используется следующая формула:

$$\begin{cases} H_t = \sigma(X_t \times W_{XH} + H_{t-1} + b_H), \\ H_t = \sigma(X_t \times W_{XH} + H_{t-1} \times W_{HH} + b_H), \end{cases} \quad (3)$$

где H_t – выходной сигнал на шаге t , X_t – входной на шаге t , W_{XH} – весовая матрица для входных сигналов, W_{HH} – весовая матрица для выходных, b_H – смещение, σ – активационная функция.

Результаты исследования и их обсуждение

В данном исследовании был проведен анализ производительности двух типов моделей долговременной кратковременной памяти: UniLSTM и BLSTM. Обе модели были обучены на наборе данных с видеороликами, содержащими насильственные и ненасильственные действия, с целью определения того, какая модель более эффективна при распознавании моделей и особенностей, связанных с насилием [12]. В процессе реализации проекта возникли проблемы при создании пользовательского набора данных, включая сложность переобучения и ограниченные вычислительные ресурсы, однако, несмотря на эти препятствия, в результате экспериментов с различными архитектурами, скоростью обучения, размерами пакетов и другими параметрами была определена оптимальная комбинация слоев и настроек. Обучение и тестирование проводились в течение 50 и 100 эпох соответственно. Производительность моделей оценивалась на основе нескольких показателей, включая потери, точность, потери при валидации и достоверность валидации.

Результаты показали, что BLSTM превосходит стандартную LSTM по точности и скорости обработки. Обучение как BLSTM, так и UniLSTM показало, что обе модели достигли высокой точности и низкого уровня потерь после 50 и 100 периодов. Однако BLSTM неизменно демонстрировала более высокую точность и меньшие потери по сравнению с однонаправленной моделью. После 50 эпох ее точность составила 0,85, а потери 0,3376, в то время как UniLSTM зафиксировала точность 0,845 и потерю 0,3207. Хотя разница в точности была минимальной, двунаправленная модель продемонстрировала более низкий уровень потерь. По прошествии 100 эпох точность обеих моделей улучшилась: Двунаправленная модель достигла 0,905, а однонаправленная – 0,889. BLSTM также продемонстрировала значительное снижение потерь, составив 0,3007 по сравнению с 0,3218 для однонаправленной модели. В итоге BLSTM превзошел UniLSTM как по точности, так и по потерям в обеих схемах.

Для оценки эффективности моделей были использованы показатели точности, позволяющие получить представление об их способности распознавать данные и прогнозировать результаты. Сравнительный анализ эффективности различных моделей обучения для выявления насилия и ненасилия в видеоклипах показал, что двунаправленная модель, обученная более 50 эпохам, продемонстрировала более высокую точность и полноту распознавания для обеих категорий по сравнению с однонаправленной.

Когда продолжительность обучения была увеличена до 100 периодов, двунаправленная модель продолжала демонстрировать улучшенную производительность. Для ненасильственных событий точность и полнота BLSTM сохранялись на уровне 0,89 и 0,77 соответственно, в то время как для UniLSTM точность снизилась до 0,67, а полнота – до 0,45. Напротив, для случаев насилия точность двунаправленной модели составила 0,90, а полнота – 0,91, что представляет собой значительное повышение по сравнению с точностью однонаправленной модели, равной 0,80 для случаев насильственного поведения (табл. 3). Графики, полученные в результате исследования, дают ценную информацию о производительности моделей LRCN+LSTM при распознавании насильственных и ненасильственных действий в видеоклипах (рис. 3). Далее, анализ матрицы ошибок показывает, что обе модели LSTM демонстрируют неплохие результаты в классификации насилия и ненасилия при увеличении количества эпох.

Таблица 3

Отчет о классификации для сетей LRCN+LSTM

	Однонаправленное LSTM			Двунаправленное LSTM			
	точность (precision)	отзыв	f1-score	точность (precision)	отзыв	f1-score	Поддержка
epochs = 50							
Ненасилие	0,75	0,92	0,85	0,84	0,90	0,84	198
Насилие	0,94	0,71	0,81	0,89	0,81	0,83	202
Точность (accuracy)			0,83			0,84	400
avg*	0,76	0,95	0,85	0,86	0,86	0,85	400
wevg**	0,94	0,71	0,81	0,86	0,85	0,85	400
epochs = 100							
Ненасилие	0,96	0,67	0,79	0,90	0,89	0,89	198
Насилие	0,75	0,97	0,84	0,89	0,90	0,90	202
Точность (accuracy)			0,82			0,90	400
avg*	0,85	0,82	0,82	0,90	0,89	0,89	400
wevg**	0,85	0,82	0,82	0,90	0,90	0,89	400

Примечание. * avg – среднее значение метрики для каждого класса; ** wevg – метрика, которая учитывает веса классов при расчете среднего значения метрики.

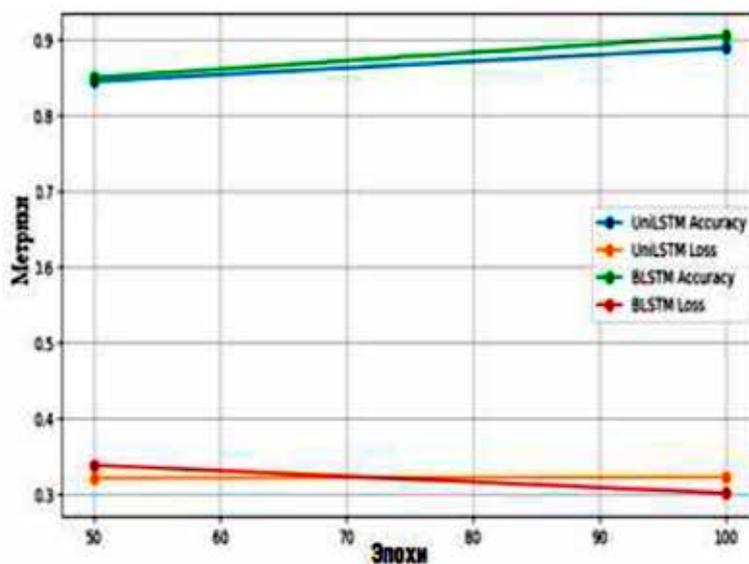


Рис. 3. Производительность моделей для разных параметров эпох

Таблица 4

Матрица ошибок для 50 эпох

	Ненасилие	Насилие
UniLSTM		
Ненасилие	172	26
Насилие	51	149
BLSTM		
Ненасилие	178	22
Насилие	36	164
	Ненасилие	Насилие

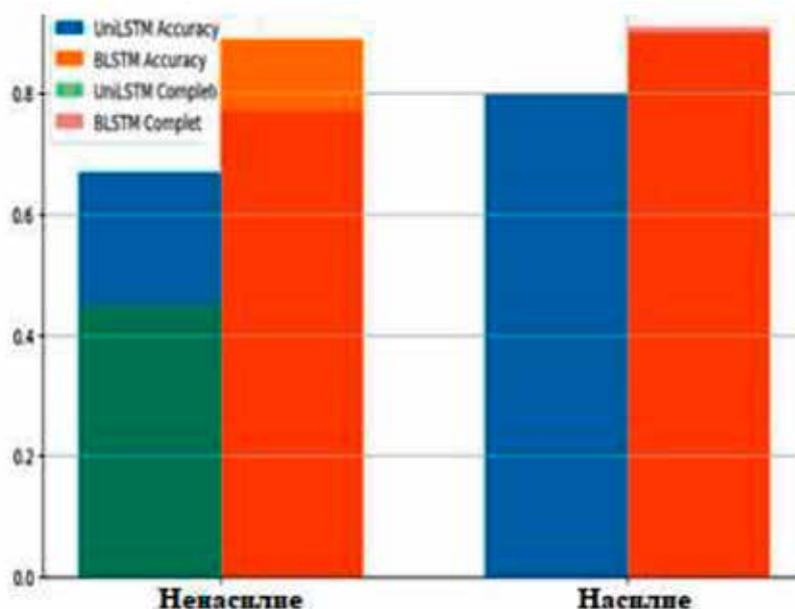


Рис. 4. Точность и полнота информации о насильственных и ненасильственных событиях

Таблица 5

Матрица ошибок для 100 эпох

	Ненасилие	Насилие
UniLSTM		
Ненасилие	188	10
Насилие	58	144
BLSTM		
Ненасилие	186	12
Насилие	40	162
	Ненасилие	Насилие

Однако BLSTM демонстрирует лучшие результаты в определенных сценариях (рис. 4). На 50 эпохах она показывает (табл. 4) лучшие результаты в распознавании насилия (82,0% против 74,3% для UniLSTM) и ненасилия (90,8% против 87,4% для UniLSTM). Кроме того, на 100 эпохах BLSTM также демонстрирует лучшие результаты в распознавании насилия (88,3%) и ненасилия (96,4%). В целом двунаправленная модель демонстрирует преимущества в распознавании насилия и ненасилия, особенно на 100 эпохах (табл. 5).

Это может быть связано с тем преимуществом, что может использовать информацию из обоих направлений последовательности, что позволяет ему лучше понимать контекст и распознавать насилие. В исследовании сравниваются две модели для LRCN + LSTM: UniLSTM и BLSTM, которые используются для распознавания на-

силия и ненасилия в видеороликах. BLSTM демонстрирует лучшие результаты по точности и скорости обработки по сравнению с UniLSTM. После 50 эпох двунаправленная модель показывает точность 0,85 и потери 0,3376, в то время как однонаправленная модель показывает точность 0,845 и потери 0,3207. После 100 эпох сеть BLSTM увеличила точность до 0,905 и, соответственно, уменьшила потери до 0,3007. На 50 эпохах двунаправленная модель показывает лучшие результаты в распознавании насилия (82,0% против 74,3% для UniLSTM) и ненасилия (90,8% против 87,4% для UniLSTM). На 100 эпохах BLSTM также демонстрирует лучшие результаты в распознавании насилия (88,3%) и ненасилия (96,4%).

Обе модели демонстрируют достаточную способность распознавать ненасильственные действия, но у BLSTM немного выше точность и меньше ошибок классификации. Итоги работы подтверждают, что двунаправленная модель является более эффективной моделью для распознавания насилия и ненасилия в видеофрагментах, чем однонаправленная, это важно для разработки систем распознавания признаков насилия, которые могут быть использованы в различных приложениях, таких как мониторинг видео и анализ поведения.

Заключение

Несмотря на растущую доступность крупномасштабных наборов данных для общих задач компьютерного зрения, аннотированные наборы данных для моделей рас-

познавания насилия по-прежнему мало представлены. Согласно отчету *International Journal of Computer Vision*, только 10% общедоступных наборов данных для задач компьютерного зрения специально ориентированы на распознавание насилия и многие из этих наборов данных невелики и необъективны.

Проведенное исследование показало, что двунаправленная модель долговременной кратковременной памяти (BLSTM) является более эффективной моделью для распознавания насилия и ненасилия в видеофрагментах, чем однонаправленная модель (UniLSTM). Результаты экспериментов показали, что BLSTM демонстрирует лучшие результаты в распознавании насилия (88%) и ненасилия (96%). Эти результаты имеют значения для разработки систем распознавания признаков насилия, которые могут быть использованы в различных приложениях, таких как мониторинг видео и анализ поведения. Кроме того, результаты исследования могут быть использованы для улучшения существующих систем распознавания насилия и ненасилия. Несмотря на это, результаты данного исследования демонстрируют потенциал моделей LSTM для распознавания насилия в видеороликах, надо учесть, что оценка модели на основе небольшого набора данных может привести к переобучению, подбору и неадекватной оценке модели, что, в свою очередь, может вызвать неадекватную оценку точности модели и ее способности справиться с новыми данными.

Список литературы

1. Tan H.H., Lim K.H. Vanishing Gradient Mitigation with Deep Learning Neural Network Optimization // 7th International Conference on Smart Computing & Communications (ICSCC). Sarawak, Malaysia. 2019. P. 1–4. DOI: 10.1109/ICSCC.2019.8843652.
2. Zitnick S., Lawrence C., Dollar P. Edge Boxes. Locating Object Proposals from Edges // *Computer Vision-ECCV 2014*. Springer International Publishing. 2014. P. 391–405. DOI: 10.1007/978-3-319-10602-1_26.
3. 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. DOI: 10.48550/arXiv.1506.01497.
4. Goryaev V.M., Basangova E.O. et al. Forecasting steppe fires using remote sensing data of time series // *IOP Conference Series: MSE*. 2021. Vol. 1047, Is. 1. P. 12092–12098. DOI: 10.1088/1757-899X/1047/1/012092.
5. He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep Residual Learning for Image Recognition // *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*. Las Vegas NV USA. 2016. P. 770–778. DOI: 10.1109/CVPR.2016.90.
6. Hochreiter S., Schmidhuber J. Long short-term memory // *Neural Computation*. 1997. Vol. 9, Is. 8. P. 1735–1780. DOI: 10.1162/neco.1997.9.8.1735.
7. 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 (1). P. 050037–050043. DOI: 10.1063/5.0125057.
8. Graves A., Schmidhuber J. Framewise phoneme classification with bidirectional LSTM and other neural network architectures // *Neural networks*. 2005. Vol. 18, Is. 5–6. P. 602–610. DOI: 10.1016/j.neunet.2005.06.042.
9. Guan Y. Abnormal behavior recognition using 3D-CNN combined with LSTM // *Multimedia Tools and Applications*. 2021. Vol. 80, Is. 8. P. 18787–18801. DOI: 10.1007/s11042-021-10667-9.
10. Ling Z.-H., Kang S.-Y., Zen H. Deep learning for acoustic modeling in parametric speech generation: A systematic review of existing techniques and future trends // *IEEE Signal Processing Magazine*. 2015. Vol. 32, Is. 3. P. 35–52. DOI: 10.1109/MSP.2014.2359987.
11. Kim Ji., Kim Ja., Le T., Kim H. Long Short-Term Memory Recurrent Neural Network Classifier for Intrusion Detection // *International Conference on Platform Technology and (PlatCon)*, Jeju Korea. 2016. Is. 2. P. 1–5. DOI: 10.1109/PlatCon.2016.7456805.
12. Мацаков Б.В., Горяев В.М. Распознавание признаков насилия с помощью сетей долгой краткосрочной памяти LSTM // *Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2024690113* Российская Федерация. № 2024688048: заявл. 15.11.2024; опублик. 12.12.2024 / заявитель и правообладатель В.М. Горяев. 1 с.

УДК 004.023
DOI 10.17513/snt.40240

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ НА ПРИМЕРЕ УЧАСТНИКОВ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО И (ИЛИ) ОТРАСЛЕВОГО ЛИДЕРСТВА ПРОГРАММЫ «ПРИОРИТЕТ-2030»

Гусева А.И., Калашник В.М., Каминский В.И., Киреев С.В.

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва,
e-mail: AIGuseva@mephi.ru, VMKalashnik@mephi.ru, VIKaminskij@mephi.ru, SVKireyev@mephi.ru*

Данная статья посвящена разработке нового подхода к управлению в организационных системах на примере групп участников направления территориального и (или) отраслевого лидерства программы «Приоритет-2030» (далее – территориально-отраслевое направление и программа «Приоритет-2030» / Программа соответственно) на основе ретроспективной, текущей и экспертной информации. Суть предложений заключается в том, что в отличие от используемого в настоящее время подхода, при котором оценивается отдельно каждый университет (на основе итоговой оценки по показателям и по докладу ректора о реализации программы развития университета), исследуются результаты деятельности трех групп университетов по методу «смещенного идеала». Анализируется деятельность университетов в предыдущие годы (начиная с 2020 года – до начала реализации «Программы-2030»). Для анализа используются значения показателей специальной части за 2020–2022 годы (данные Центра социологических исследований – оператора Программы). Установлено, что в процессе реализации Программы составы групп подвержены значительным изменениям: так, первоначальные составы Группы 1 и Группы 2 (2021 год) изменились по итогам заседания Совета по поддержке программ развития университетов (далее – Совет) в 2023 году на 50%, а Группы 3 – почти на 40%. С одной стороны, это хорошо, поскольку усиливает конкуренцию между участниками Программы, но, с другой стороны, свидетельствует о нестабильности позиций университетов в Программе, что отрицательно сказывается на реализации их программ развития. Именно для повышения эффективности принимаемых управленческих решений, связанных с распределением по группам участников Программы и соответственно финансовых средств, предлагается использовать комплексный подход, учитывающий как деятельность отдельных университетов, так и групп в целом. Данный подход может быть использован для принятия управленческих решений при трансформации программы «Приоритет-2030» в 2025 году.

Ключевые слова: программа «Приоритет-2030», территориальное и (или) отраслевое лидерство, метод «смещенного идеала», показатели эффективности университетов

DEVELOPMENT OF NEW APPROACHES TO MANAGEMENT IN ORGANIZATIONAL SYSTEMS USING THE EXAMPLE OF PARTICIPANTS OF TERRITORIAL AND (OR) INDUSTRIAL LEADERSHIP DIRECTION OF THE PRIORITY 2030 PROGRAM

Guseva A.I., Kalashnik V.M., Kaminsky V.I., Kireev S.V.

*National Research Nuclear University MEPHI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow,
e-mail: AIGuseva@mephi.ru, VMKalashnik@mephi.ru, VIKaminskij@mephi.ru, SVKireyev@mephi.ru*

This article is devoted to the development of a new approach to management in organizational systems, using the example of participants in the territorial and/or industrial leadership direction of the Priority 2030 Program (hereinafter referred to as the territorial-industrial direction and the Priority 2030 Program, or the Program). The essence of the proposed method is that, unlike the currently used approach, in which each university is assessed separately (based on the final assessment of indicators and the rector's report on the implementation of the university development program), the results of the activities of three groups of universities are examined using the Displaced Ideal Method. The activities of universities in previous years are analyzed (starting from 2020 until the start of the implementation of the Priority 2030 Program). The analysis uses the values of the special part indicators for 2020–2022, based on data from the Federal State Autonomous Scientific Institution 'Sociocenter', the Program operator. It has been established that during the implementation of the Program, the composition of the groups is subject to significant changes. Thus, the initial compositions of Group 1 and Group 2 (2021) changed by 50% following the meeting of the Council for the Support of University Development Programs (hereinafter referred to as the Council) in 2023, while Group 3 changed by almost 40%. On the one hand, this is positive, since it increases competition among the participants of the Program; however, on the other hand, it indicates the instability of universities' positions within the Program, which has negatively impacts the implementation of their development programs. It is precisely to increase the effectiveness of management decisions regarding the distribution of Program participants among groups and, consequently, financial resources, that an integrated approach is proposed. This approach considers both the activities of individual universities and the groups as a whole. This approach can be used to make management decisions during the transformation of the Priority 2030 program in 2025.

Keywords: Priority 2030 program, Leadership in the region and/or industry, Displaced Ideal Method, university, performance indicators

Введение

Стратегическая инициатива развития высшего образования в России в последние годы – программа «Приоритет-2030» – реализуется с 2021 года. В целом, все поставленные ключевые цели Программы университетами достигаются, в частности в части обеспечения кадрами технологического суверенитета Российской Федерации. Однако, как показывает проведенный анализ, состав групп территориально-отраслевого направления в период 2021–2023 годов существенно поменялся. Так, в конце 2023 года Советом программы «Приоритет-2030» были подведены итоги работы участников Программы за 2022 год. В результате принятых решений почти половина университетов ухудшили свои позиции. Отметим, что с начала реализации Программы общее количество участников направления сократилось с 31 до 27. Такие значительные изменения, на первый взгляд, свидетельствуют о высокой конкуренции между участниками программы «Приоритет-2030», что, в целом, можно рассматривать как положительный эффект управления Программой. Однако такое значительное изменение состава групп участников за достаточно короткий период 2021–2023 годов – от 40% до 50% – не способствует устойчивому развитию университетов, поскольку затрудняет реализацию средне- и долгосрочных стратегических проектов программы развития университетов из-за заметной разницы объема грантов, получаемых участниками разных групп.

Во многом это обусловлено действующим регламентом принятия управленческих решений по оценке деятельности участников, который кратко можно описать следующим образом.

1-й этап. Совет Программы проводит интегральную оценку деятельности университетов (участников данного направления и кандидатов) на основе количественных показателей (50% общей оценки) и доклада руководства университета (50% общей оценки).

2-й этап. Все вузы ранжируются в соответствии с полученными баллами.

3-й этап. Совет принимает решение о количестве участников, которые попадут в Группы 1, 2 и 3, и о распределении средств по Группам.

Следует отметить, что значительная ротация состава групп лидеров за короткий период не свойственна международной практике, в том числе не подтверждается опытом рейтингов университетов. Рейтинги являются одним из важных индикаторов успеха университетов в конкурентной научно-образовательной среде, которые исполь-

зуются в качестве индикаторов во многих зарубежных программах академического превосходства и программах развития университетов. Анализ динамики позиций университетов – лидеров в ведущих глобальных рейтингах: QS, THE, ARWU, Московский международный рейтинг вузов «Три миссии университета» (MosIUR) – показал, что изменения в составе групп университетов в ТОП-10 в рассматриваемый период (с 2021 по 2023 годы) в данных рейтингах практически отсутствуют (THE – <https://www.timeshighereducation.com>, QS – <https://www.topuniversities.com>, ARWU – <https://www.shanghairanking.com>; MosIUR – <https://mosiur.org>). Например, в рейтинге ARWU состав университетов в ТОП-10 за этот период полностью сохранился, а в рейтингах THE, QS и MosIUR состав изменился только на 1 университет. Такую стабильность состава университетов-лидеров можно объяснить тем, что, как правило, показатели их деятельности заметно превышают показатели других групп университетов, и тем, что для трансформации университетов требуется заметное время, отнюдь не один год.

Как показывает международный опыт, в последние несколько десятилетий многие государства: Китай [1], Германия, Франция, Япония, Дания, Южная Корея, Испания и иные – реализуют программы развития университетов (Academic excellence initiatives), направленные на повышение их конкурентоспособности за счет предоставления дополнительных значительных финансовых средств. Например, во Франции с 2010 года реализуется амбициозная программа реформ, направленная на значительное улучшение показателей французского высшего образования на мировом рынке знаний и образования, в том числе за счет интеграции университетов и научно-исследовательских центров и предприятий. В целях реализации этой инициативы было выделено 10 миллиардов евро на финансирование нескольких групп университетов и научно-исследовательских организаций. Реализация программы показала, что не все университеты смогли успешно выполнить взятые на себя в рамках данной программы обязательства. Это обстоятельство привело к необходимости внесения изменений в управление программой. В частности, было принято решение, что проекты успешных участников будут финансироваться «на постоянной основе» через специальный фонд, управляемый государством вне регулярного государственного бюджета [2].

Несмотря на социальные, политические, экономические, страновые различия,

реализация подобных программ, как правило, включает в себя не только международный бенчмаркинг, финансирование, но и реформы управления как на государственном уровне, так и на уровне самих университетов. В работе [3] исследуются вопросы, связанные с эффективностью управления и реализацией программы академического превосходства в Германии, в том числе вопросы, связанные с конкурсным распределением дополнительных государственных средств. Один из наиболее влиятельных в мире экспертов в области высшего образования Джамиль Салми, анализируя опыт реализации программ академического превосходства и иных программ развития в разных странах, в работе [4] отмечает, что одной из ключевых проблем, препятствующих достижению поставленных программных целей, является недостаточная трансформация в управлении образовательной системой как на уровне государства, так и в управлении университетов-участников.

Успех или неудача того или иного университета – участника программы «Приоритет-2030» не только являются значимыми для конкретного университета, но и могут оказывать влияние на развитие отрасли, региона. Поэтому требуются управленческие решения, основанные на новых подходах, которые позволили бы университетам – участникам Программы эффективно обеспечить достижение Национальных целей развития России до 2030 года и на перспективу до 2036 года и их устойчивое развитие.

Именно решению этой актуальной задачи посвящена настоящая статья, направленная на разработку новых подходов к управлению в организационных системах на примере участников направления территориального и (или) отраслевого лидерства программы «Приоритет-2030». Управляющее воздействие в данном случае принимается на основе ретроспективной, текущей и экспертной информации.

Особое внимание в программе «Приоритет-2030» уделено вопросам, связанным с подготовкой квалифицированных кадров для современной экономики России. Неслучайно почти половина всех показателей Программы, оценивающих эффективность работы университетов, связана в той или иной степени с подготовкой кадров. Особую актуальность эта задача приобретает в современных геополитических условиях, при которых существенно возрастает необходимость обеспечения квалифицированными кадрами технологического суверенитета Российской Федерации [5].

В работе [6] рассматриваются кадровые вызовы инновационного и промышленного

развития России, в том числе дефицит высококвалифицированных кадров в ключевых отраслях экономики, дисбаланс спроса и предложения на региональных рынках труда и др.

Для участников территориально-отраслевого направления чрезвычайно важной и новой, по сути, задачей является не только подготовка квалифицированных кадров, в том числе обладающих цифровыми компетенциями, но и преобразование университетов в центры регионального и инновационно-промышленного развития [7–9]. Решение этой задачи позволит участникам направления внести существенный вклад в развитие и своего региона, и страны. Так, работа [7] посвящена систематизации форм взаимодействия университетов и отраслей, ориентированных на изобретения и на инновации. Подробно рассматриваются модели, ориентированные как на трансфер технологий, осуществляемый в разных формах, так и на трансфер знаний. Кроме того, ряд моделей предполагают организационные изменения университетов – в их составе создаются офисы по передаче технологий, инкубаторы и элементы инфраструктуры, которые поддерживают взаимодействие между исследователями, компаниями и студентами. В работе [8] рассматриваются барьеры на пути передачи знаний от университетов промышленности и способы их преодоления, изучаются вопросы реагирования университетов на местные потребности региона.

В работе [9] анализируется экономический рост регионов, при этом в качестве драйверов выступают предпринимательские университеты. Авторы рассматривают условия, способствующие повышению региональной конкурентоспособности. Среди них – наличие квалифицированных кадров университета, развитой системы взаимодействия между компаниями в регионе, финансирование НИОКР и др. Авторы отмечают, что для достижения успеха недостаточно выполнения любого из этих условий, а требуется их одновременная реализация.

Практически во всех указанных выше работах университеты рассматриваются как ключевые центры подготовки и переподготовки высококвалифицированных кадров по приоритетным направлениям проектов технологического суверенитета и проектов структурной адаптации экономики Российской Федерации.

Целью исследования является разработка новых подходов к управлению в организационных системах на примере участников направления территориального и (или) отраслевого лидерства программы «Приоритет-2030» на основе анализа показателей эффективности их деятельности.

Материалы и методы исследования

В настоящей статье для исследований использовались показатели деятельности университетов (данные Центра социологических исследований – оператора программы «Приоритет-2030»).

Анализировались значения показателей специальной части гранта Программы как для исследуемых групп университетов за 2021–2022 годы, так и для каждого университета – участника группы (текущая информация). Эти результаты сравнивались с данными за 2020 год, предшествующий началу реализации Программы (ретроспективная информация).

Система показателей программы «Приоритет-2030» включает три группы: показатели результата, показатели эффективности базовой и специальной частей [10–12]. Наибольшее влияние на позиции университета в территориально-отраслевом направлении по итогам 2022 года оказывали показатели только специальной части Программы.

Ниже представлены показатели специальной части для анализируемого направления (полное наименование показателей представлено в приказе Минобрнауки РФ от 31.05.2021 г. № 432):

- P1(c2). Количество публикаций в Web of Science на 1 НПП;
- P2(c2). Количество публикаций в Scopus на 1 НПП;
- P3(c2). Финансовые поступления от дополнительного профессионального образования (ДПО) и профессионального образования (ПО), нормированные на 1 НПП;
- P4(c2). Финансовые поступления по НИОКР, нормированные на 1 НПП;
- P5(c2). Численность студентов, обучающихся по целевым договорам, нормированная на общую численность студентов;
- P6(c2). Доля обучающихся из других субъектов России;
- P7(c2). Доля иностранных обучающихся;
- P8(c2). Финансовые поступления по инновационной деятельности, нормированные на 1 НПП.

Отметим, что показатели P1(c2) и P2(c2) носят информационный характер и не учитывались при оценке деятельности университетов.

Сравнение эффективности участия университетов в программе «Приоритет-2030» осуществлялось методом «смещенного идеала» [10–12].

Шаг 1. Определение медианных значений в группе по каждому показателю специальной части

Медианой является такое значение показателя, которое приходится на середину ранжированного ряда чисел. Если количе-

ство ранжированных чисел n нечетно (как для всех трех групп университетов), то медианой является число Y_m , порядковый номер которого m в ранжированном ряду вычисляется как:

$$m = \left[\frac{n}{2} \right] + 1. \quad (1)$$

На этом шаге было вычислено Y_{med} для каждой из трех групп университетов по каждому показателю специальной части.

Шаг 2. Вычисление нормализованного «смещения» по каждому показателю для каждого университета

Нормализованное смещение S_j для j -го университета рассчитывалось по формуле:

$$S_j = (Y_j - Y_{med}) / Y_{max}, \quad (2)$$

где Y_j – значение показателя для j -го университета, а Y_{max} – максимальная величина данного показателя в соответствующей группе университетов. Положительный знак «смещения» указывает на эффективное выполнение показателя, отрицательный – на неэффективное.

При агрегации за «идеал» было взято не медианное значение показателя, а максимальное в соответствующей группе. Состав групп университетов соответствует отчетному году.

Шаг 3. Определение нормализованного «смещения» относительно максимального значения показателя

На этом шаге определялись нормализованные «смещения» по показателям для каждого университета, при этом за «идеал» принято максимальное значение показателя в соответствующей группе университетов по формуле:

$$Z_i^{norm} = \frac{Z_i^{max} - Z_i}{Z_i^{max}}, \quad (3)$$

где Z_i – ненормализованное значение i -го показателя;

Z_i^{max} – максимальное значение показателя в данной группе университетов.

Шаг 4. Вычисление суммарного значения агрегированного показателя по всем видам деятельности

Определение суммарного значения агрегированного показателя, соответствующего всем видам деятельности, осуществлялось как нахождение среднего геометрического между смещениями:

$$X_j = \frac{1}{6} \sqrt[6]{\sum_{i=1}^6 (Z_i^j)^2}, \quad (4)$$

где j – номер университета;

Z_i^j – нормализованное значение i -го показателя для j -го университета.

Таблица 1

Медианные значения показателей

№ группы	Показатели					
	P3(с2) тыс. руб.	P4(с2) тыс. руб.	P5(с2) чел.	P6(с2) %	P7(с2) %	P8(с2) тыс. руб.
Медианные значения						
Группа 1	187,97	556,54	7,30	53,00	14,00	12,72
Группа 2	151,88	395,42	7,30	52,20	10,50	10,90
Группа 3	106,60	379,68	3,85	36,55	4,70	1,77

При таком способе агрегации наилучшими результатами деятельности обладает тот университет в своей группе, который имеет наименьшее смещение от «идеальной» точки.

В таблице 1 представлены медианные значения показателей для каждой группы университетов.

На основе метода «смещенного идеала» проводится анализ достигнутых участниками значений показателей специальной части Программы – как для исследуемых групп университетов за 2021–2022 годы, так и для каждого университета – участника группы (текущая информация). Эти результаты сравниваются с данными за 2020 год, предшествующий началу Программы (ретроспективная информация). Далее проводится анализ изменений состава групп в процессе реализации Программы и устанавливаются причины, которые привели к улучшению либо ухудшению позиций университетов в группах исследуемого направления.

Результаты исследования и их обсуждение

В настоящей работе исследовалась деятельность трех групп университетов тер-

риториально-отраслевого направления, которые были сформированы в результате предыдущего (2022 года) заседания Совета. Ниже представлены составы групп в соответствии с итоговым баллом:

- Группа 1. СамГМУ Минздрава, ТУ-СУР, БФУ им. И. Канта, ПИМУ Минздрава, МГИМО, КФУ и МАИ;

- Группа 2. РУТ (МИИТ), СибГМУ Минздрава, БГМУ Минздрава, ТюмГУ, НИУ МГСУ, УГНТУ, НИУ «БелГУ», СПбГЭТУ «ЛЭТИ», ДВФУ, ИРНИТУ, СПбГМТУ, УУНиТ и Московский Политех;

- Группа 3. Самарский университет, РАН-ХиГС, РХТУ им. Д.И. Менделеева, Новосибирский ГТУ, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, НГТУ им. Р.Е. Алексева, КФУ им. Вернадского, СФУ, Ставропольский ГАУ, Кубанский ГАУ и СевГУ.

На рисунке 1 приведены соотношения медианных значений показателей специальной части для трех групп университетов за 2022 год, без учета Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (данные академии отсутствуют в открытом доступе). Можно видеть, что значения медиан Группы 1 и Группы 2 различаются между собой несущественно.

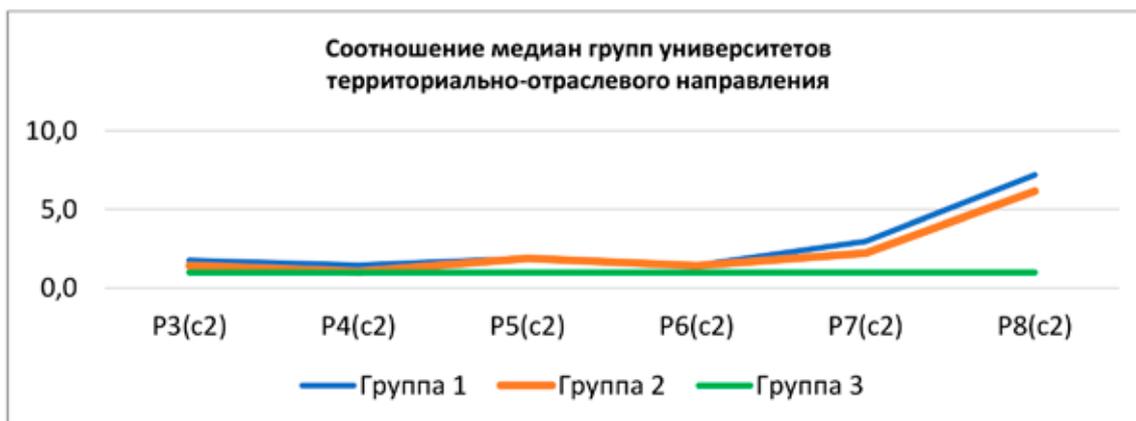


Рис. 1. Соотношение медианных значений показателей специальной части для 3 групп университетов за 2022 год

Проведенный анализ фактических значений объема доходов от РИД всех университетов – участников направления показывает, что независимо от того, в какой группе находится университет, большинству участников необходимо существенно повысить эффективность инновационной деятельности, в том числе в части коммерциализации научных разработок.

Из представленных на рисунке 1 результатов можно сделать вывод о том, что университеты из Группы 3 в целом заметно уступают по большинству показателей специальной части Программы участникам из Группы 1 и Группы 2, что указывает на сильную корреляцию между значениями достигнутых показателей и позицией университетов в территориально-отраслевом направлении.

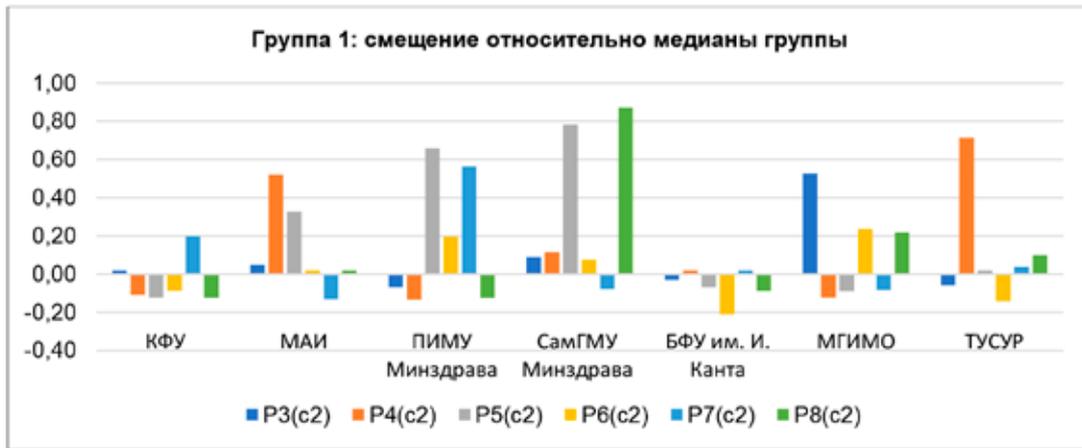
Полученные расчетные данные за 2022 год представлены на рисунках 2а, 2б, 2в, при этом за оптимальный показатель принималось медианное значение показателя. Увеличение смещения в положительную сторону указывает на лучший результат, достигнутый университетом, уменьшение – на недостаточную работу университета по конкретному направлению. В Группе 1 (рис. 2а) наилучшие результаты показали только четыре университета: СамГМУ Минздрава, МАИ, ТУСУР и ПИМУ Минздрава, для которых значения половины или большей части показателей лежат выше медианы группы (рис. 2а). При этом СамГМУ Минздрава, ПИМУ Минздрава и МАИ достигли высоких результатов в организации целевого обучения. Так, значения показателя Р5(с2) у них составили 33,8%, 29,6% и 18,4% соответственно. Это может свидетельствовать о развитых контактах университетов с территориальными и отраслевыми организациями. МАИ и ТУСУР имеют хорошие показатели по объему средств от исследований и разработок на 1 НПП (показатель Р4(с2)) – 1952,3 тыс. руб. и 1576,9 тыс. руб. соответственно. СамГМУ Минздрава показывает успехи в реализации результатов интеллектуальной деятельности (показатель Р8(с2)), объем доходов от РИД на 1 НПП у этого университета наибольший для Группы 2 – 100,2 тыс. руб. Низкие значения по показателям в Группе 1 имеют БФУ им. И. Канта, КФУ и МГИМО. Очевидно, эти результаты были приняты во внимание Советом при вынесении решения о переводе МГИМО из Группы 1 в Группу 2. Среди участников Группы 2 (рис. 2б) следует выделить РУТ (МИИТ), БМГУ Минздрава, СПбГМТУ, СибГМУ Минздрава, у которых большинство значений показателей выше медианного уровня. Неслучайно Советом в 2023 году было принято решение о переводе СибГМУ Минздрава из Группы 2 в Груп-

пу 1. В коммерциализации РИД (показатель Р8(с2)) наилучших результатов достигли БМГУ Минздрава и РУТ (МИИТ), при этом для БМГУ Минздрава это значение является наилучшим среди университетов всего территориально-отраслевого направления и составило 109,9 тыс. руб. СПбГМТУ является лидером среди университетов всего территориально-отраслевого направления по показателю, связанному с НИОКР (показатель Р4(с2)), – 4989,8 тыс. руб. Наихудшие результаты по большинству показателей в Группе 2 оказались у Московского Политеха, УУНиТ, ДВФУ, ТюмГУ, НИУ МГСУ, УГНТУ, что, безусловно, оказало влияние на решение Совета о переводе пяти из этих университетов из Группы 2 в Группу 3, при этом ТюмГУ сохранил свою группу.

Результаты расчета показателей для участников Группы 3 представлены на рисунке 2в. Из него следует, что только у одного университета (Новосибирского ГТУ) все показатели оказались выше медианного уровня данной группы. РАНХиГС уверенно наращивает свою финансовую устойчивость благодаря росту объема доходов от реализации программ ДПО и ПО.

На рисунке 2 значение показателя Р3(с2) по сравнению с 2021 годом увеличилось почти на 30% и составило 5891 тыс. руб., что является наилучшим значением среди университетов всего территориально-отраслевого направления. Можно отметить успехи НГТУ им. Р.Е. Алексеева по доле обучающихся по договорам о целевом обучении (показатель Р5(с2)), которая составила 14%, что явилось наилучшим результатом среди участников данной группы. Значения показателей у других университетов группы в целом оказались достаточно низкими и либо несущественно превышали медианный уровень анализируемой группы, либо были ниже него. Во многом именно невысокие результаты по показателям определили наибольшую ротацию в данной группе. Так, из 11 университетов – участников Группы 3 решением Совета семь университетов были вынуждены покинуть территориально-отраслевое направление: СевГУ, СФУ, Самарский университет, КФУ им. Вернадского, Кубанский ГАУ, РХТУ им. Д.И. Менделеева, Ставропольский ГАУ.

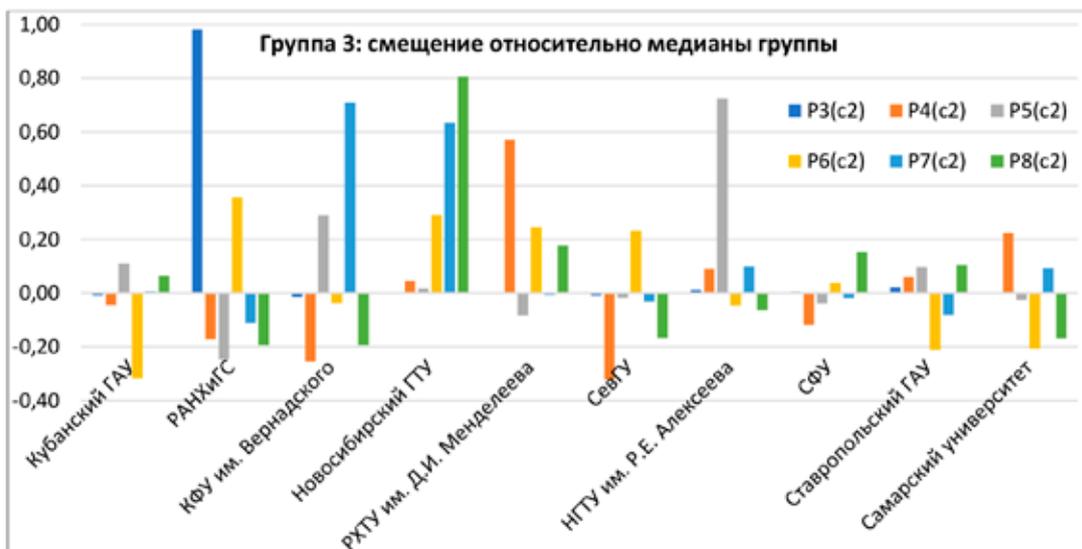
Как уже отмечалось выше, по итогам заседания Совета в 2023 году произошла заметная ротация участников территориально-отраслевого направления с начала реализации программы «Приоритет-2030». В связи с этим важно проанализировать показатели университетов, которые изменили свои группы в территориально-отраслевом направлении (ухудшили или улучшили), относительно университетов новых для них групп.



а. Результаты деятельности университетов Группы 1

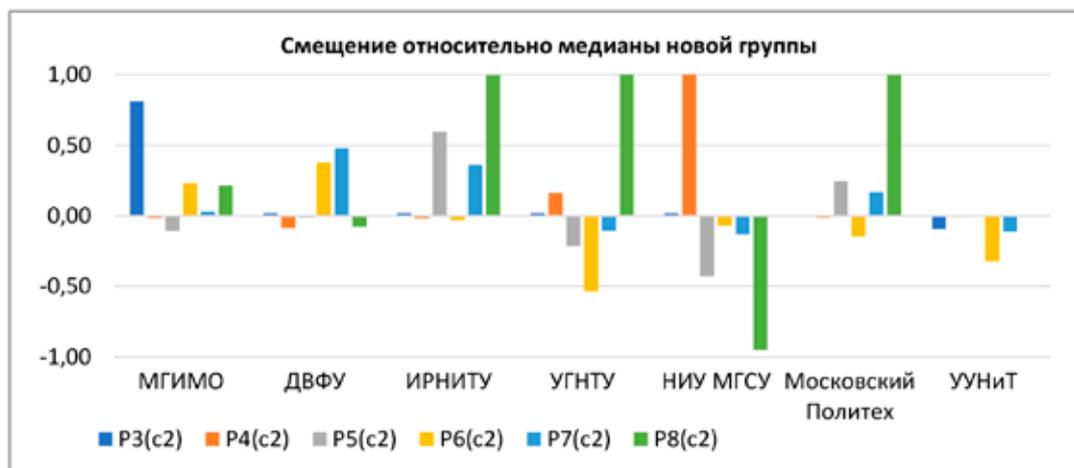


б. Результаты деятельности университетов Группы 2

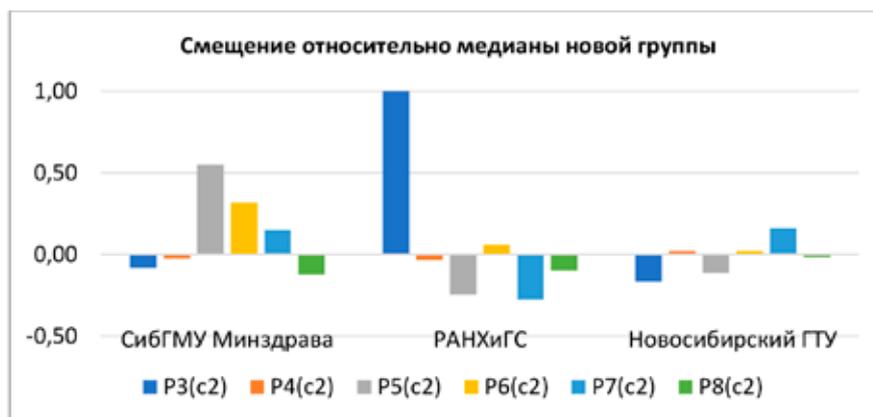


в. Результаты деятельности университетов Группы 3

Рис. 2. Результаты деятельности групп университетов, определенные по методу «смещенного идеала» (показатели специальной части)



а. Результаты расчета показателей деятельности университетов, ухудшивших свои группы



б. Результаты расчета показателей деятельности университетов, улучшивших свои группы

Рис. 3. Результаты расчета показателей деятельности университетов, определенные по методу «смещенного идеала» (показатели специальной части)

На рисунке 3а представлены результаты такого анализа для университетов, которые ухудшили свои позиции в территориально-отраслевом направлении. Так, МГИМО переведен из Группы 1 в Группу 2, ДВФУ, ИРНТУ, УГНТУ, НИУ МГСУ, УУНиТ и Московский Политех покинули Группу 2, перейдя в Группу 3. Анализ показывает, что даже в новых группах не все из перечисленных университетов чувствуют себя уверенно – у всех этих участников ряд показателей находится ниже значений медиан новых групп, в том числе у НИУ МГСУ, УГНТУ и УУНиТ.

Три университета заняли более высокие позиции по итогам деятельности в 2022 году. Показатели их деятельности приведены на рисунке 3б. Так, СибГМУ Минздрава перешел в Группу 1 из Группы 2, Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова

совершила рывок в Группу 1 из Группы 3, а РАНХиГС и Новосибирский ГТУ вошли в Группу 2 из Группы 3. Можно видеть, что СибГМУ Минздрава, в целом, показывает хорошие результаты, кроме показателей по объему доходов от ДПО и ПО (показатель P3(c2)) и объему средств от НИОКР (P4(c2)). РАНХиГС и Новосибирскому ГТУ необходимо усилить работу по целому ряду направлений, чтобы чувствовать себя наравне с другими университетами Группы 2.

Представляется важным исследовать развитие успешных университетов – участников территориально-отраслевого направления, которые в течение трех последних лет смогли сохранить свои первоначальные группы либо улучшить их, с точки зрения показателей эффективности Программы. Так, БФУ им. И. Канта и ТУСУР по итогам заседания Совета в 2022 году были переве-

дены из Группы 2 в Группу 1 и в 2023 году сохранили свои позиции. СибГМУ Минздрава прошел путь из Группы 3 в Группу 2 (2022 год), а затем из Группы 2 в Группу 1 (2023 год).

На рисунке 4 представлены результаты расчета агрегированных показателей специальной части P3(c2), P4(c2) и P8(c2) для этих университетов с использованием метода «смещенного идеала». За «идеал» в случае агрегации выбирается не медианное, а максимальное значение соответствующего показателя, поэтому, чем меньше смещение, тем лучше. Практически у всех университетов, кроме НГТУ им. Р.Е. Алексеева, сохранивших свои позиции в группах, видна явная тенденция к уменьшению смещения, что свидетельствует о стабильном улучшении показателей их деятельности в период 2020–2022 годов.

В университетах, улучшивших свои позиции, расчет производился относительно новых групп, куда переходили эти университеты. Видно, что, несмотря на то, что толь-

ко БФУ им. И. Канта независимо от группы улучшает показатели своей деятельности с 2020 по 2022 годы, агрегированные значения его показателей уступают показателям СибГМУ Минздрава и ТУСУР. В отношении этих трех университетов можно сделать вывод о том, что им предстоит приложить заметные усилия, чтобы соответствовать уровню Группы 1.

Рекомендации

Проведенный анализ результатов деятельности групп университетов территориально-отраслевого направления программы «Приоритет-2030», исследования международной практики реализации программ развития высшего образования, опыт ранжирования лучших университетов мира в глобальных международных рейтингах QS, THE, ARWU и иных, а также мнение экспертного академического сообщества, в частности ведущего эксперта мирового уровня Джамиль Салми, позволили предложить новый подход к управлению Программой.



а) Агрегированные показатели университетов, улучшивших позиции в группах



б) Агрегированные показатели университетов, сохранивших позиции в группах

Рис. 4. Агрегированные результаты деятельности университетов, определенные по методу «смещенного идеала», за 2020–2022 годы

Предлагаемый подход направлен на снижение рисков среднесрочного уровня для эффективного управления как программами развития университетов, так и самой Программой.

Основным отличием подхода от действующего является то, что после ранжирования университетов в соответствии с полученными баллами (так же, как это делается в соответствии с действующей методикой оценки университетов), при принятии окончательного решения Советом о составе групп направления используются ограничения на ротацию университетов в группах. Предлагается в Группе 1 ограничить изменение состава группы не более чем на 1 университет в год, в Группе 2 – не более чем на 2 университета, а для Группы 3 ограничений не вводить. Использование такого дифференцированного подхода к изменению состава групп позволит лидирующим группам университетов (Группа 1 и Группа 2) более эффективно выполнять взятые на себя обязательства благодаря более предсказуемому финансированию в среднесрочной перспективе, а университетам с более низкими показателями, которые в настоящее время являются кандидатами на участие в территориально-отраслевом направлении, на равных конкурировать с участниками Группы 3, учитывая, что показатели эффективности для этих университетов достаточно близки между собой и при этом заметно уступают показателям группы лидеров.

Заключение

В настоящее время обсуждается внесение изменений в формат реализации программы «Приоритет-2030» начиная с 2025 года. Одним из рассматриваемых вариантов является отмена распределения университетов по существующим направлениям: базовая часть, исследовательское лидерство, территориальное и (или) отраслевое лидерство. На конкурсной основе будет сформировано одно общее направление с количеством участников ~100 вузов с распределением по трем группам. В группу лидеров ориентировочно войдут 20 вузов, во вторую и третью – по 40 вузов. При этом планируется, как и в действующем формате Программы, формирование ежегодного отчета вузов, по результатам которого предусмотрена их ротация. Предложенный в работе новый подход к управлению в организационных системах на примере групп участников направления территориального и (или) отраслевого лидерства программы «Приоритет-2030» на основе ретроспективной, текущей и экспертной информации может быть использован для более эффек-

тивной реализации программ развития университетов-лидеров при сохранении конкурентной среды Программы.

Список литературы

1. Cao Y., Yang R. World-class university construction and higher education governance reform in China // *The Governance and Management of Universities in Asia*. 2019. URL: <https://www.taylorfrancis.com/books/edit/10.4324/9780429427831/governance-management-universities-asia-chang-da-wan-molly-lee-hoe-yeong-loke> (дата обращения: 12.10.2024). DOI: 10.4324/9780429427831.
2. Lepestre P. France's Quest for Excellence in Higher Education Towards a New French Revolution? // *Journal of the European Higher Education Area*. 2018. № 1. P. 79-94. URL: https://www.academia.edu/79503110/France_s_Quest_for_Excellence_in_Higher_Education_Towards_a_New_French_Revolution (дата обращения: 12.10.2024).
3. Civera A., Lehmann E. E., Paleari S., Stockinger S.A. Higher education policy: Why hope for quality when rewarding quantity? // *Research Policy*. 2020. Vol. 49, № 8. P. 1-13. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004873332030161X?via%3Dihub> (дата обращения: 12.10.2024). DOI: 10.1016/j.respol.2020.104083.
4. Salmi J., Altbach P.G., Yudkevich M. The Transformative Impact of Academic Excellence Initiatives // *International Higher Education*. 2023. Vol. 115. P. 7-9. URL: <https://direct.mit.edu/books/oa-edited-volume/5700/chapter-standard/4416941/The-Transformative-Impact-of-Academic-Excellence> (дата обращения: 12.10.2024). DOI: 10.7551/mitpress/14601.003.0014.
5. Трофимов В.В., Трофимова Л.А. Особенности формирования ИТ-знаний при подготовке специалистов для экономики данных // *Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета*. 2024. № 1 (145). С. 153-158. URL: <https://unecon.ru/wp-content/uploads/2024/02/izvestiya-spbgeu-1-2024.pdf> (дата обращения: 12.10.2024).
6. Симченко Н. А., Анисимова Н. Ю. Стратегирование непрерывной профессиональной подготовки кадров в цифровой экономике // *Вестник Северо-Кавказского федерального университета*. 2022. № 1 (88). С. 125-134. DOI: 10.37493/2307-907X.2023.5.14.
7. De Wit-de Vries E., Dolfsma W.A., van der Windt H.J., Gerkema M.P. Knowledge transfer in university-industry research partnerships: A review // *The Journal of Technology Transfer*. 2019. Vol. 44. № 4. P. 1236-1255. DOI: 10.1007/s10961-018-9660-x.
8. Klofsten M., Fayolle A., Guerrero M., Mian S., Urbano D., Wright M. The Entrepreneurial University as Driver for Economic Growth and Social Change – Key Strategic Challenges // *Technological Forecasting and Social Change*. 2019. Vol. 141. P. 149-158. DOI: 10.1016/j.techfore.2018.12.004.
9. Garcia-Alvarez-Coque J-M., Mas-Verdú F., Roig-Tierno N. Life below Excellence: Exploring the Links between Top-Ranked Universities and Regional Competitiveness // *Studies in Higher Education*. 2021. Vol. 46, Is. 2. P. 369-384. DOI: 10.1080/03075079.2019.1637843.
10. Гусева А.И., Калашник В.М., Каминский В.И., Киреев С.В. Анализ деятельности групп университетов трека «Территориальное и отраслевое лидерство» программы «Приоритет-2030» // *Высшее образование в России*. 2022. Т. 31, № 4. С. 9-28. DOI: 10.31992/0869-3617-2022-31-4-9-28.
11. Гусева А.И., Калашник В.М., Каминский В.И., Киреев С.В. Первые успехи и неудачи университетов-участников трека «Территориальное и отраслевое лидерство» программы «Приоритет-2030» // *Высшее образование в России*. 2023. Т. 32, № 7. С. 48-66. DOI: 10.31992/0869-3617-2023-32-7-48-66.
12. Гусева А.И., Калашник В.М., Каминский В.И., Киреев С.В. Анализ показателей эффективности университетов-участников исследовательского трека программы «Приоритет-2030» // *Высшее образование в России*. 2024. Т. 33, № 3. С. 49-63. DOI: 10.31992/0869-3617-2024-33-3-49-63.

УДК 517.3: 519.722:622.276.43
DOI 10.17513/snt.40241

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ЗАВОДНЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЕМКОСТНО-РЕЗИСТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА

¹Кашеев С.Е., ¹⁻³Тырсин А.Н.

¹ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)», Челябинск, e-mail: KascheevStas@yandex.ru;

²ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: at2001@yandex.ru;

³Научно-инженерный центр «Надежность и ресурс больших систем и машин»
Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, e-mail: at2001@yandex.ru

Особенностями «зрелых» систем заводнения являются высокая обводненность продукции, снижение темпов нефтедобычи. Актуальность повышения эффективности таких систем заводнения обусловлена необходимостью увеличения нефтеотдачи, снижения материальных затрат и повышения рентабельности добывающих скважин. Одним из подходов для повышения эффективности систем заводнения нефтяных месторождений может выступать использование результатов анализа прокси-моделей семейства емкостно-резистивных моделей. Данные модели представляют собой математические модели материального баланса, на основании которых можно вырабатывать рекомендации по регулированию системы заводнения. Целью данной статьи является повышение эффективности зрелых систем заводнения на основе имеющихся результатов емкостно-резистивной модели материального баланса, модели оценивания маски и идентификации скважин путем перераспределения объема закачиваемой воды. В работе представлены два метода, ориентированных на увеличение нефтеотдачи при сохранении постоянного объема закачиваемой воды в периоде наблюдений. Каждый из методов имеет свои особенности. Особенностью первого метода является последовательное решение задач максимизации суммы дебитов в периоде наблюдений. Во втором методе оценивается целесообразность ввода в эксплуатацию дополнительных нагнетательных скважин в районах высокой нефтеотдачи, как способ более рационального использования объема приемистостей. В исследовании описаны алгоритмы вышеуказанных методов. На основе применения алгоритмов выполнены вычислительные эксперименты на модельных примерах. Данные методы продемонстрировали возможности для снижения уровня обводненности продукции и снижения затрат для прогнозирования нефтедобычи.

Ключевые слова: модель материального баланса, система заводнения, маска взаимовлияния, прогноз, емкостно-резистивная модель, нефтеотдача

IMPROVING THE EFFICIENCY OF WATER FLOODING SYSTEMS OPERATION BASED ON CAPACITIVE-RESISTIVE MATERIAL BALANCE MODELS

¹Kascheev S.E., ¹⁻³Tyrsin A.N.

¹South-Ural State University (National Research University), Chelyabinsk,
e-mail: KascheevStas@yandex.ru;

²Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,
Yekaterinburg, e-mail: at2001@yandex.ru;

³Scientific-Engineering Center Reliability and Life of Large Systems and Machines
of the Ural Branch of the Russian Academy of Science, Yekaterinburg,
e-mail: at2001@yandex.ru

The defining characteristics of “mature” water flooding system are the high-water content of the products and a reduction in the rate of oil production. The necessity for enhancing the efficacy of such flooding systems is driven by the imperative to augment oil recovery, curtail costs and augment the profitability of producing wells. One potential avenue for enhancing the efficacy of oil field flooding systems is the utilization of the insights derived from the analysis of proxy models of the family of capacitance-resistive models. These models are mathematical models of material balance, which can be employed to develop recommendations for the regulation of the flooding system. The goal of this article is to enhance the efficacy of mature water flooding system by redistributing the volume of injected water in accordance with the results of a capacitance-resistive material balance model, the mask assessment model and well identification. The paper presents two methods aimed at increasing oil production while maintaining a constant amount of injected water during the observation period. Each method has distinctive characteristics. The first method focuses on maximizing the amount of oil produced during the observation period, whereas the second method assesses the feasibility of installing supplementary injection wells in regions with high oil production potential to make better use of available resources. The study elucidates the algorithms employed in each method. Presents the results of computational experiments conducted on a model example. The findings indicate potential for reducing waterlogging and reducing costs associated with oil production prediction.

Keywords: material balance model, water flooding system, mask of interference, predict, capacitance-resistive models, oil recovery

Введение

В последние годы наблюдается тенденция перехода большинства разрабатываемых нефтяных месторождений на завершающую стадию разработки. Для таких систем характерно увеличение уровня обводненности продукции порядка 60–70% и выше [1]. При этом дебиты скважин по нефти становятся малорентабельными, а закачка неэффективной [2]. Одновременно наблюдается усложнение самих объектов добычи нефти и газа, а также технологий их разработки. Это требует совершенствования систем проектирования и управления разработкой нефтяных месторождений, позволяющих осуществлять выбор наиболее приемлемых технологий извлечения запасов углеводородов в заданных природных и экономических условиях.

При решении задач прогнозирования и проектирования разработки нефтяных месторождений одним из важнейших этапов является процесс рационального размещения эксплуатационных скважин в пласте [3]. Это можно достичь за счет оптимального управления режимами работы добывающих и нагнетательных скважин, обеспечивающими наиболее полное вовлечение в разработку низкопроницаемых зон и более полную выработку запасов в целом [2]. Такое управление включает в себя такие задачи, как: 1) найти оптимальное размещение нагнетательных скважин при заданном расположении добывающих скважин; 2) определить добывающие скважины из эксплуатационного фонда, которые целесообразно перевести в фонд нагнетательных скважин;

3) изменение или перераспределение преимуществ нагнетательных скважин [4, 5]. Вторую задачу можно обобщить и рассматривать вопрос включения в систему заводнения новых нагнетательных скважин, например путем бурения в районах высокой нефтедобычи.

Наиболее распространенный подход к управлению разработкой месторождений основан на трехмерном гидродинамическом моделировании [6–8]. Однако этот подход имеет ряд недостатков: широкий набор кондиционных результатов лабораторных исследований, скважинных и промысловых данных, огромные неопределенности моделей из-за отсутствия знаний о строении межскважинного пространства, проявление масштабных эффектов при переносе керновых данных на ячейки гидродинамической модели, необходимость многократного численного решения описывающих пластовые процессы систем дифференциальных уравнений в частных производных, обеспечивающих высокую точность решения [5, 9]. Поэтому необходимы альтернативные подходы, основанные на менее ресурсоемких математических моделях пласта. Одним из них является использование емкостно-резистивных аналитических моделей (CRM, Capacitance Resistive Model), описывающих динамический материальный баланс в виде временного ряда [1].

В статье рассматривается CRM-модель в варианте CRMP с $L > 1$ добывающих и $M > 1$ нагнетательных скважин. Для каждой добывающей скважины в k -й момент времени дебит жидкости описывается как [10]

$$q_l(k) = q_l(k-1)e^{-1/\tau_l} + (1 - e^{-1/\tau_l}) \sum_{j=1}^M f_{jl} I_j(k) + \varepsilon(k), \quad (1)$$

где $\tau_l > 0$ – постоянная времени (определяет скорость распространения возмущений в пласте), $f_{jl} \geq 0$ – коэффициент взаимовлияния нагнетательной скважины I_j и добывающей скважины P_l , $\varepsilon(k)$ – присутствующие в реальных данных случайные погрешности, k – номер периода (месяца), $l = 1, \dots, L$, $j = 1, \dots, M$, $k = 1, \dots, N$.

В (1) сделано допущение о постоянстве забойного давления.

Повышение эффективности «зрелых» систем заводнения на нефтяных месторождениях требует решения задач мониторинга, прогнозирования добычи нефти, а также планирования и оптимизации объемов закачки воды. Для этого необходимо, используя данные о приемистости нагнетательных и дебите добывающих скважин, определить коэффициенты взаимовлияния

и постоянные времени. На основе полученных параметров можно рассчитать оптимальное перераспределение закачиваемой воды. Наличие большого числа скважин, невыпуклый характер функциональной зависимости и наличие ряда ограничений на допустимую область значений приводит к неединственности решения и трудоемкости его нахождения [1].

В [10] предложен новый подход для CRM-моделирования, основанный на определении маски взаимовлияния. Под маской взаимовлияния понимается множество нагнетательных скважин, влияющих на формирование дебита, и соответствующие значения коэффициентов взаимовлияния f_{jl} между нагнетательными и добывающими скважинами [10]. Данный подход позволил сократить число определяемых коэффици-

ентов взаимовлияния, тем самым снизив размерность задачи оптимизации. В [11] предложенный подход был усовершенствован путем уменьшения объема обучающей выборки данных и расширения анализируемой системы с нескольких десятков до сотен скважин.

Цель исследования – повышение эффективности эксплуатации «зрелых» систем заводнения на основе емкостно-резистивных моделей материального баланса.

Материалы и методы исследования

Одной из сложностей при оценке параметров CRM-модели является большое количество добывающих и нагнетательных скважин, которое на практике может достигать сотен и даже тысяч. Это приводит к значительному увеличению числа возможных пар взаимовлияния, что, в свою очередь, создает вычислительную неустойчивость. На самом деле, на дебит каждой добывающей скважины $P_j, j = 1, \dots, L$, влияют не все нагнетательные скважины, а лишь некоторая их часть. Определение и использование такого множества переменных поможет избежать снижения точности оценок коэффициентов взаимовлияния [10].

В [11] авторы рассматривали задачу оценивания CRM-модели в 3 этапа: 1) формирование предварительной маски взаимовлияния; 2) уточнение маски взаимовлияния и формирование начального приближения для CRM-модели; 3) определение параметров CRM-модели для всей системы заводнения. Авторами установлено, что применение маски взаимовлияния позволило снизить размерность задачи оптимизации и повысить точность CRM-моделирования. Предложенные алгоритмы определения параметров CRM-модели для всей системы заводнения продемонстрировали устойчивость к случайным ошибкам и обеспечили достаточно точные прогнозы.

Установленные в ходе оценивания CRM-модели коэффициенты взаимовлияния скважин, постоянные времени, а также исходные данные о приемистостях нагнетательных скважин и дебите добывающих скважин используются в задаче перераспределения закачиваемой воды. Оценка значений приемистости для каждого наблюдения производилась на основе оцененных параметров CRM-модели, значениях приемистостей и дебитов с помощью максимизации суммы дебитов с ограничениями на значения приемистостей:

$$\sum_{i=1}^L q_i^*(k) \rightarrow \max, \forall k \geq 2, \tag{2}$$

$$q_i^*(k) = (a_i q_i^*(k-1) + (1-a_i) \sum_{j \in I(i)} f_{j(i),i} I_j(k)), \tag{3}$$

$$\sum_{j \in I(i)} I_j(k) \leq \sum_{j \in I(i)} I_j(k-1), \tag{4}$$

$$bound_{low} < I_j(k) < bound_{upper}, \quad bound_{low} \geq 0, \quad l = 1, \dots, L; j = 1, \dots, M. \tag{5}$$

Для оценки значений приемистостей в периоде прогноза для T наблюдений последовательно вычисляются T задач (2)–(5). Также установлен предел для значения суммарного объема приемистостей в периоде прогноза. Решения оптимизационной задачи (2)–(5) могут быть получены методами:

- 1) метод «highs-ds» [12] – реализация симплекс-метода из библиотеки SciPy;
- 2) алгоритм ветвей и отсечений (COIN-OR Branch and Cut) – метод комбинаторной оптимизации для решения целочисленных линейных программ из библиотеки PULP [13];
- 3) решатель «GLPK» (GNU Linear Programming Kit) из библиотеки CVXOPT [14];
- 4) метод перемещения асимптот (MMA) из библиотеки NLOPT [15].

На модельных данных предложенные алгоритмы показывают одинаковые результаты уменьшения обводненности на ~10%, однако метод «highs-ds» работает в 7,2 ÷ 10 раз быстрее.

Рассмотрим модельный пример системы заводнения нефтяного месторождения с тремя вариантами постепенного увеличения количества скважин определенного типа при неизменном общем объеме приемистостей. Так, в первом варианте увеличивается количество нагнетательных скважин. Во втором варианте увеличивалось количество добывающих скважин. В третьем варианте происходит одновременное увеличение количества нагнетательных и добывающих скважин.

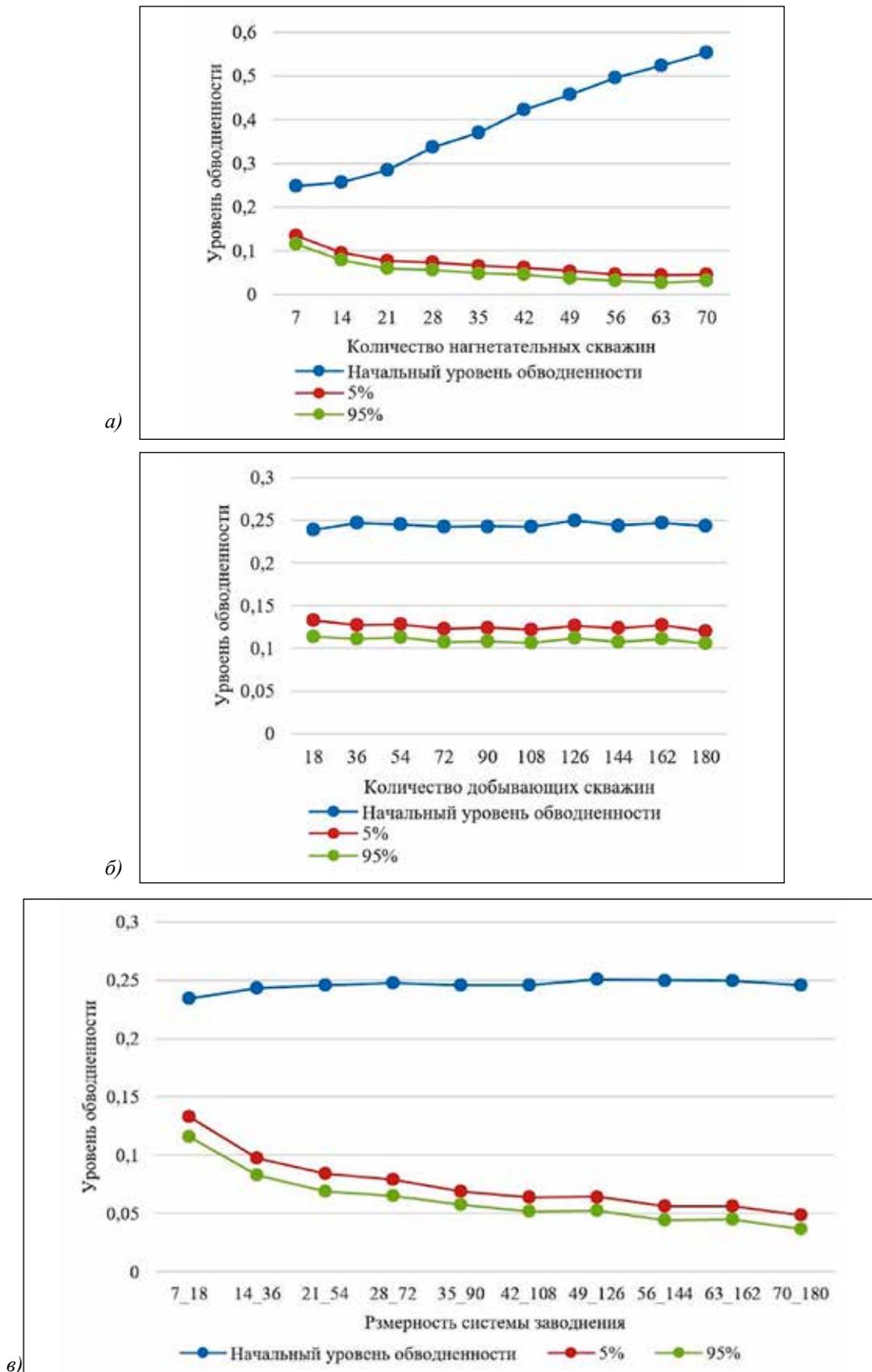


Рис. 1. а) увеличение количества нагнетательных скважин, б) увеличение количества добывающих скважин, в) одновременное увеличение размерности системы заводнения

Начальная размерность системы заводнения: 18 нагнетательных и 7 добывающих скважин. Приемистости нагнетательных скважин – это модель с системы заводнения, для каждой скважины $I_j, j = 1, \dots, M$ имеется по $N = 18$ наблюдений, зафиксированных через равные интервалы времени. Матрица коэффициентов взаимовлияния f_{jl} формировалась случайным образом с учетом нормировки

$$f_{j(l),l} \geq 0, \sum_{l=1}^L f_{jl} \leq 1, j = 1, \dots, M,$$

для каждой добывающей скважины число ненулевых коэффициентов взаимовлияния выбиралось случайным образом от 1 до 6. Постоянные времени τ_l формировались случайным образом в диапазоне от 1 до 6. Дебиты добывающих скважин P_l формировались по формуле (1).

После оценки коэффициентов взаимовлияния, постоянных времени выполнялась оценка приемистостей за 5 наблюдений в периоде наблюдений.

На рисунке 1 представлены различные графики изменения уровня заводненности в зависимости от изменения размерности системы заводнения. Для каждой размерности смоделировано 200 наборов данных. Суммарное объем приемистостей – 15000. На графики вынесено значение начального уровня обводненности продукции ~23%, 5-й и 95-й перцентили после оценки значений приемистостей в периоде наблюдений.

Рис. 1, а–в, демонстрируют уменьшение значения уровня обводненности продукции. Так, на рис. 1, б, показано уменьшение обводненности на ~12%. Однако на рис. 1, а, и 1, в, наблюдается дополнительная тенденция уменьшения уровня обводненности продукции. Общим для этих случаев является увеличение количества нагнетательных скважин.

На основе полученных данных можно сделать вывод о том, что увеличение количества нагнетательных скважин позволяет уменьшить обводненность продукции.

Рассмотрим модельный пример системы, в котором к более рентабельным добывающим скважинам добавим новые нагнетательные скважины. Физически такой процесс представляет собой бурение дополнительных нагнетательных скважин в районах высокой нефтедобычи. Система состоит из 10 нагнетательных скважин и 20 добывающих скважин. Формирование исходных данных идентично формированию данных из первого примера. Так, после выполнения задачи максимизации дебитов в периоде наблюдения (2)–(5) для добывающих скважин, показавших высокие показатели нефтедобычи, добавим в маску коэффициентов взаимовлияния несколько нагнетательных скважин. После чего снова оценим параметры CRM-модели для всей системы заводнения. Затем произведем оценку значений приемистостей в периоде наблюдений при зафиксированном общем объеме приемистостей нагнетательных скважин.

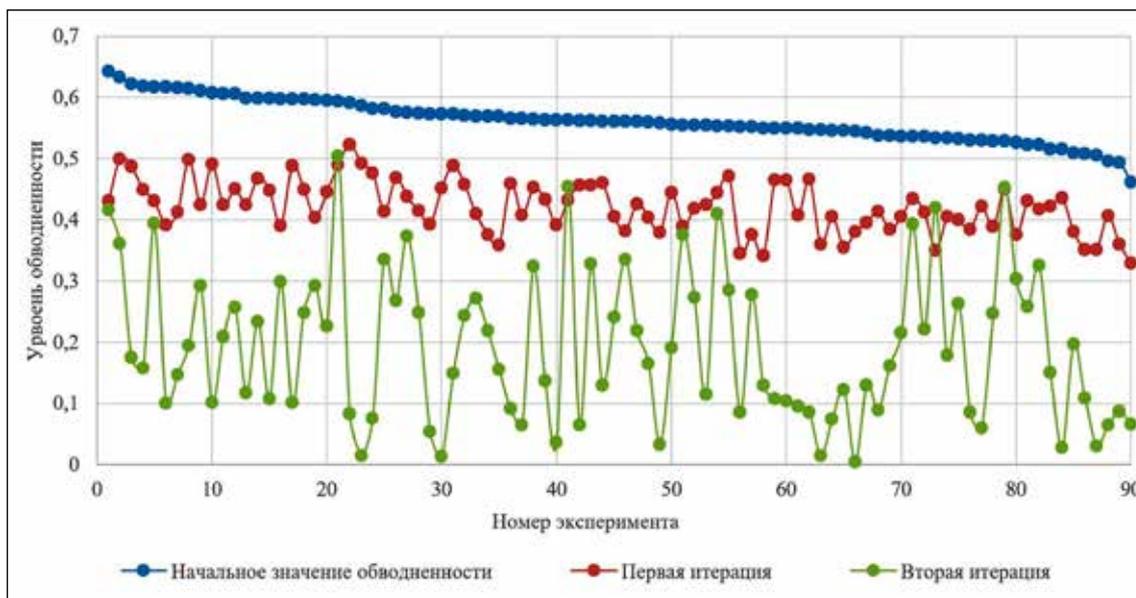


Рис. 2. Результаты вычисления уровня обводненности после добавления нагнетательных скважин в зону повышенной нефтеотдачи

Период наблюдений составил 10 наблюдений. Задано требование, чтобы суммарный объем приемистостей в периоде наблюдений не превышал установленного предела. Приемистости по скважинам подбираются в диапазоне от 0 до 250 м³/наблюдение.

Опишем алгоритм эксперимента:

1) генерация начальных данных приемистостей, дебитов, постоянных времени и коэффициентов взаимовлияния;

2) формирование предварительной маски взаимовлияния;

3) уточнение маски взаимовлияния и формирование начального приближения для CRM-модели;

4) определение параметров CRM-модели для всей системы заводнения;

5) оценивание приемистостей в периоде наблюдений с помощью максимизации суммы дебитов (2)–(5);

6) определение добывающих скважин с высоким уровнем нефтедобычи;

7) добавление в матрицу коэффициентов взаимовлияния из п. 4 коэффициентов нагнетательных скважин, не участвующих раньше в CRM-модели, инициализация предварительных значений приемистостей для новых нагнетательных скважин;

8) повторение п. 4;

9) оценивание приемистостей в периоде наблюдений с помощью максимизации суммы дебитов (2)–(5).

На рис. 2 представлены результаты таких вычислений. Под первой итерацией на рис. 2 подразумевается выполнение п. 1 – п. 5 алгоритма эксперимента, а под второй – п. 6 – п. 9. Уровень обводненности продукции ~56%. После первой итерации значение данного показателя ~42%. После выполнения второй итерации среднее значение обводненности составило 19%.

Заключение

Результаты экспериментов демонстрируют эффективность использования CRM-моделирования при мониторинге «зрелых» систем заводнения. Так, на основе полученных в результате оценки CRM-модели коэффициентов взаимовлияния, постоянных времени, возможно построить не только модель для прогнозирования уровня нефтедобычи, но и модель управления системой заводнения.

Метод оценки значений приемистостей в периоде прогноза позволил снизить уровень обводненности нефти на ~12%. А добавление в маску взаимовлияния новых нагнетательных скважин позволило уменьшить данный показатель на ~37% при том же объеме приемистостей.

В рассмотренных алгоритмах матрица коэффициентов взаимовлияния вычисля-

лась единожды до выполнения оценки приемистостей в периоде наблюдений. Однако после каждого наблюдения фильтрационные свойства пласта меняются, что должно своевременно учитываться в CRM-модели. Дальнейшим улучшением алгоритма является оценка матрицы коэффициентов взаимовлияния после каждого наблюдения.

Полученные алгоритмы после успешной апробации на реальных данных представляется возможным использовать для мониторинга и управления на «зрелых» системах заводнения.

Список литературы

1. Степанов С.В., Бекман А.Д., Ручкин А.А., Поспелова Т.А. Сопровождение разработки нефтяных месторождений с использованием моделей CRM. Тюмень: ИПЦ «Экспресс», 2021. 300 с.

2. Пятибратов П.В., Заммам М. Оптимизация заводнения на основе модели CRM и решения задачи линейного программирования // Научные труды НИПИ Нефтегаз ГНКАР. 2023. № S2. С. 59–67. DOI: 10.5510/10.5510/OGP2023SI200890.

3. Мусин М.М., Липаев А.А., Хисамов Р.С. Разработка нефтяных месторождений: 2-е изд., перераб. и доп. М., Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. 328 с.

4. Ермолаев А.И., Кувичко А.М., Соловьев В.В. Модели формирования фонда нагнетательных скважин на нефтяных залежах // Алгоритмы, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2010. № 6. С. 6–9.

5. Поспелова Т.А., Зеленин Д.В., Жуков М.С., Бекман А.Д., Ручкин А.А. Оптимизация системы заводнения на основе модели CRM // Нефтепромысловое дело. 2020. № 7 (619). С. 5–10. DOI: 10.30713/0207-2351-2020-7(619)-5-10.

6. Zandvliet M.J., Bosgra O.H., Jansen J.D., Van den Hof P.M.J., Kraaijevanger J.F.B.M. Bang-bang control and singular arcs in reservoir flooding // Journal of Petroleum Science and Engineering. 2007. Vol. 58. P. 186–200. DOI: 10.1016/j.petrol.2006.12.008.

7. Taware S., Alhuthali A.H., Sharma M., Datta-Gupta A. Optimal rate control under geologic uncertainty: water flood and EOR processes // Optimization and Engineering. 2016. Vol. 18. P. 63–86. DOI: 10.1007/s11081-016-9345-y.

8. Азиз Х., Сеттари Э. Математическое моделирование пластовых систем: пер. с англ. М., Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. 416 с.

9. Степанов С.В., Тырсин А.Н., Ручкин А.А., Поспелова Т.А. Использование энтропийного моделирования для анализа эффективности системы заводнения // Нефтяное хозяйство. 2020. № 6. С. 62–67.

10. Тырсин А.Н., Степанов С.В., Ручкин А.А., Бекман А.Д. Повышение достоверности моделирования взаимовлияния скважин для анализа эффективности системы заводнения // Математическое моделирование. 2023. Т. 35, № 6. С. 63–80.

11. Тырсин А.Н., Кашеев С.Е. Моделирование взаимовлияния скважин для анализа эффективности систем заводнения на малых выборках данных // Управление большими системами. Вып. 111. 2024. С. 247–265. DOI: 10.25728/ubs.2024.111.10.

12. Huangfu Q., Hall J.A.J. Parallelizing the dual revised simplex method // Mathematical Programming Computation 2018. Vol. 10. P. 119–142. DOI: 10.1007/s12532-017-0130-5.

13. Roy J.S., Mitchell S.A. PuLP [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/coin-or/pulp> (дата обращения: 25.10.2024).

14. Andersen M.S., Dahl J., Vandenberghe L. Python Software for Convex Optimization [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/cvxopt/cvxopt> (дата обращения: 25.10.2024).

15. Johnson S.G. The NLOpt nonlinear-optimization package [Электронный ресурс]. URL: <http://github.com/stevenj/nlopt> (дата обращения: 25.10.2024).

УДК 629.3:621.396.663
DOI 10.17513/snt.40242

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ЭКСКАВАТОРА В ЗАБОЕ ОТНОСИТЕЛЬНО КАРЬЕРНОГО САМОСВАЛА БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ

Кизилов С.А., Никитенко М.С., Худоногов Д.Ю.

*ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии
Сибирского отделения Российской академии наук», Кемерово,
e-mail: sergkizilov@gmail.com, ltd.mseng@gmail.com, admolv@gmail.com*

Целью работы являлась функциональная детализация технических шагов по определению местоположения экскаватора в забое относительно карьерного самосвала без использования спутниковой навигации, обеспечивающая последующую разработку и программную реализацию алгоритмов управления автономным транспортным средством. Объектом исследования являлся технологический процесс подъезда карьерного самосвала под ковш экскаватора в забое для погрузки вскрышных пород. Детализация и формализация задачи выполнена с применением методологии функционального графического моделирования, отображающей структуру и функции технологического процесса. В результате выполненных работ проведен системный анализ процесса определения положения экскаватора в координатной системе забоя, получена схема работы системы определения координат экскаватора в забое и выполнена ее декомпозиция. Показана техническая возможность точного определения координат экскаватора в забое на основе комплексного применения наземного оптического и ультразвукового оборудования. Впервые предложен способ точного позиционирования экскаватора в забое без использования средств спутниковой навигации и выполнен его системный анализ. Представлено описание способа определения местоположения экскаватора в забое при взаимодействии с автоматически управляемыми самосвалами и схема выполнения этапов определения местоположения экскаватора в забое с графическим наложением на схему разработки уступа. Определено место интеграции координатных систем экскаваторного забоя и технологической дороги. В результате чего показана перспективность применения систем позиционирования на основе наземного оборудования.

Ключевые слова: карьерная техника, экскаватор, карьерный самосвал, автономное транспортное средство, система автономного управления движением, спутниковая навигация, технологическая схема обработки уступа, позиционирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения», утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 11.05.2022 г. № 1144-р (Соглашение от 28.09.2022 № 075-15-2022-1199).

DETERMINING EXCAVATOR LOCATION IN THE FACE RELATIVE TO A DUMP TRUCK ISSUE WITHOUT USING SATELLITE NAVIGATION

Kizilov S.A., Nikitenko M.S., Khudonogov D. Yu.

*Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of the Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo,
e-mail: sergkizilov@gmail.com, ltd.mseng@gmail.com, admolv@gmail.com*

The aim of the work was a functional detailing of technical steps for determining the location of an excavator in a face relative to a quarry dump truck without using satellite navigation, ensuring the subsequent development and software implementation of algorithms for controlling an autonomous vehicle. The object of the study was the technological process of a quarry dump truck approaching under an excavator bucket in a face for loading overburden. Detailing and formalization of the problem was performed using the methodology of functional graphical modeling, displaying the structure and functions of the technological process. As a result of the work performed, a system analysis of the process of determining the excavator position in the coordinate system of the face was carried out, a diagram of the operation of the excavator coordinate determination system in the face was obtained and its decomposition was performed. The technical feasibility of precise determination of excavator coordinates in the face based on the integrated use of ground-based optical and ultrasonic equipment is demonstrated. For the first time, a method for precise positioning of an excavator in a face without using satellite navigation tools has been proposed and its system analysis has been performed. A description of the method for determining the location of an excavator in the face when interacting with automatically controlled dump trucks is presented. A diagram of the stages of determining the location of an excavator in the face with a graphical overlay

on the bench development diagram is developed. The location of the integration of the coordinate systems of the excavator face and the technological road is determined. As a result, the prospects for using positioning systems based on ground equipment are shown.

Keywords: mining equipment, excavator, dump truck, autonomous vehicle, autonomous moving control system, satellite navigation, technological scheme of mining the highwall, positioning

The study was carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the comprehensive scientific and technical program of the full innovation cycle "Development and implementation of a set of technologies in the areas of exploration and production of minerals, industrial safety, bioremediation, creation of new deep processing products from coal raw materials while consistently reducing the environmental burden and risks to population life", approved by the Order of the Government of the Russian Federation dated 11.05.2022 No. 1144-r (Agreement dated 28.09.2022 No. 075-15-2022-1199).

Введение

Месторождения полезных ископаемых, пригодные к открытой добыче, характеризуются большим разнообразием горно-геологических условий. При этом самые высокие эксплуатационные расходы и численность рабочих наблюдаются на разрезах, где используются системы разработки с автомобильным транспортом [1, с. 6]. Карьерная техника эксплуатируется практически во всех климатических зонах при температуре от -50 до $+50$ °С, что накладывает высокие требования к физическому здоровью водителей карьерных самосвалов и создает проблемы с привлечением квалифицированных кадров [2].

Главными направлениями совершенствования открытой добычи угля с применением автомобильного транспорта являются применение типовых технологических схем, обеспечивающих оптимальные параметры элементов систем разработки и повышение технико-экономических показателей оборудования [1, с. 6]. Одним из таких направлений является применение автономных транспортных средств – автомобильной техники большой грузоподъемности с автоматической системой управления движением (АСУД) [2, 3].

По данным из открытых источников известно, что к середине 2022 г. в мире эксплуатировалось более тысячи карьерных самосвалов, оснащенных АСУД [3–5]. Те же источники показывают постоянное увеличение количества эксплуатируемых машин оборудованных АСУД, по прогнозам ко второй половине 2026 г. объем рынка подобных транспортных средств превысит 4 млрд долларов, что показывает актуальность разработки АСУД и ее компонентов для карьерного транспорта [5].

Причина роста интереса к автономным карьерным самосвалам – достижение технологией состояния, когда она дает возможность крупным компаниям извлекать прибыль от ее применения [4]. Например, представители компании «Komatsu» деклариру-

ют в открытых источниках, что их система FrontRunner Autonomous Haulage System (AHS) снижает стоимость перевозки груза на 15 %, при этом аварийность на автоматизированных участках падает до нуля [6, 7].

Одним из главных условий для успешной работы участка карьера, использующего самосвалы с АСУД, является точное позиционирование карьерной техники на автоматизированном участке и вне его. Наиболее распространенным решением данной задачи является применение спутниковой навигации, которую используют все производители карьерных самосвалов и АСУД, чаще всего используется система Global Positioning System (GPS), реже – Глобальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС) [8–10]. Современные системы спутникового позиционирования позволяют определять координаты техники с точностью вплоть до 1 см. Но для обеспечения высокой точности позиционирования каждой отдельной машины требуется качественное покрытие карьера беспроводной связью и установка специальных базовых станций системы спутниковой навигации для формирования и постоянной передачи навигационных поправок. Без этого точность позиционирования снижается до 15–20 м [11]. Данный подход имеет как свои достоинства, так и недостатки, главный из которых – зависимость автоматического транспортного участка от стабильной работы системы спутниковой навигации.

Использование систем спутниковой навигации как единственного способа позиционирования техники для управления автоматизированным участком в карьере является основным, но не является самым точным, кроме того, существуют риски прекращения функционирования спутниковой навигации над некоторыми территориями, связанные с преднамеренным искажением сигналов [12, 13]. Немаловажен и имеющийся дефицит качественной элементной базы для производства систем точной спутниковой навигации на территории Российской Федерации в гражданских целях.

Требуется разработать способ, позволяющий инструментально определять координаты текущего положения экскаватора в забое с привязкой координатной системы экскаваторного забоя к координатной системе технологической дороги, по которой перемещаются самосвалы, без использования систем спутниковой навигации.

Ранее на уровне действующих масштабных моделей авторами разработаны и реализованы решения для самосвалов, оснащенных АСУД (далее – самосвал с АСУД), позволяющие определять их координаты на технологической дороге и осуществлять маршрутизацию без применения спутниковой навигации [4, 14]. Одним из направлений для продолжения исследований являлась разработка способа определения местоположения экскаватора в забое без применения средств спутниковой навигации относительно технологической дороги, по которой подъезжает самосвал с АСУД к забою.

Таким образом, **цель работы** заключается в функциональной детализации технических шагов по определению местоположения экскаватора в забое относительно карьерного самосвала с АСУД (но без использования спутниковой навигации), позволяющей обеспечить последующую разработку и программную реализацию алгоритмов управления автономным транспортным средством.

Материалы и методы исследования

Постановку и формализацию задачи определения местоположения экскаватора в забое относительно карьерного самосвала без использования спутниковой навигации предложено выполнить с применением методологии функционального графического моделирования SADT, в результате которого разрабатываются графические схемы моделей IDEF0, отображающие структуру и функции технологического процесса. Для этого забой в рамках задачи рассмотрен как двумерная координатная плоскость, а наиболее подходящим местом для стыковки координатной системы технологической дороги и экскаваторного забоя выбраны въездные ворота забоя.

Результаты исследования и их обсуждение

Соответственно, исследования, направленные на разработку альтернативного высокоточного способа позиционирования карьерной техники, являются актуальными. При этом из-за разницы в горно-геологических условиях залегания полезного ископаемого, а также значительного количества способов его вскрытия и обработки разра-

батываемое решение не может быть универсальным и подходит для любых условий. В связи с этим авторами введены ограничения по условиям применимости системы определения положения экскаватора в забое, не использующей спутниковую навигацию. Первичным является ограничение по типу транспортной схемы открытой разработки месторождения. Так как система определения координат экскаватора в забое предназначена для совместной работы с самосвалами с АСУД, очевиден выбор транспортных схем разработки карьеров с автомобильным транспортом [1, с. 7–9]. Из них, ввиду значительной распространенности и относительной простоты реализации выбраны схемы разработки, при которых в качестве выемочно-погрузочной машины применяется экскаватор с прямой мехлопатой. Для таких машин наиболее часто на территории Российской Федерации применяются типовые схемы разработки месторождений с использованием автомобильного транспорта (рис. 1).

Из рис. 1 видно, что представленные типовые схемы разработки имеют общие черты: экскаватор всегда находится внутри забоя, который ограничен с двух сторон уступом с разрабатываемым полезным ископаемым, а с двух других сторон – подъездной дорогой. При этом рабочая площадка, по которой перемещается экскаватор, практически ровная, так как заранее спланирована, и ее уклон должен быть не более 5° [15]. Исходя из вышеописанного, текущее положение экскаватора в забое перед погрузкой можно описать двумя координатами, так как он работает фактически на плоскости и не имеет значительного перемещения вверх или вниз на коротких временных интервалах перемещения вдоль уступа.

Въездные ворота при ручном управлении являются условным участком карьерной автодороги перед въездом в зону ожидания. С применением АСУД в предлагаемом способе для определения координат экскаватора в забое без использования спутниковой навигации наличие въездных ворот, оснащенных специальным оборудованием, является обязательным условием. При этом сами ворота могут представлять собой две мобильные мачты с размещенным оборудованием. Положение въездных ворот на типовой схеме разработки месторождения с использованием автомобильного транспорта при разработке уступа с тупиковым подъездом показано на рис. 2.

Въездные ворота (рис. 2) являются связующим элементом между координатной системой технологической дороги и координатной системой забоя.

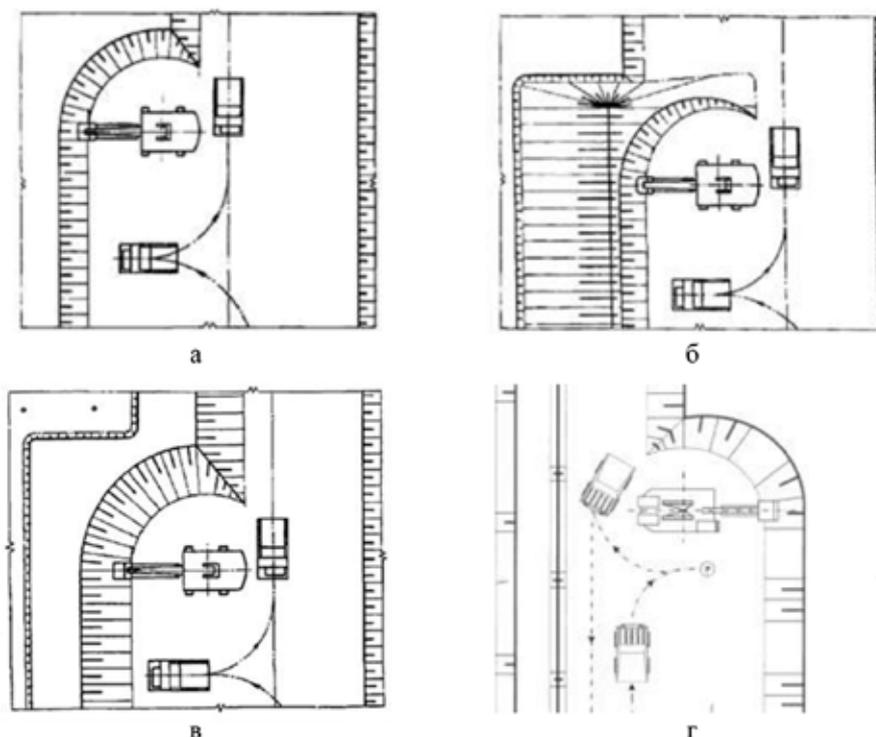


Рис. 1. Типовые схемы разработки месторождений с использованием автомобильного транспорта, где технология: а – разработки уступа за два прохода; б – разработки уступа за один проход; в, г – разработки уступа с тупиковым подъездом

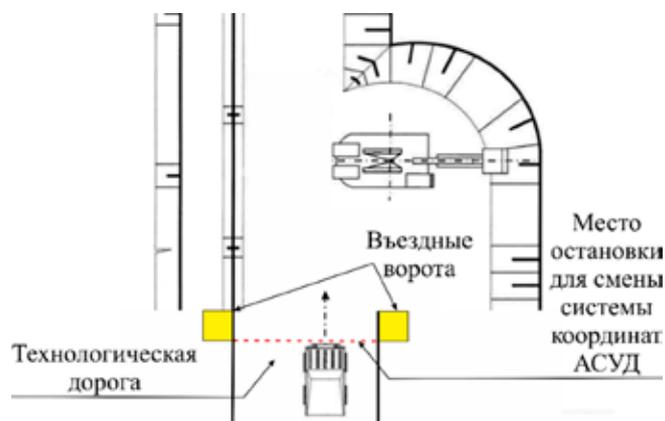


Рис. 2. Расположение въездных ворот при тупиковой схеме разработки

Самосвал подъезжает к въездным воротам, останавливается, АСУД в самосвале переключается с координатной системы технологической дороги на координатную систему забоя. Въездные ворота не требуют точной геодезической привязки к местности и продвигаются вслед за движением забоя. На точность определения координат экскаватора влияют качество измерения расстояния между мачтами въездных ворот и перпендикулярность их установки относительно технологической дороги. Так как въездные ворота выполняют ряд функций, связанных с управлением движением самосвала

в забое, то их высота должна быть равна высоте крыши машинного отделения экскаватора. Координаты экскаватора определяются по его смещению относительно двух виртуальных перпендикулярных друг другу координатных осей, вписанных в пространство забоя. Для этого на въездных воротах и на экскаваторе монтируется комплект измерительного оборудования, которое позволяет измерить расстояние по прямой от въездных ворот до экскаватора и угол поворота устройства измерения расстояния относительно виртуальной горизонтальной координатной оси.

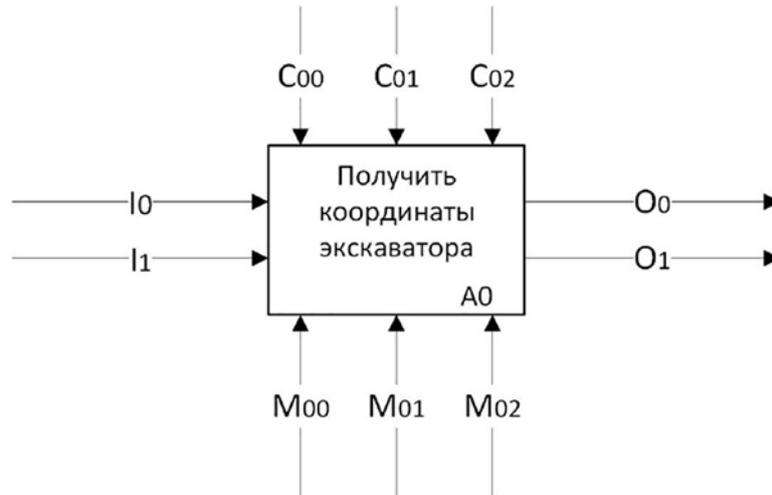


Рис. 3. IDEF0 схема работы системы определения координат экскаватора в забое:
 I_0 – ввод данных о начале процесса поиска координат экскаватора (команда «Старт»);
 I_1 – расстояние от виртуальной вертикальной оси координат до мачты въездных ворот (мм);
 M_{00} – данные от лазерного дальномера; M_{01} – данные от энкодера в поворотной платформе системы определения координат экскаватора; M_{02} – алгоритм определения координат экскаватора в забое;
 C_{00} – контроль направления устройств для определения координат экскаватора в забое в горизонтальной плоскости; C_{01} – контроль направления устройств для определения координат экскаватора в забое в вертикальной плоскости; C_{02} – контроль измерения расстояния;
 O_0 – координата экскаватора по оси Ox ; O_1 – координата экскаватора по оси Oy

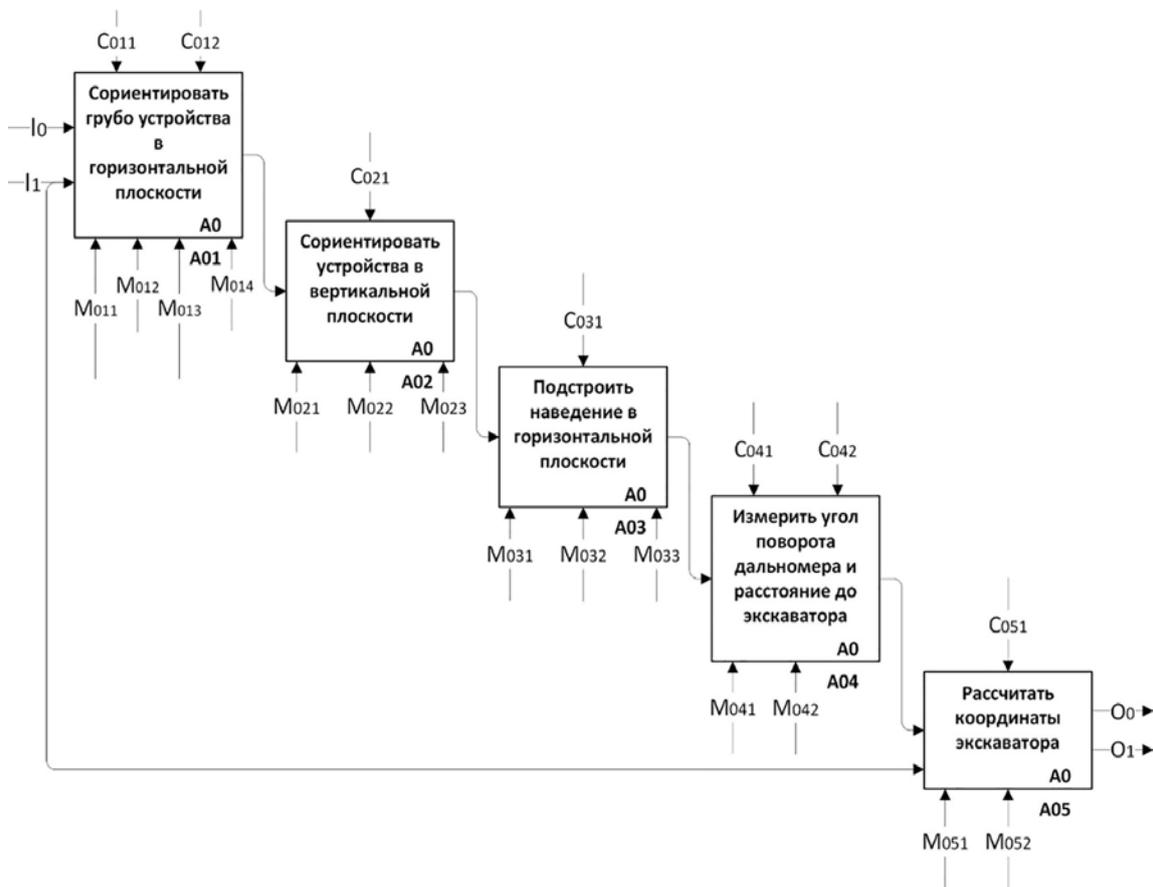


Рис. 4. Декомпозиция схемы IDEF0 работы системы определения координат экскаватора в забое



Рис. 5. Схема выполнения этапов определения местоположения экскаватора в забое

Формализация способа определения координат экскаватора в забое была выполнена в виде схемы структурного анализа и IDEF0, отображающей структуру и функции технологического процесса (рис. 3). Такая схема позволяет описать работу системы точного позиционирования экскаватора в забое, где измерение расстояний предложено выполнять на основе ультразвуковой фазированной решетки (УФР) в комбинации с комплексом оптических средств и без использования средств спутниковой навигации

Декомпозиция схемы работы системы определения координат экскаватора в забое (рис. 3) показана на рис. 4 и отображает последовательность основных действий, а также задействованное оборудование.

На схеме (рис. 4) условно обозначены входные и выходные сигналы в схеме IDEF0, где: I_0 – ввод данных о начале процесса поиска координат экскаватора (команда «Старт»); I_1 – расстояние от виртуальной вертикальной оси координат до мачты въездных ворот (мм); C_{011} – направление мобильного устройства по горизонтали; C_{012} – направление стационарного устройства по горизонтали; M_{011} – излучатель

ультразвуковой фазированной решетки; M_{012} – поворотная платформа на мобильном устройстве; M_{013} – приемник ультразвуковой фазированной решетки; M_{014} – поворотная платформа на стационарном устройстве; C_{021} – вертикальное положение стационарного устройства; M_{021} – массив фотодиодов; M_{022} – точечный лазерный излучатель; M_{023} – привод вертикальной подстройки; C_{031} – направление по горизонтали; M_{031} – массив фотодиодов; M_{032} – точечный лазерный излучатель; M_{033} – поворотная платформа на стационарном устройстве; C_{041} – расстояние до экскаватора от ворот по прямой; C_{042} – угол поворота лазерного дальномера; M_{041} – лазерный дальномер; M_{042} – абсолютный энкодер; C_{051} – точность расчета; M_{051} – алгоритм расчета координат; M_{052} – вычислительное устройство.

На первом этапе производится грубое определение положения экскаватора относительно въездных ворот в горизонтальной плоскости забоя посредством взаимного ориентирования устройств УФР, после чего уже ориентация в вертикальной плоскости и точное измерение расстояний от мачты до экскаватора производится с применением лазерной дальнометрии. Графическое

наложение схемы декомпозиции определения координат экскаватора в забое на схему разработки уступа (рис. 5) позволяет наглядно отобразить техническое решение поставленной задачи.

Из схемы на рис. 5 видно, что весь процесс происходит в пять основных этапов, каждый из которых можно подвергнуть дальнейшей декомпозиции. Этапы А01–А03 являются подготовительными и служат для настройки измерительного оборудования. На этапе А04 происходит измерение опорных величин для расчета координат экскаватора (расстояния по прямой от въездных ворот до экскаватора и угол поворота измерительного оборудования относительно виртуальной горизонтальной координатной оси). В ходе этапа А05, исходя из значений опорных величин, рассчитываются координаты экскаватора в двухмерной координатной системе забоя. Таким образом, показана техническая возможность производства точного позиционирования экскаватора в забое без использования средств спутниковой навигации на основе лазерной дальнометрии и технологии ультразвукового исследования, обеспечивающей электронное динамическое фокусирование с применением ультразвуковой фазированной решетки.

Заключение

В результате выполненной работы формализована научно-техническая задача определения местоположения экскаватора в забое относительно карьерного самосвала без использования спутниковой навигации. Определено место интеграции координатных систем экскаваторного забоя и технологической дороги. Разработан и описан подход к решению поставленной научно-технической задачи, который заключается в использовании комплекса из наземного оптического и ультразвукового оборудования, устанавливаемого на экскаватор и въездные ворота с использованием моторизованных поворотных опор. Выполнено функциональное моделирование по методологии SADT, в результате которого разработаны модели IDEF0, графически представленные в виде схем и описывающие процесс определения координат экскаватора в забое. Представленные в статье модели IDEF0 после дальнейшей декомпозиции позволят разработать алгоритм определения положения экскаватора в забое без использования средств спутниковой навигации, на основе которого будет выполнена программно-аппаратная реализация прототипа системы определения положения экскаватора.

Список литературы

1. Типовые технологические схемы ведения горных работ на угольных разрезах. М.: Недра, 1982. 405 с.
2. Кучумова А. Карьерные «беспилотники» // Добывающая промышленность. 2020. № 1 (19). С. 64–68. URL: <https://dprom.online/chindustry/karernye-bespilotniki/> <https://dprom.online/chindustry/karernye-bespilotniki/> (дата обращения: 12.10.2024).
3. Дубинкин Д.М. Современное состояние техники и технологий в области автономного управления движением транспортных средств угольных карьеров // Горное оборудование и электромеханика. 2019. № 6 (146). С. 8–15. DOI: 10.26730/1816-4528-2019-6-8-15.
4. Никитенко М.С., Кизилев С.А., Худоногов Д.Ю. Анализ подходов к управлению автономными транспортными средствами // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 12 (2). С. 278–283. DOI: 10.17513/snt.39472.
5. Sishi M., Telukdarie A. Implementation of Industry 4.0 technologies in the mining industry – a case study // International Journal of Mining and Mineral Engineering. 2020. Vol. 11, Is. 1. P. 1–22. DOI: 10.1504/IJMM.2020.105852.
6. Fiscor S. Komatsu Debuts Advanced Autonomous Systems // Engineering and Mining Journal; Jacksonville. 2018. Vol. 219, Is. 11. P. 52–57. URL: <https://www.coalage.com/features/komatsu-debuts-advanced-autonomous-systems/> (дата обращения: 10.10.2024).
7. Leonida C. Management Systems for Future Fleets // Engineering and Mining Journal; Jacksonville. 2020. Vol. 221, Is. 6. P. 52–59. URL: <https://www.coalage.com/features/management-systems-for-future-fleets/> (дата обращения: 11.10.2024).
8. Gaber T., Jazouli Y., Eldesouky E., Ali A. Autonomous Haulage Systems in the Mining Industry: Cybersecurity, Communication and Safety Issues and Challenges // Electronics. 2021. Vol. 10, Is. 11. P. 1357. DOI: 10.3390/ELECTRONICS10111357.
9. Nguyen H.A.D., Ha Q.P. Robotic autonomous systems for earthmoving equipment operating in volatile conditions and teaming capacity: a survey // Robotica. 2023. Vol. 41, Is. 2. P. 486–510. DOI: 10.1017/S0263574722000339.
10. Hamada T., Saito S. Autonomous haulage system for mining rationalization // Hitachi review. 2018. Vol. 67, Is. 1. P. 86–87. URL: https://www.hitachihyoron.com/rev/archive/2018/r2018_01/10a07/index.html (дата обращения: 11.10.2024). DOI: 10.3390/electronics10111357.
11. Лебедев В. Системы активной безопасности в добывающей индустрии // Золото и технологии. 2022. № 4 (58). С. 106–110. URL: https://zolteh.ru/technic/sistemy_aktivnoy_bezopasnosti_v_dobyvayushchey_industrii/ (дата обращения: 05.10.2024).
12. Wu Z., Zhang Y., Yang Y., Liang C., Liu R. Spoofing and Anti-Spoofing Technologies of Global Navigation Satellite System: A Survey // IEEE Access. 2020. Vol. 8. P. 165444–165496. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3022294
13. Cardellach E., Elosegui P., Davis J.L. Global distortion of GPS networks associated with satellite antenna model errors // Journal of Geophysical Research. 2007. Vol. 112. DOI: 10.1029/2006JB004675.
14. Кизилев С.А., Никитенко М.С. Концепция применения технологий компьютерного зрения для управления автономным транспортом // Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов. 2020. № 6. С. 235–238. URL: <https://library.sibsiu.ru/LibrPublications-SectionsPublicationsFiles.asp?lngSection=94&lngPublication=320> (дата обращения: 03.10.2024).
15. Kujundzic T., Klanfar M., Korman T., Brisevac Z. Influence of Crushed Rock Properties on the Productivity of a Hydraulic Excavator // Applied Sciences. 2021. Vol. 11, Is. 5. P. 2345. DOI: 10.3390/APP11052345.

УДК 004.032.26

DOI 10.17513/snt.40243

НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЦЕН НА МОДИФИЦИРОВАННЫЕ БИТУМНЫЕ ВЯЖУЩИЕ

Кондратьева М.И., Бронская В.В., Емельянычева Е.А.,
Шипин А.В., Башкиров Д.В., Игнашина Т.В.

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
Казань, e-mail: kondrattteva@yandex.ru

Целью работы является разработка нейросетевой модели для прогнозирования стоимости модифицированных битумных вяжущих, позволяющей учитывать сезонные колебания цен на компоненты и облегчить их оценку для производителей. В рамках исследования были собраны и проанализированы данные о ценах на компоненты для вяжущих с января 2021 года по август 2024 года, предоставленных Федеральной службой государственной статистики, и средние цены на марки PG 76-28, PG 76-34 и PG 76-40, полученные государственной компанией «Автодор». Модель основана на рекуррентной нейронной сети с использованием LSTM-слоев, что позволяет выявлять временные зависимости в данных. Разработка модели велась в облачной среде Google Colaboratory на языке Python с применением библиотек TensorFlow и Sklearn, что обеспечило гибкость и доступность для работы с большими объемами данных. Прогнозирование цен выполняется с высокой точностью, достигающей 97%, на период до мая 2025 года. Полученные результаты являются инструментом, который может применяться в планировании производственной и экономической деятельности в дорожных компаниях, на производственных площадках и в отделах планирования и экономики производителей битумных вяжущих.

Ключевые слова: модифицированные битумные вяжущие, прогнозирование цен, нейросетевое моделирование, рекуррентные нейросети

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания на оказание государственных услуг (выполнение работ) от 29.12.2022 г. № 075-01508-23-00. Тема исследования «Сверхкритические флюидные технологии в переработке полимеров».

NEURAL NETWORK MODEL FOR PREDICTING THE COST OF MODIFIED ASPHALT BINDERS

Kondrateva M.I., Bronskaya V.V., Emelyanycheva E.A.,
Shipin A.V., Bashkirov D.V., Ignashina T.V.

Kazan National Research Technological University, Kazan, e-mail: kondrattteva@yandex.ru

The growth in road construction volumes driven by the implementation of government infrastructure projects is stimulating the development of the modified bituminous binders market. Seasonal fluctuations in the prices of components for these binders complicate the assessment of their cost and profitability. To address this issue, a neural network-based model has been developed to predict price trends for binders according to GOST R 58400-2019. The study involved collecting and analysing data on component prices for modified binders from January 2021 to August 2024, provided by the Federal State Statistics Service, as well as data from the State Company «Russian Highways» on average prices for grades PG 76-28, PG 76-34, and PG 76-40 over the same period. The model is built on a recurrent neural network with LSTM layers, capable of analysing temporal dependencies and forecasting prices up to May 2025. The research was conducted using the Google Colaboratory cloud service in Python with the TensorFlow and Sklearn libraries, enabling a forecast accuracy level of 97%. The results obtained can subsequently be used in planning, providing a tool for managing production and economic activities for road companies, production sites, and the planning and economic departments of modified bituminous binder manufacturers.

Keywords: modified bituminous binders, price forecasting, neural network modelling, recurrent neural networks

The work was carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the state assignment for the provision of public services (performance of works) dated 12/29/2022, No. 075-01508-23-00. Research topic «Supercritical fluid technologies in polymer processing».

Введение

В последние годы в России наблюдается значительное увеличение объемов дорожного строительства. Это связано с реализацией таких крупных проектов, как Национальный проект «Безопасные и качественные дороги» от 2018 года, «Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года

с прогнозом до 2035 года», а также расширенный пятилетний план дорожного строительства на 2024–2028 годы, утвержденный распоряжением Правительства Российской Федерации от 25 декабря 2023 года. Данные программы способствуют активному строительству транспортных коридоров, что, в свою очередь, стимулирует рост рынка битумных вяжущих.

Анализ рынка битумных вяжущих показывает, что за последние десять лет производство модифицированных битумных вяжущих в российской дорожно-строительной отрасли удвоилось, значительно опережая развитие рынка базового битума [1]. Модифицированное битумное вяжущее – это продукт, получаемый путем применения современных технологий производства битума и его смешения с различными модификаторами-добавками. Чаще всего основным компонентом для модификации дорожных битумов являются линейные термоэластопласты на основе стирол-бутадиен-стирола (СБС), которые придают модифицированному битумному вяжущему повышенную эластичность, расширенный интервал работоспособности, высокую трещиностойкость и теплостойкость [2, с. 48–49]. В результате получаемый материал с улучшенными эксплуатационными характеристиками обеспечивает дорожному полотну высокое качество и долговечность, что является ключевыми факторами для обеспечения безопасной и надежной инфраструктуры нашей страны.

Модифицированные битумные вяжущие выпускаются в том числе по технологии SuperPave (Superior Performance Pavements – дорожное покрытие с превосходными характеристиками), адаптированной в России в стандарт ГОСТ Р 58400-2019, который позволяет маркировать вяжущие с учетом их реологических характеристик. Согласно данному стандарту, битумное вяжущее выпускается под марками PG X-Y, где X – верхнее значение марки, соответствующее максимально допустимой температуре эксплуатации битума, а Y – нижнее значение марки, соответствующее минимально допустимой температуре эксплуатации. Применение данного стандарта способствует улучшению качества дорог и повышению их устойчивости к различным эксплуатационным воздействиям и климатическим условиям [3].

Несмотря на явные преимущества модифицированных битумных вяжущих, сезонные колебания цен и спроса на их компоненты создают сложность при оценке конечной стоимости вяжущего и прогнозировании конечной прибыли. Решением является применение искусственной нейронной сети, способной прогнозировать стоимость модифицированных битумных вяжущих. Такой подход позволит более точно оценивать затраты и планировать бюджет дорожных проектов, минимизируя риски и повышая их экономическую эффективность.

Искусственная нейронная сеть (ИНС) – это абстрактная модель, созданная в со-

ответствии с принципами биологических нейронных сетей, и ее программная или аппаратная реализация. Она состоит из совокупности простых и взаимосвязанных «искусственных нейронов», каждый из которых обрабатывает входные сигналы и передает сигналы другим нейронам [4]. Применение современных ИНС, таких как глубокие нейронные сети (DNN) и рекуррентные нейронные сети (RNN), включая их разновидности, такие как LSTM и GRU, позволило достигнуть значительных успехов в различных областях, включая компьютерное зрение, обработку естественного языка, медицинскую диагностику и финансовые прогнозы [5].

Рекуррентные нейронные сети (RNN) имеют обратные (или перекрестные) связи между нейронами разных слоев, что позволяет им запоминать и воспроизводить последовательности реакций на стимулы. В отличие от классических нейронных сетей, лишенных рекуррентных связей, которые не могут сохранять информацию, рекуррентные сети способны использовать предыдущие выводы для принятия последующих решений [6, 7]. Рекуррентные нейронные сети (RNN) – это тип искусственных нейронных сетей, который обрабатывает последовательные данные, такие как временные ряды, тексты или звуковые сигналы. Проблема затухания или взрыва градиентов при обучении на длинных последовательностях решается с помощью улучшенных архитектур RNN, таких как LSTM и GRU. Эти архитектуры включают механизмы, которые помогают запоминать и контролировать информацию на длительных временных интервалах. RNN широко применяются в задачах обработки естественного языка, распознавания речи, машинного перевода, прогнозирования временных рядов и анализа последовательностей данных [8].

Слой LSTM (Long Short-Term Memory) являются ключевыми элементами рекуррентных нейронных сетей, предназначенными для работы с последовательными данными и временными рядами. Они способны запоминать информацию на длительные промежутки времени, решая проблему исчезающего градиента, часто встречающуюся в традиционных RNN. Каждый слой LSTM состоит из входных, выходных и забывающих ворот, которые контролируют поток информации в ячейке памяти, и самой ячейки памяти, которая хранит информацию. Ворота регулируют, какую часть новой информации сохранить, какую передать на следующий шаг и какую забыть. Использование LSTM-слоев позволяет нейронной сети эффективно обрабатывать дан-

ные с временными зависимостями, такие как последовательности текста, временные ряды и другие последовательные данные.

Таким образом, целью исследования явилась разработка нейросетевой модели по прогнозированию стоимости модифицированных битумных вяжущих на период до февраля 2025 года с использованием рекуррентных нейросетей.

Материалы и методы исследования

Нейросетевая модель разрабатывалась в облачном сервисе Google Colaboratory (сокращенно Google Colab) на основе Jupiter Notebook. Данный облачный сервис позволяет работать на языке программирования Python с большим количеством данных (Big Data) без установки дополнительных программ. Благодаря встроенным в программу готовым библиотекам (таким как Sklearn, TensorFlow, PyTorch) Google Colab весьма удобен и эффективен для разработки и тестирования рекуррентных нейронных сетей за счет использования знакомых инструментов и фреймворков. Также данный сервис предоставляет бесплатный доступ к мощным графиче-

ским процессорам (GPU) и тензорным процессорам (TPU), что значительно ускоряет процесс обучения сложных моделей, таких как RNN.

В качестве объекта прогнозирования выбраны марки вяжущих PG 76-28, PG 76-34 и PG 76-40 по ГОСТ 58400-2019 ввиду высокого спроса на них при производстве асфальтобетонных смесей. В целях создания базы данных для построения нейросетевой модели использовались данные из Федеральной службы государственной статистики (Росстат) с января 2021 года по август 2024 года об изменении цен на компоненты для модифицированных битумных вяжущих [9] и средняя стоимость дорожных битумных материалов по ГОСТ 58400-2019 с января 2021 года по август 2024 года по данным Государственной компании «Российские автомобильные дороги» (ГК «Автомдор») [10]. Для доказательства взаимосвязи конечной цены модифицированных вяжущих от цен на их компоненты был произведен расчет материальных затрат на выбранные марки модифицированных вяжущих PG X – Y по данным из Росстата по формуле 1:

$$M_{PG} = B \cdot (0,95 \div 0,97) + СБС \cdot (0,03 \div 0,05), \text{ руб.} \quad (1)$$

где B – средняя цена за 1 т базового битума на рассчитываемый месяц, руб.;

СБС – средняя цена за 1 т СБС на рассчитываемый месяц, руб.

Диапазон содержания добавки-термоэластопласта подбирался исходя из ориентировочной рецептуры на данные марки модифицированных вяжущих.

Данные для обучения нейросети

Марка по ГОСТ Р 58400-2019	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Приблизительная цена за 2021 год, руб. / 1 т												
PG 76-28	29566	31512	31864	34310	35626	38082	42014	43165	43316	44379	44379	36316
PG 76-34	30851	32882	33249	35802	37175	39739	43842	45043	45201	45094	46309	37895
PG 76-40	32137	34252	34635	37294	38723	41394	45668	46919	47084	46973	48239	39474
Приблизительная цена за 2022 год, руб. / 1 т												
PG 76-28	37880	43117	44439	43489	43052	44055	45882	45469	45801	44951	40509	31864
PG 76-34	39526	44990	46369	45378	44922	45969	47876	47445	47792	46905	42270	33249
PG 76-40	41174	46866	48303	47270	46795	47886	49872	49423	49784	48860	44032	34635
Приблизительная цена за 2023 год, руб. / 1 т												
PG 76-28	35626	31513	36616	37881	43117	44438	43488	43052	43569	50985	49114	37494
PG 76-34	37175	32883	38208	39528	44992	46370	45379	44923	45462	53201	51249	39124
PG 76-40	38723	34253	39800	41175	46867	48302	47269	46795	47356	55417	53384	40754
Приблизительная цена за 2024 год, руб. / 1 т												
PG 76-28	36599	35637	38853	46000	48000	49450	51360	50000	43000	37000		
PG 76-34	38191	37187	40543	48000	50000	51000	53450	54560	46000	39800		
PG 76-40	39782	38736	42232	50000	52000	54500	55250	56450	51000	49000		

Анализ полученных материальных затрат в сравнении со средними ценами на вяжущие по данным ГК «Автодор» показал, что существует четкая зависимость итоговой цены вяжущего от стоимости его компонентов. Это позволяет утверждать, что для эффективного прогнозирования цен на модифицированные битумные вяжущие необходимо учитывать изменения цен на их составляющие компоненты.

Исходные данные для обучения нейронной сети представлены в таблице.

Результаты исследования и их обсуждение

Исходным этапом разработки рекуррентной нейросетевой модели является загрузка данных о ценах на битум из Excel-файла при использовании библиотеки Pandas для чтения данных и их проверки. Далее эти данные о ценах на выбранные марки модифицированных битумных вяжущих были преобразованы в формат, удобный для дальнейшей обработки. Данный этап работ изображен на рисунке 1.

Для того чтобы нейронная сеть в дальнейшем могла эффективно обучаться, данные были нормализованы с использовани-

ем функции MinMaxScaler из библиотеки Sklearn путем приведения всех цен к диапазону от 0 до 1. Это улучшает производительность модели и упрощает процесс обучения. После этого данные были преобразованы в формат, подходящий для LSTM, с использованием функции create_dataset: входные данные представляли собой последовательности цен за несколько предыдущих месяцев, а целевые значения – это цены в следующих месяцах.

Перед обучением искусственной нейронной сети важно выполнить масштабирование данных. Один из популярных методов – стандартизация, которая осуществляется путем вычитания среднего значения и деления на стандартное отклонение для каждого признака. Также можно использовать метод tf.keras.utils.normalize, который масштабирует значения в диапазон [0,1]. Данные подаются для модели с одномерным входом, где на вход подаются последние шесть наблюдений за ценами на модифицированные битумные вяжущие, а модель будет обучаться прогнозировать цены на следующий временной шаг. Эти этапы работ изображены на рисунке 2.

```
1 import pandas as pd
2 import numpy as np
3 from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
4 from tensorflow.keras.models import Sequential
5 from tensorflow.keras.layers import LSTM, Dense
6 df = pd.read_excel('/content/Цены.xlsx')
7 df
8 df.iloc[16:17].values
```

Рис. 1. Импорт библиотек и входных данных

```
1 bitumen_prices_reshaped = np.array(PG_76_22).reshape(-1, 1)
2 scaler = MinMaxScaler()
3 normalized_data = scaler.fit_transform(bitumen_prices_reshaped
4 )
5 def create_dataset(data, time_steps=1):
6     X, y = []
7     for i in range(len(data) - time_steps):
8         X.append(data[i:(i + time_steps)])
9         y.append(data[i + time_steps])
10    return np.array(X), np.array(y)
11 time_steps = 6
12 X, y = create_dataset(normalized_data, time_steps)
```

Рис. 2. Преобразование данных

```

1 train_size = int(len(X) * 0.8)
2 X_train, X_test = X[:train_size], X[train_size:]
3 y_train, y_test = y[:train_size], y[train_size:]
4 model = Sequential()
5 model.add(LSTM(units=200, return_sequences=True, input_shape
              =(X_train.shape[1], X_train.shape[2]))) # Первый слой
              LSTM
6 model.add(LSTM(units=150, return_sequences=True)) # Второй
              слой LSTM
7 model.add(LSTM(units=100, return_sequences=True)) # Третий
              слой LSTM
8 model.add(LSTM(units=50, return_sequences=True)) # Четвертый
              слой LSTM
9 model.add(LSTM(units=25)) # Пятый слой LSTM
10 model.add(Dense(units=1)) # Выходной слой
11 model.compile(optimizer='adam', loss='huber_loss')
12 model.fit(X_train, y_train, epochs=350, batch_size=12, verbose
            =2)

```

Рис. 3. Обучение нейросетевой модели

```

1 future_time_steps = 10
2 future_data = np.copy(normalized_data[-time_steps:])
3 predictions = []
4 for _ in range(future_time_steps):
5     prediction = model.predict(future_data[-time_steps:]
                                .reshape(1, time_steps, 1))
6     predictions.append(prediction[0][0])
7     future_data = np.append(future_data, prediction)
8
9 predicted_prices = scaler.inverse_transform(np.array
      (predictions).reshape(-1, 1))
10 print(predicted_prices)

```

Рис. 4. Прогнозирование цен

Для обучения было использовано 80% массива данных, а для тестирования – проверка точности модели – 20%. Созданная с использованием библиотек TensorFlow и Keras модель рекуррентной нейронной сети включала несколько слоев LSTM, каждый из которых помогал модели запоминать долгосрочные зависимости данных. В модели были задействованы несколько LSTM-слоев с функцией активации 'relu' и один выходной слой Dense. Нейросетевая модель была скомпилирована с использованием оптимизатора Adam и функцией потерь huber_loss, после чего была обучена на обучающих данных в течение 350 эпох

с помощью метода model.fit. Все эти шаги изображены на рисунке 3.

После обучения модель использовалась для прогнозирования цен на модифицированные битумные вяжущие по маркам PG X-Y на следующие 10 месяцев, ее код изображен на рисунке 4. Выбор периода в 10 месяцев для прогнозирования цен на вяжущие обусловлен реальными возможностями модели и ограничениями, связанными с внешними факторами. Для создания прогнозируемых данных использовался метод 'model.predict', в котором предсказанные значения поэтапно добавляются в последовательность.

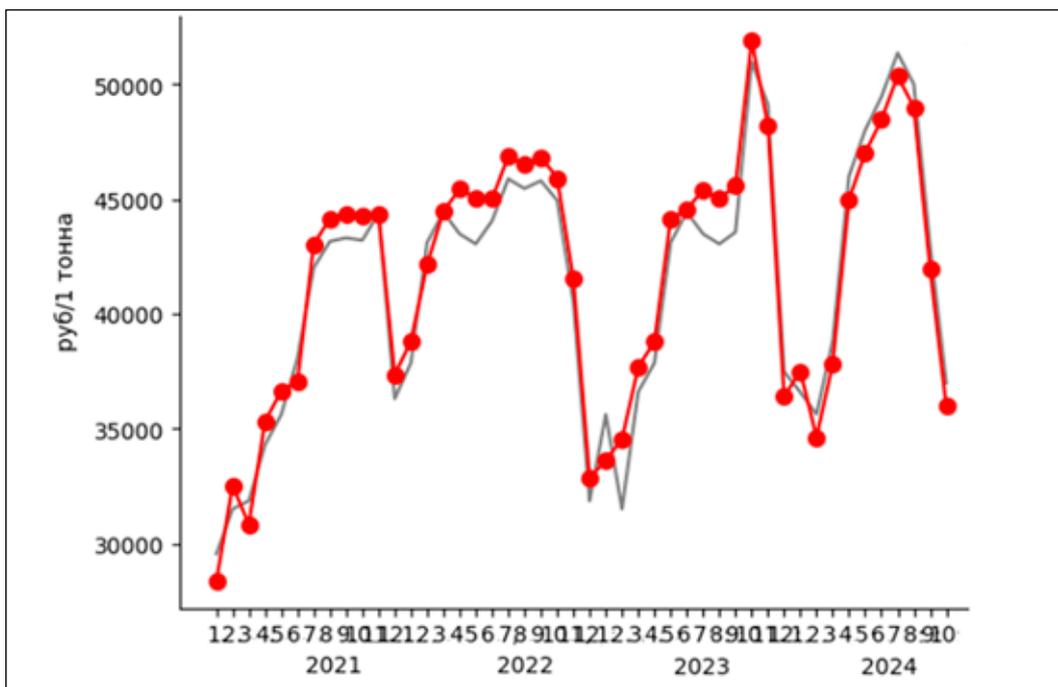


Рис. 5. Сравнение данных ГК «Автодор» и предсказания искусственной нейронной сети на примере PG 76-28 (Серая линия данные ГК «Автодор», красные линия и точки – предсказание искусственной нейронной сети)

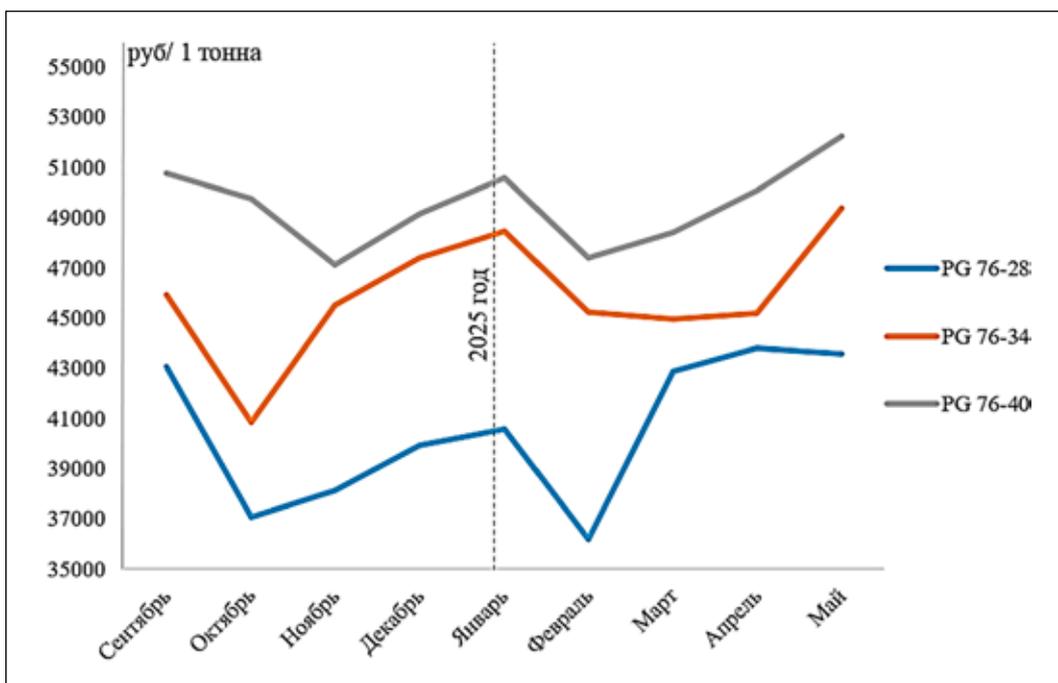


Рис. 6. Спрогнозированные цены на модифицированные битумные вяжущие

Точность модели определялась исходя из имеющихся данных, размещенных в ГК «Автодор», о средней стоимости битумных вяжущих на период сентябрь-октябрь 2024 года (таблица) и данных, рассчитанных

нейросетевой моделью на этот же период (рис. 5). Точность предсказания составила 97%. Данные о прогнозируемых ценах на марки битума PG 76-28, PG 76-34, PG 76-40 представлены на рисунке 6.

Заключение

Разработанная рекуррентная нейросетевая модель для прогнозирования динамики цен на модифицированные битумные вяжущие по ГОСТ Р 58400-2019 PG X-Y на 10 месяцев до мая 2025 года представляет собой важный инструмент в области планирования и управления производственно-экономической деятельностью. Дорожные компании могут использовать ее для анализа динамики цен на разные марки модифицированных вяжущих, что помогает в планировании и управлении строительными проектами, оптимизируя затраты и стратегии закупок. Производственные площадки могут с ее помощью прогнозировать спрос на марки PG X-Y и соответственно регулировать объемы производства модифицированного битума, что способствует более эффективной организации производства и снижению издержек. Для планово-экономических отделов производственных компаний модель позволяет оценивать влияние цен компонентов модифицированного вяжущего на проектные материальные затраты конечного продукта и прогнозировать маржинальную прибыль, основываясь на данных о цене конкретной марки PG X-Y и проектных материальных затратах продаваемого продукта.

Таким образом, разработанная нейросеть служит эффективным средством для различных аспектов деятельности, связанных с производством и применением модифицированных битумных вяжущих, обеспечивая точное прогнозирование и содействуя стратегическому планированию.

Список литературы

1. Орлов Д.В. PRO битум и ПБВ – сделано в России // Доклады 2023. Межотраслевая конференция «PRO Битум и ПБВ». 2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.probitum.pro/report> (дата обращения: 10.05.2024).
2. Абдуллин А.И., Ганиева Т.Ф., Идрисов М.Р., Емельянычева Е.А., Бикмухаметова Г.К., Сибгатуллина Р.И. Битумные вяжущие материалы: учебное пособие. СПб.: Проспект Науки, 2017. 208 с.
3. ГОСТ Р 58400.1-2019. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы вяжущие нефтяные битумные. Технические условия с учетом температурного диапазона эксплуатации. М.: Стандартинформ, 2019. 12 с.
4. Bronskaya V.V., Balzamov D.S., Ignashina T.V., Shaikhedinova R.S., Kharitonova O.S., Kondrateva M.I. Improving the efficiency of the water treatment system at the thermal station // EDP Sciences: EDP Sciences, 2023. Vol. 390. P. 05010. DOI: 10.1051/e3sconf/202339005010.
5. Balzamov D.S., Balzamova E.Yu., Bronskaya V.V., Ignashina T.V., Kharitonova O.S. Analysis of the possibility of modernization of the state district power station by building the combined cycle plant // IOP Conference Series: Metrological Support of Innovative Technologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. Vol. 1515. P. 042100. DOI: 10.1088/1742-6596/1515/4/042100.
6. Frolov I.N., Firsin A.A., Okhotnikova E.S., Yusupova T.N., Ziganshin M.A. The study of bitumen by differential scanning calorimetry: the interpretation of thermal effects // Petroleum Science and Technology. 2019. Vol. 37. P. 417-424. DOI: 10.1080/10916466.2018.1550499.
7. Okhotnikova E.S., Ganeeva Y.M., Firsin A.A., Yusupova T.N., Frolov I.N. Rheological behavior of recycled polyethylene modified bitumens // Petroleum Science and Technology. 2019. Vol. 37. P. 1136-1142. DOI: 10.1080/10916466.2019.1578796.
8. Ke-Lin De, M.N.s. Swamy Recurrent Neural Networks// Neural Networks and Statistical Learning. 2014. P. 337-353. DOI: 10.1007/978-1-4471-5571-3_11.
9. Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт. Москва, 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 15.10.2024).
10. ГК «Автодор». Москва, 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://russianhighways.ru/about/> (дата обращения: 17.10.2024).

УДК 004.89
DOI 10.17513/snt.40244

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАДАЧ МЕЖДУ СОТРУДНИКАМИ

¹Крошилин А.В., ¹Крошилина С.В., ²Попова А.А.

¹ФГБОУ ВО Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина, Рязань, e-mail: av_kroshilin@mail.ru;

²НИУ Высшая школа экономики, Высшая школа бизнеса, Москва,
e-mail: popova.anni@mail.ru

Целью исследования является создание концепции разработки и формирования интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в организационных системах. Авторами была использована теория семантических сетей, что позволило повысить адекватность распределения задач между исполнителями. Подход, реализующий учет компетенций сотрудников организации и выполняемых задач, дал возможность организовать равномерную нагрузку на исполнителей. Представлена методика проектирования и реализации организационных систем назначения задач между сотрудниками для осуществления интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в целях выработки рекомендаций согласно сложившейся ситуации по распределению задач в целом на основе определенного набора входных параметров. Приведено общее описание построения семантической сети для сотрудников, задач и компетенций в рассматриваемой предметной области. Для воспроизводства процесса делегирования задач сотрудникам в целях имитации процесса рассуждений руководителя были использованы нечетко-продукционные модели. Разработан принцип распределения задач, который за счет применения семантических сетей, нечетких множеств способствует повышению эффективности работы сотрудников и, как следствие, снижению времени выполнения задач. В статье излагаются особенности построения организационной системы распределения задач между сотрудниками, которая выполняет анализ индивидуальных особенностей сотрудника (его компетенций, занятости, предпочтений), рекомендации системы применяются для наиболее оптимального назначения сотрудника в условиях заданных ограничений и качества трудовых ресурсов. Представлены основные функции спроектированной организационной информационной системы распределения задач и результаты ее внедрения в нескольких коммерческих фирмах, в том числе в коммерческом отделе региональной сети аптек. Во время адаптации и настройки информационной системы были произведены корректировка элементов семантической сети и оценка показателей, а также проверка достоверности рекомендаций.

Ключевые слова: системы поддержки принятия решений, организационные системы, семантические сети, распределение задач, нечеткие множества, компетентностный подход

INTELLECTUAL SUPPORT FOR MANAGERIAL DECISION-MAKING IN ORGANIZATIONAL SYSTEMS FOR DISTRIBUTING TASKS AMONG EMPLOYEES

¹Kroshilin A.V., ¹Kroshilina S.V., ²Popova A.A.

¹The Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Ryazan,
e-mail: av_kroshilin@mail.ru;

²The Higher School of Economics. Graduate School of Business, Moscow,
e-mail: ankrosh@vk.com

The purpose of the study is to create a concept for the development and formation of intellectual support for making management decisions in organizational systems. The authors used the theory of semantic networks, which allowed to increase the adequacy of the distribution of tasks between performers. The approach that implements the accounting of the competencies of the organization's employees and the tasks performed allowed to organize a uniform workload of performers. The methodology for designing and implementing organizational systems for assigning tasks between employees for the implementation of intellectual support for making management decisions for developing recommendations in accordance with the current situation on the distribution of tasks as a whole based on a certain set of input parameters is presented. A general description of constructing a semantic network for an employee, tasks, and competencies in the subject area under consideration is provided. Fuzzy-production models were used to reproduce the process of delegating tasks to employees to imitate the manager's reasoning process. A principle for distributing tasks has been developed that, through the use of semantic networks and fuzzy sets, helps to increase the efficiency of employees and, as a consequence, reduce the time it takes to complete tasks. The article presents the features of constructing an organizational system for distributing tasks among employees that analyzes individual characteristics of an employee (his competencies, employment, preferences), and the system's recommendations are used to optimally assign an employee under given constraints and the quality of labor resources. The main functions of the designed organizational information system for task distribution and the results of its implementation in several commercial firms, including the commercial department of a regional pharmacy chain, are presented. During the adaptation and setup of the information system, the elements of the semantic network were adjusted, indicators were assessed, and the reliability of recommendations was verified.

Keywords: systems of decision making support, organizational systems, semantic networks, task distribution, fuzzy sets, competency-based approach

Введение

Для каждой организации независимо от ее организационно-правовой формы важными компонентами для эффективного развития выступают: планирование человеческих ресурсов; анализ и планирование рабочего процесса; развитие, обучение и адаптация персонала; контроль и принятие управленческих решений [1, 2].

Эффективным инструментом назначения исполнителей являются организационные информационные системы распределения задач (далее – ОИС РЗ). К сожалению, операции по распределению задач и делегированию полномочий сопряжены с большим влиянием человеческого фактора при выборе исполнителя. Руководитель не в состоянии учесть все параметры, характерные для сотрудника, поэтому часто неправильный выбор исполнителя может повлечь некачественное выполнение поручения и увеличение сроков выполнения. В связи с этим задача интеллектуальной поддержки принятия решений в организационных системах в вопросах управления, ориентированная на преодоление заявленных проблем, является актуальной и заключается в реорганизации процесса назначения исполнителя с целью обеспечения точной оценки эффективности работы сотрудников и минимизации человеческого фактора [3].

Целью исследования является создание концепции проектирования, разработки и реализации интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в организационных системах на основе семантической сети для повышения эффективности распределения задач, обеспечения равномерной нагрузки исполнителей посредством реализации подхода, объединяющего учет компетенций сотрудников организации и выполняемых задач.

Материалы и методы исследования

На сегодняшний момент существует ряд подходов, в которых вопросы управления в организационных системах решают с помощью распределения заданий между исполнителями [1], в том числе модели компетенций с использованием инструментария интеллектуального анализа данных [4]. Обобщая все рассмотренные методы, можно сделать вывод, что сущность их заключается в распределении задач между сотрудниками по правилу «задача назначается тому исполнителю, который сможет ее выполнить быстро и качественно» [5, с. 186–195]. Очевидной слабой стороной такого подхода можно назвать ситуацию, когда опреде-

ленный исполнитель решает определенный кластер задач. Такой сотрудник выступает тем, кто накапливает опыт в одной сфере, и его становится трудно заменить (порой невозможно). Подобная проблема широко распространена в современном бизнесе. Самым простым ее решением выступает формирование необходимых умений и навыков сразу у нескольких исполнителей, что обеспечивает возвращение универсальных специалистов. Этого можно достичь, накапливая и поддерживая базу знаний (в составе организационной системы), которая аккумулирует знания специалистов с высоким уровнем развития компетенций и облегчает взаимодействие сотрудников в ходе работы. Организации, использующие современные информационные ресурсы и средства, в меньшей степени страдают от описанной проблемы.

Следует отметить, что формализация процесса выполнения задач требует соблюдения ряда параметров. Для назначения задания исполнителю критичными будут следующие показатели: компетенции сотрудника; компетенции, необходимые для решения задач; занятость сотрудника в конкретный период времени; возможность сотрудника приступить к выполнению обязанностей (нахождение в отпуске или на больничном); а также всю большую популярность набирают психологические особенности личности и вид мотивации. Когда происходит управленческий процесс распределения, необходимо обеспечить развитие компетенций у нескольких сотрудников. Этого можно достичь формированием рабочей группы, в которую включались бы сотрудники с разным уровнем развития навыков, знаний и умений, а также закреплением за сотрудником-новичком наставника, который бы следил за выполнением задачи и отвечал на возникающие вопросы.

Задачу делегирования можно отнести к категории «сложных экспертиз», поскольку возникающая неопределенность при принятии управленческих решений связана не с отсутствием информации о параметрах, описанных выше, а с невозможностью руководителя проекта (лица, принимающего решение) учитывать все эти факторы и правильно оценить ситуацию при назначении исполнителя. Более того, часто такой процесс происходит и во временных ограничениях, что также снижает качество делегирования.

Применение теории нечетких множеств позволяет приблизиться к наиболее точной оценке сотрудника с точки зрения формального математического представления,

поскольку недостаточно просто выявить его компетенции – необходимо указать степень владения ими [1, 5]. Нечеткая модель решает и другую немаловажную проблему в организации – проблему взаимозаменяемости сотрудников. В организационных системах распределения задач, моделируя предметную область посредством нечетких множеств, соответствующих ролям сотрудников в организации, можно на основе компетенций отнести каждого работника с разной степенью принадлежности к какой-либо группе, тем самым получить информацию о том, кто может занять место другого исполнителя в экстренной ситуации.

Аналогично нечеткие множества позволяют относить трудно типизируемые поручения к определенной группе и не только описывать компетенции, необходимые для выполнения, но и определять степень их важности для задачи.

Семантическая сеть как информационная модель изучаемой области была выбрана ввиду практичности поиска данных, а также возможности быстрого использования знаний для принятия управленческих решений, поскольку она позволяет моделировать ход мышлений и строить умозаключения [5]. Использование семантической сети помогает накапливать базу знаний, формулировать новые правила и оптимизировать существующие. Нахождение закономерностей позволяет ускорять работу ОИС РЗ в целом, поскольку если сопоставить объект с общим классом, то можно получить полные связи с другими объектами и классами. Применение теории нечетких множеств помогает размыть границы между формальными описаниями сущностей изучаемой области и сделать анализ более детальным.

Как было отмечено выше, все существующие подходы в той или иной степени в процессе решения управленческой задачи задействуют лицо, принимающее решения (ЛПР), как эксперта, который делает финальный выбор в пользу того или иного исполнителя. Однако касательно вопроса минимизации человеческого фактора при распределении задач между сотрудниками существующая схема может быть преобразована следующим образом. Роли эксперта и ЛПР четко разграничены (хотя они могут и совпадать, это не является обязательным). Эксперт формирует список типов задач, связывает их с компетенциями, а также определяет относительную важность каждой компетенции для выполнения данного типа задач. Также эксперт опреде-

ляет степень владения компетенциями сотрудником и составляет список смежных компетенций для каждой компетенции.

Отличительной чертой разработанного подхода является то, что организационная система не предоставляет ранжированный список «подходящих» исполнителей, а за счет привязки компетенций к решаемым задачам сама находит нужного сотрудника, при этом ЛПР выступает в качестве контролирующего органа, который следит за корректностью работы ОИС РЗ. В случае выявления каких-либо ошибок или неточностей именно ЛПР изменяет исполнителя и (при необходимости) совместно с инженером по знаниям вносит дополнительные корректировки в систему [6].

В ОИС РЗ в качестве модели знаний выступает семантическая сеть, представленная в виде ориентированного графа. Ключевой идеей такого подхода является представление знаний в организационной системе в виде совокупности объектов (понятий) и связей (отношений) между ними [7]. Благодаря наглядному отражению взаимосвязи входящих в семантическую сеть объектов можно четко отследить отличие модели знаний от модели данных – обеспечение возможности выражения семантики данных [5, 8].

Результаты исследования и их обсуждение

Фрагмент семантической сети для сотрудников, задач и компетенций для разработанной ОИС РЗ представлен на рисунке.

Поскольку на основе представленного фрагмента семантической сети можно увидеть, что не все компетенции, относящиеся к «общим компетенциям для групп должностей», могут относиться к сотруднику, а также у сотрудника может присутствовать только часть компетенций, требуемых для выполнения задач, целесообразно рассмотреть вопрос управления как приоритет назначения сотрудника на определенный тип задач на основе нечетких множеств – совокупности объектов различного происхождения, которые именуются элементами множества, о принадлежности которых ко множеству можно утверждать только с какой-то долей определенности [5, 9].

Под нечетким множеством $EFTT$ (*Employee For Task Type*) будем понимать совокупность упорядоченных пар, составленных из элементов e универсального множества E (*Empolyees*) и соответствующих степеней принадлежности $\mu_{EFTT}(e)$ [5]:

$$EFTT = \{(e, \mu_{EFTT}(e)) | e \in E\}. \quad (1)$$

При этом степень принадлежности сотрудника к нечеткому множеству подходящих под определенный тип задач сотрудников определяется интегральной оценкой, основанной на учете относительного веса каждой компетенции для решения типа задач и степени владения компетенцией сотрудника:

$$\mu_{EFTT}(e) = \sum_{i=1}^n (pos_c_i \times imp_c_i), \quad (2)$$

где $i = (1, \dots, n)$ – компетенции сотрудника, pos_c_i – степень владения i -ой компетенцией сотрудником, imp_c_i – относительный вес i -ой компетенции для типа задачи [5].

При использовании нечетко-продукционной модели для воспроизводства процесса делегирования задач сотрудникам имитируется процесс рассуждений руководителя при выборе одного из n вариантов (*options*) назначения:

$$O = \{o_1, o_2, \dots, o_j, \dots, o_n\}, \quad (3)$$

где O – универсальное множество вариантов, o_j – j -ая задача из списка задач, n – мощность множества задач.

При этом решение принимается с учетом m параметров (*parameters*):

$$P = \{p_1, p_2, \dots, p_k, \dots, p_m\}, \quad (4)$$

где P – универсальное множество параметров, p_k – k -ый параметр из списка параметров, m – мощность множества параметров. Важными параметрами для конкретной задачи являются, например, количество задач в работе у сотрудника (загруженность), степень покрытия компетенциями сотрудника компетенций задачи, общая оценка деятельности сотрудника при выполнении задач заданного типа, психологические особенности и др.

Основная проблема существующих решений – субъективная оценка показателей лицом, принимающим решение, – решается путем тестирования сотрудника по заданным компетенциям не только в момент принятия на работу, но и с заданной периодичностью, а также обновление компетенций происходит при выполнении задач; касательно других показателей – загруженности и эффективности – данные хранятся в системе, и ЛПП не нужно их держать в голове. Основную трудность составляют те показатели, которые сложно формализовать (например, психотип, эмоциональное состояние, психологические особенности) [10]. Поскольку перечисленные параметры в некоторой степени можно отнести к категории не-факторов, то в вопросах управления при делегировании заданий целесообразно использовать методы, основанные

на нечеткой логике и системах нечеткого логического вывода [11]. Также следует учитывать, что ряд критериев оказывают взаимное влияние друг на друга.

В основе эффективного управления организацией лежит оптимальное распределение задач, которое способствует оценке результатов их выполнения и, как следствие, реальной оценке эффективности работы персонала, лишенной ошибок, допущенных на этапе распределения [12, 13]. Проектируемая организационная система [6, 14] построена на горизонтальной иерархии, использование которой позволяет эффективно решать вопросы управления по распределению задач с учетом должностных обязанностей сотрудников и реальных профессиональных возможностей, а также обеспечить контроль выполнения поставленных задач.

Организационная информационная система распределения задач необходима в работе большинства организаций, поскольку и руководители, и подчиненные ежедневно выполняют дела, данные о которых необходимо фиксировать. Однако на сегодняшний день недостаточно просто управлять сотрудниками, появилась необходимость эффективного назначения исполнителя, исходя из его компетенций и загруженности.

Основными функциями спроектированной ОИС РЗ являются: добавление, изменение и удаление информации в информационной базе для администраторов системы; назначение исполнителя с учетом компетенций на основе семантических сетей и нечетких множеств; управление задачами; тестирование сотрудников по компетенциям; хранение результатов тестирования в личном кабинете сотрудников; хранение информации о пользователях системы; хранение и предоставление информации о задачах и компетенциях; расчет показателей эффективности сотрудников отдела управления.

Интеллектуальная поддержка принятия управленческих решений в организационных системах распределения задач между сотрудниками решает ряд вопросов: добавление, изменение и удаление данных из информационной системы; сохранение данных в базе данных; анализ эффективности работы сотрудников; поиск сотрудников с похожими компетенциями для обеспечения взаимозаменяемости; обучение новых сотрудников; назначение исполнителя с помощью семантических сетей и нечетких множеств.

Разработанная ОИС РЗ была внедрена в работу нескольких коммерческих фирм, в том числе в работу маркетингового отдела федеральной аптечной сети. Внедрение

организационной системы позволило представить данные сотрудника в виде математической модели, в основе которой лежит кортеж компетенций, что, в свою очередь, обеспечивает минимизацию человеческого фактора при реализации лидерских и индивидуальных или командных качеств специалистов. С количественной точки зрения, оценка компетенций позволила определить: содержание 78% сотрудников является рентабельным, исходя из соотношения расходов на содержание одного конкретного человека и результатов его деятельности. Оставшиеся 22% сотрудников получили рекомендации по обучению внутри ОИС РЗ. Удалось сократить на 60% затраты времени на подбор замены сотруднику в экстренных ситуациях.

Заключение

Сформирована концепция разработки и формирования организационных систем распределения задач между сотрудниками. Приведены принципы интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений на основе теории семантических сетей и нечеткой логики. Для воспроизводства процесса делегирования задач сотрудникам имитируется процесс рассуждений руководителя посредством использования нечетко-продукционных моделей.

Приведено описание семантической сети для сотрудника, задач и компетенций в рассматриваемой предметной области. Показано, что целесообразно использовать приоритет назначения сотрудника на определенный тип задач на основе нечетких множеств. Авторами предложен принцип назначения задач, который способствует повышению результативности работы исполнителей и, как следствие, снижению времени выполнения задач, реализованный с использованием теории нечетких множеств и семантических сетей.

Представлен принцип реализации организационной системы интеллектуального распределения задач между исполнителями, которая выполняет анализ индивидуальных особенностей сотрудника (его компетенций, занятости, предпочтений): рекомендации системы применяются для наиболее оптимального назначения сотрудника в условиях заданных ограничений и качества трудовых ресурсов. Система успешно применяется в нескольких коммерческих фирмах, в том числе в региональной сети аптек. Во время адаптации и настройки информационной системы были произведены корректировка элементов семантической сети и оценка по-

казателей, а также проверка достоверности рекомендаций.

Список литературы

1. Доан Д.Х., Крошила С.В., Крошин А.В. Обзор подходов к проблеме принятия решений в медицинских информационных системах в условиях неопределенности // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 12–1. С. 26-30.
2. Крошила С.В., Крошин А.В., Саморукова О.Д., Жулева С.Ю. Задачи разработки систем медицинского назначения при выборе схемы медикаментозного лечения // *Вестник РГРТУ*. 2024. № 88. С. 106-114. DOI: 10.21667/1995-4565-2024-88-106-114.
3. Крошин А.В., Попова А.А., Крошила С.В., Перепелкин Д.А. Компьютерное моделирование процессов поддержки принятия решений врача-стоматолога на основе семантических сетей // *Вестник РГРТУ*. 2024. № 89. С. 127-140. DOI: 10.21667/1995-4565-2024-89-127-140.
4. Бодров О.А., Пылькин А.Н., Щенёв Е.С., Щенёва Ю.Б. Модель освоения образовательных компетенций с использованием инструментария интеллектуального анализа данных // *Вестник РГРТУ*. 2023. № 84. С. 119-132. DOI: 10.21667/1995-4565-2023-84-119-132.
5. Попова А. А. Интеллектуальное распределение задач между сотрудниками с учетом компетенций на основе семантических сетей // *IT OPEN 2023: Материалы III регионального конкурса научно-исследовательских работ в области информационных и вычислительных технологий: Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина*, 2024. Рязань. 270 с.
6. Мунерман В.И., Мунерман Д.В. Анализ алгоритма оптимального распределения // *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. 2019. Т. 15, № 3. С. 619-625. DOI: 10.25559/SITITO.15.201903.619-625.
7. Бурмистров А.А. Семантические сети как способ представления знаний // *Наукоосфера*. 2023. № 3-2. С. 163-166. DOI: 10.5281/zenodo.7788675.
8. Ковалев М. В. Семантические модели и средства разработки искусственных нейронных сетей и их интеграции с базами знаний // *Информатика*. 2023. Т. 20, № 3. С. 90-105. DOI: 10.37661/1816-0301-2023-20-3-90-105.
9. Зейналов Дж.И., Алийев М.Э., Касумов Г.А., Аждарова Н.Дж. Нечеткие множества и скорость ее изменения // *Евразийский Союз Ученых. Серия: технические и физико-математические науки*. 2023. № 9(112). С. 18-21.
10. Ватян А.С., Гусарова Н.Ф., Добренко Н.В. Системы искусственного интеллекта. СПб.: Университет ИТМО, 2022. 186 с.
11. Логический подход к искусственному интеллекту: от классической логики к логическому программированию / А. Теиз, П. Грибомон, Ж. Луи и др. М.: Мир, 1990. 432 с.
12. Тараненко Д.П., Колесников А.В. Особенности делегирования полномочий в условиях развития дистанционных технологий управления // *Нормирование и оплата труда в промышленности*. 2021. № 12. С. 56-59. DOI: 10.33920/pro-3-2106-08.
13. Баркалов С.А., Моисеев С.И., Серебрякова Е.А. Математическая модель оптимального распределения ресурсов в строительной сфере в условиях их дефицита // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника*. 2023. Т. 23, № 1. С. 89-99. DOI: 10.14529/ctr230108.
14. Артемьева И.Л., Гуляева К.А. Логическая модель метаонтологии для разработки декларативной базы знаний предметной области, элементами которой являются системы сложной структуры // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии*. 2024. № 1. С. 5-27. DOI: 10.17308/sait/1995-5499/2024/1/5-27.

УДК 621:658.5
DOI 10.17513/snt.40245

ДИАГНОСТИКА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

Лубнина А.А.

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
Казань, e-mail: alsu1982@yandex.ru*

Инновационное развитие отраслей машиностроительного комплекса России имеет стратегически важное значение, поскольку от этого зависит технологическая оснащенность и других отраслей народного хозяйства. Целями статьи являются диагностика закономерностей инновационного развития отраслей промышленности, формирующих машиностроительный комплекс России, а также определение перспективных направлений научно-технологической трансформации и модернизации производственных бизнес-процессов. В статье использованы методы описательной статистики и корреляционно-регрессионного анализа. Диагностика статистических показателей отраслей, формирующих машиностроительный комплекс России, показала, что наибольшую инновационную и инновационную активность в 2023 г. продемонстрировали предприятия по выпуску электроники и производству прочих транспортных средств. Самые низкие характеристики инновационного развития отмечены на предприятиях по выпуску электрооборудования и производству автотранспорта. Согласно результатам корреляционно-регрессионного анализа, определена тесная прямая связь целевой переменной «производство инновационных товаров» с независимыми показателями «отгружено товаров и услуг», «инновационная активность предприятий», «разработка передовых технологий». На основе выявленных трендов и закономерностей разработан инструментарий стратегического развития инновационной трансформации машиностроительного комплекса. Результаты исследования могут быть встроены в контур государственных программ, направленных на повышение конкурентоспособности промышленности России посредством обеспечения технологического суверенитета.

Ключевые слова: инновационное развитие, машиностроительный комплекс, диагностика, корреляционно-регрессионный анализ, описательная статистика

DIAGNOSTICS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE MECHANICAL-BUILDING COMPLEX OF RUSSIA

Lubnina A.A.

Kazan National Research Technological University, Kazan, e-mail: alsu1982@yandex.ru

Innovative development of the branches of the mechanical engineering complex of Russia is of strategic importance, since the technological equipment of other branches of the national economy depends on it. The purpose of the article is to diagnose the patterns of innovative development of the industries that form the mechanical engineering complex of Russia, as well as to determine promising areas of scientific and technological transformation and modernization of production business processes. The article uses the methods of descriptive statistics and correlation and regression analysis. Diagnostics of statistical indicators of the industries that form the mechanical engineering complex of Russia showed that the highest innovative and innovation activity in 2023 was demonstrated by enterprises producing electronics and other vehicles. The lowest characteristics of innovative development were noted at enterprises producing electrical equipment and motor vehicles. According to the results of the correlation and regression analysis, a close direct dependence of the target variable «production of innovative goods» with independent indicators «shipped goods and services», «innovative activity of enterprises», «development of advanced technologies» was determined. Based on the identified trends and patterns, a toolkit for strategic development of innovative transformation of the machine-building complex has been developed. The results of the study can be integrated into the contour of state programs aimed at increasing the competitiveness of Russian industry by ensuring technological sovereignty.

Keywords: innovative development, mechanical engineering complex, diagnostics, correlation and regression analysis, descriptive statistics

Введение

Машиностроительный комплекс представляет собой самостоятельную отрасль промышленности, а также является важнейшим элементом экономической системы, обеспечивающим другие виды деятельности необходимым оборудованием. Следовательно, от уровня развития машиностроения зависит эффективность развития промышленности в целом, поскольку именно машиностроение обеспечивает скорость и качество перехода на новый технологический уклад, способствуя укреплению эконо-

мики страны. Анализ современных отечественных научных исследований позволил выявить следующие проблемы и перспективные направления развития машиностроения. Пространственные и структурные закономерности играют важнейшую роль в распределении научно-технологической, инновационной и производственной деятельности в России, поскольку именно географическая близость позволяет сократить логистические издержки и построить тесные связи между субъектами цепи поставок производства машиностроительной

продукции [1]. Следовательно, необходим поиск перспективных инновационных форм научно-технологической интеграции промышленных предприятий [2, 3]. Кроме того, для эффективного внедрения технологических инноваций на предприятиях машиностроения следует определить элементы модели комплексного развития [4]. Формирование нового облика отечественного машиностроения требует разработки и внедрения цифровых инноваций, а также совершенствования функционального моделирования процесса выведения инновационной продукции на рынок [5, 6]. Поиск и внедрение наилучших практик актуализируют задачи идентификации ключевых факторов успеха ведущих машиностроительных предприятий и изучения влияния глобальных тенденций на стратегическое развитие российского машиностроения [7, 8]. Создание современной архитектуры цифровой платформы проектирования инноваций в машиностроении позволит вывести отрасль на качественно новый уровень развития [9]. Рассмотренные проблемы и перспективы развития промышленности требуют детализации трендов инновационного развития отраслей машиностроительного комплекса, что обуславливает актуальность тематики данной статьи.

Целями исследования являются диагностика закономерностей инновационного развития отраслей промышленности, формирующих машиностроительный комплекс России, а также определение перспективных направлений научно-технологической трансформации и модернизации производственных бизнес-процессов. Цели исследования достигнуты посредством решения следующих задач:

- изучение отечественных исследований, направленных на выявление структурных закономерностей в распределении научно-технологической, инновационной и производственной активности машиностроительного комплекса России;
- определение методов и подходов к математическому моделированию и диагностике состояния отраслей, формирующих машиностроительный комплекс России;
- адаптация перспективных статистических инструментов моделирования инновационного развития отраслей машиностроения;
- интерпретация полученных результатов математического моделирования, выявление факторов, влияющих на инновационное и технологическое развитие отраслей;
- разработка инструментария стратегического развития инновационной трансформации машиностроительного комплекса России.

Объектом исследования являются отрасли, формирующие машиностроительный комплекс России, предметом исследования – перспективные тренды и закономерности инновационного развития отраслей.

Материалы и методы исследования

С целью диагностики инновационного развития машиностроительного комплекса России в исследовании использованы методы описательной статистики для анализа показателей научно-технологического развития 2023 г., а также применены методы корреляционно-регрессионного анализа для моделирования развития отраслей машиностроения. Информационную базу статьи сформировали статистические сборники и обзоры Росстата [10].

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно данным Росстата, машиностроительный комплекс Российской Федерации сформирован следующими отраслями промышленности: производство машин и оборудования (стационарные и передвижные технологии для различных отраслей промышленности); производство электроники (производство компьютеров, процессоров, микроэлектроники и нанотехнологий); производство электрооборудования (производство двигателей, генераторов, кабелей, бытовых приборов); производство автотранспорта (производство грузовых и пассажирских транспортных средств, прицепов, техническое обслуживание); производство прочих транспортных средств (производство стационарных и передвижных технологий для различных отраслей промышленности) [10].

Согласно данным Росстата, по объему произведенной продукции среди отраслей машиностроительного комплекса лидирует «производство прочих транспортных средств». Предприятиями данной отрасли в 2023 г. произведено товаров и услуг общим объемом 2,78 трлн руб. На втором месте по объемам производства – предприятия производства автотранспорта (2,04 трлн руб.). Также данные виды деятельности лидируют по объему производства инновационной продукции – 0,61 трлн руб. и 0,51 трлн руб. соответственно (рис. 1). Следовательно, рассматриваемые отрасли характеризуются производством конкурентоспособной продукции, обеспечивая технологический суверенитет и импортозамещение передовых технологий, однако не отличаются высокими показателями инновационной активности.



Рис. 1. График объема производства основной и инновационной продукции отраслями машиностроительного комплекса РФ в 2023 г.
Источник: построено автором по данным [10]



Рис. 2. График показателей, характеризующих инновационную активность отраслей машиностроительного комплекса РФ в 2023 г.
Источник: построено автором по данным [10]

К инновационно активным относят предприятия, имевшие затраты на производство новой продукции или выпускавшие усовершенствованную продукцию, а также проводившие научные исследования и разработки в отчетном году. По доле инновационно активных предприятий в общем объеме предприятий машиностроительного комплекса в 2023 г. лидирует производство электроники, где почти 50% предприятий производили новую или значительно усовершенствованную продукцию. При этом

наибольший удельный вес инновационных товаров в общем объеме производства машиностроительной отрасли в 2023 г. отмечен на предприятиях производства автотранспорта – 25,4% (рис. 2).

Для обеспечения импортозамещения машин и оборудования требуются разработка и внедрение отечественных передовых производственных технологий. В данном контексте лидерами в машиностроении являются предприятия производства электроники, которые в 2023 г. разработали

104 единицы передовых технологий, на втором месте – предприятия производства машин и оборудования – 67 единиц (рис. 3). При этом чаще остальных используют в своей деятельности передовые производственные технологии производители прочих транспортных средств, которые в 2023 г. применили в своей деятельности 28,5 тыс. единиц передовых технологий.

Обеспечение инновационного развития машиностроительного комплекса в соответ-

ствии с современными трендами требует значительных инвестиций в обновление основных производственных фондов, а также закупку новейших технологий и оборудования (рис. 4). На предприятиях производства электроники в 2023 г. более чем в два раза увеличились инвестиции в машины и оборудование, используемые при реконструкции основных производственных фондов, а также в 1,5 раза выросли инвестиции в модернизацию основных фондов.



Рис. 3. График показателей, характеризующих разработку и использование передовых технологий отраслями машиностроительного комплекса РФ в 2023 г.

Источник: построено автором по данным [10]



Рис. 4. График индекса инвестиций в основной капитал, направленных на обновление основных фондов машиностроительного комплекса РФ в 2023 г.

Источник: построено автором по данным [10]

Инструментарий стратегического развития инновационной трансформации машиностроительного комплекса

Направления развития	Инструменты стратегического развития
Увеличение объемов производства товаров и услуг	Развитие внутреннего рынка машиностроительной продукции посредством: совершенствования инструментов государственной поддержки предприятий, модернизации основных фондов, реинжиниринга бизнес-процессов, увеличения инвестиций в научно-исследовательские разработки, разработку инновационной продукции, привлечения квалифицированных кадров, повышения квалификации персонала и расширения компетенций, развития корпоративной культуры, привлечения молодых специалистов, расширения форм международного сотрудничества в части бенчмаркинга, расширения каналов сбыта и экспорта продукции, развития программ предоставления лизинга оборудования. Межотраслевое взаимодействие для создания надежных цепей поставок производства высокотехнологичной продукции и получения синергетического эффекта
Повышение инновационной активности предприятий отрасли	Внедрение технологий автоматизации и роботизации производств, позволяющих увеличить производительность труда и повысить качество производимой продукции. Развитие технологий 3D-печати, способных создавать сложные уникальные компоненты и конструкции из цифровых моделей, снижая отходы производства и увеличивая линейку инновационной продукции. Создание умных предприятий, управляемых искусственным интеллектом и интернетом вещей, внедрение технологий виртуальной и дополненной реальности. Акцент на экологизацию машиностроительных производств, а также создание энергосберегающей конкурентной продукции. Создание автономных транспортных систем и производств. Разработка и внедрение технологий беспилотных летающих аппаратов, имеющих особую актуальность для различных видов отраслей и широчайший потенциал применения
Разработка и внедрение передовых производственных технологий	Развитие передовых технологий в части минимизации времени производственного цикла посредством сокращения простоев и внедрения профилактических инструментов, в том числе инфракрасной томографии, акустического мониторинга, анализа вибраций, анализа масла, ИТ-системы удаленного онлайн-мониторинга состояния оборудования, углубленной аналитики и др.

Примечание: предложено автором.

Диагностика статистических показателей отраслей, формирующих машиностроительный комплекс России, показала, что наибольшую инновационную и инновационную активность в 2023 г. продемонстрировали предприятия по производству электроники и производству прочих транспортных средств. Самые низкие характеристики инновационного развития отмечены на предприятиях по выпуску электрооборудования и производству автотранспорта.

Для обобщения закономерностей инновационного развития в исследовании в качестве методов математического моделирования использован корреляционно-регрессионный анализ. В качестве зависимой переменной в работе определен показатель «производство инновационных товаров». Посредством корреляционного анализа выявлены показатели, имеющие тесную связь с зависимой переменной: отгружено товаров и услуг, млрд руб.; инновационная активность, %; разработка передовых технологий, единиц.

Таким образом, регрессионная модель инновационного развития машиностроительного комплекса РФ имеет вид:

$$Y = 264 + 1,61 \times a + 14,1 \times b + 2,4 \times c,$$

где Y – инновационные товары, млрд руб.; a – отгружено товаров и услуг, млрд руб.; b – инновационная активность, %; c – разработка передовых технологий, единиц.

Достоверность регрессионной модели подтверждает множественный коэффициент R^2 , следовательно, 97,3% дисперсии зависимой переменной объясняется влиянием выявленных независимых переменных.

Анализ машиностроительного комплекса РФ показал, что в целом данной отрасли присуща высокая инновационная активность, однако имеется разница по уровню развития отраслей машиностроения. Исходя из выявленных трендов и закономерностей, разработан инструментальный стратегический развития инновационной трансформации машиностроительного комплекса.

Машиностроительный комплекс является фундаментом развития промышленности в целом, поскольку результаты его деятельности используются в различных сферах производства и потребления, следовательно, от качества оборудования и технологий зависят эффективность развития экономики в целом, ее конкурентоспособность, устойчивость и безопасность.

Заклучение

Диагностика инновационного развития машиностроительного комплекса позволила сформулировать ряд научно-практических результатов.

Анализ современных отечественных научных исследований показал, что изучение проблем и определение перспектив развития машиностроительной отрасли являются популярными темами, однако требуется детализация трендов и закономерностей инновационного развития отраслей машиностроительного комплекса.

Диагностика статистических показателей отраслей, формирующих машиностроительный комплекс России, показала, что наибольшую инновационную и инновационную активность в 2023 г. продемонстрировали предприятия по выпуску электроники и производству прочих транспортных средств. Самые низкие характеристики инновационного развития отмечены на предприятиях по выпуску электрооборудования и производству автотранспорта.

Согласно результатам корреляционно-регрессионного анализа, определены показатели, имеющие тесную прямую связь с целевой переменной «производство инновационных товаров» – «отгружено товаров и услуг», «инновационная активность», «разработка передовых технологий». На основе выявленных трендов и закономерностей разработан инструментарий стратегического развития инновационной трансформации машиностроительного комплекса.

Результаты исследования могут быть встроены в контур государственных программ, направленных на повышение конкурентоспособности промышленности России посредством обеспечения технологического суверенитета.

Список литературы

1. Михайлов А.С., Максименко Д.Д., Максименко М.Р. Пространственные и структурные закономерности в распределении научно-технологической, инновационной и производственной деятельности в России // Балтийский регион. 2024. Т. 16, № 2. С. 41-62. DOI: 10.5922/2079-8555-2024-2-3.
2. Misbakhova Ch.A., Lubnina A.A., Arestova E.N., Isaichev V.A., Pavlikov S.G., Kozin M.N., Alenina E.E. Innovative Strategy for Increasing Competitiveness in Organizational Structures of Industrial Enterprises // Eurasian Journal of Analytical Chemistry. 2017. Vol. 12, No. 7b. P. 1563-1571. DOI: 10.12973/ejac.2017.00286a.
3. Лубнина А.А. Стратегия долевого сбережения как механизм развития химических предприятий // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17, № 11. С. 322-327.
4. Кошечева Е.О., Ляпина С.Ю., Дегтярева В.В. Элементы модели проектируемых услуг для обоснования внедрения технологических инноваций на предприятиях транспортного машиностроения // Бизнес. Образование. Право. 2023. № 1(62). С. 61-67. DOI: 10.25683/VOLBI.2023.62.523.
5. Позднеев Б.М. Цифровые инновации – основа формирования нового облика отечественного машиностроения // Стандарты и качество. 2021. № 3. С. 50-52.
6. Шинкевич А.И., Шумкин А.В. Функциональное моделирование процесса выведения инновационной продукции на рынок в машиностроении // Вестник университета. 2021. № 12. С. 47-54. DOI: 10.26425/1816-4277-2021-12-47-54.
7. Тырышкин Н.Р. Сравнительный анализ стратегических подходов ведущих машиностроительных предприятий, идентификация ключевых факторов успеха компаний-лидеров в России и Китае // Russian Economic Bulletin. 2024. Т. 7, № 4. С. 238-244. DOI 10.58224/2658-5286-2024-7-4-238-244.
8. Краюшкина В.В. Влияние глобальных тенденций на стратегическое развитие российского машиностроения // Экономическое возрождение России. 2024. № 2(80). С. 171-182. DOI: 10.37930/1990-9780-2024-2-80-171-182.
9. Белов В.Ф., Гаврюшин С.С., Занкин А.И. Архитектура цифровой платформы исследования и проектирования инноваций в машино- и приборостроении // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2021. № 3(732). С. 3-15. DOI: 10.18698/0536-1044-2021-3-3-15.
10. Росстат. Официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11189> (дата обращения: 01.10.2024).

УДК 004.8
DOI 10.17513/snt.40246

ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ ЧАСТОТ СЛОЕВ ИОНОСФЕРЫ

Лыткин Ф.С., Лыткин С.Д.

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный Федеральный университет им. М.К. Аммосова»,
Якутск, e-mail: flytkins@gmail.com

Целями исследования являются разработка и оценка эффективности модели глубокого обучения для автоматической интерпретации ионограмм с целью повышения точности определения параметров слоев ионосферы по сравнению с традиционными методами анализа. В статье представлена методика автоматической интерпретации ионограмм с использованием глубокого машинного обучения. Для обучения и тестирования модели были применены данные ионограммы, полученные с помощью ионозонда вертикального зондирования. Станция, расположенная в Якутске и входящая в глобальную сеть ионосферных станций, обеспечила многолетние наблюдения, необходимые для создания надежной и репрезентативной выборки. Предлагаемый метод основан на сверточных нейронных сетях, которые способны эффективно идентифицировать особенности на изображениях ионограмм, что позволяет автоматизировать процесс и повысить точность прогнозирования экстремальных значений ионосферы. Модель, обученная на выбранном наборе ионограмм, продемонстрировала достаточную точность прогноза. Результаты показали, что использование методов машинного обучения, в частности глубокого обучения, значительно повышает эффективность интерпретации ионограмм по сравнению с традиционными методами. Полученные данные подтверждают перспективность использования предложенного подхода в научных и практических задачах автоматизации анализа ионосферных данных.

Ключевые слова: сверточные нейронные сети, интерпретация ионограмм, ионосфера, глубокое машинное обучение

APPLICATION OF CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS FOR DETERMINING CRITICAL FREQUENCIES OF IONOSPHERIC LAYERS

Lytkin F.S., Lytkin S.D.

North-Eastern Federal University, Yakutsk, e-mail: flytkins@gmail.com

The aim of the study is to develop and evaluate the effectiveness of a deep learning model for automatic interpretation of ionograms in order to increase the accuracy of determining the parameters of the ionosphere layers compared with traditional analysis methods. The article presents a technique for automatic interpretation of ionograms using deep machine learning. To train and test the model, ionogram data obtained using a vertical sounding ionosonde were used. The station, located in Yakutsk and part of the global network of ionospheric stations, provided long-term observations necessary to create a reliable and representative sample. The proposed method is based on convolutional neural networks that are able to effectively identify features in ionogram images, which makes it possible to automate the process and increase the accuracy of forecasting extreme values of the ionosphere. The model trained on the selected set of ionograms demonstrated a prediction accuracy of 82.17%. The results showed that the use of machine learning methods, in particular deep learning, significantly increases the efficiency of ionogram interpretation compared to traditional methods. The data obtained confirm the prospects of using the proposed approach in scientific and practical tasks of automating the analysis of ionospheric data.

Keywords: convolutional neural networks, ionogram interpretation, ionosphere, deep machine learning

Введение

Ионосфера – это верхний слой атмосферы Земли, состоящий из заряженных частиц и свободных электронов. Она играет ключевую роль в обеспечении радиосвязи на большие расстояния благодаря способности отражать радиоволны обратно на Землю [1]. Одним из основных методов изучения ионосферы является вертикальное зондирование, результатом которого становятся ионограммы (рис. 1) – графические представления зависимости высоты отражения радиосигнала от его частоты [2].

Поскольку существующие методы автоматизации имеют низкую точность [3], эксперты выполняют разметку ионограмм вручную – это трудоемкий процесс, который подвержен человеческому фактору, в результате могут иметь место ошибки. В связи с увеличением объемов данных и необходимостью повышения точности анализа задача автоматизации этого процесса становится особенно актуальной. Традиционно интерпретация этих данных выполняется вручную или с использованием полуавтоматических алгоритмов, таких как ARTIST (Automatic Real-Time Ionogram Scaler with True Height).

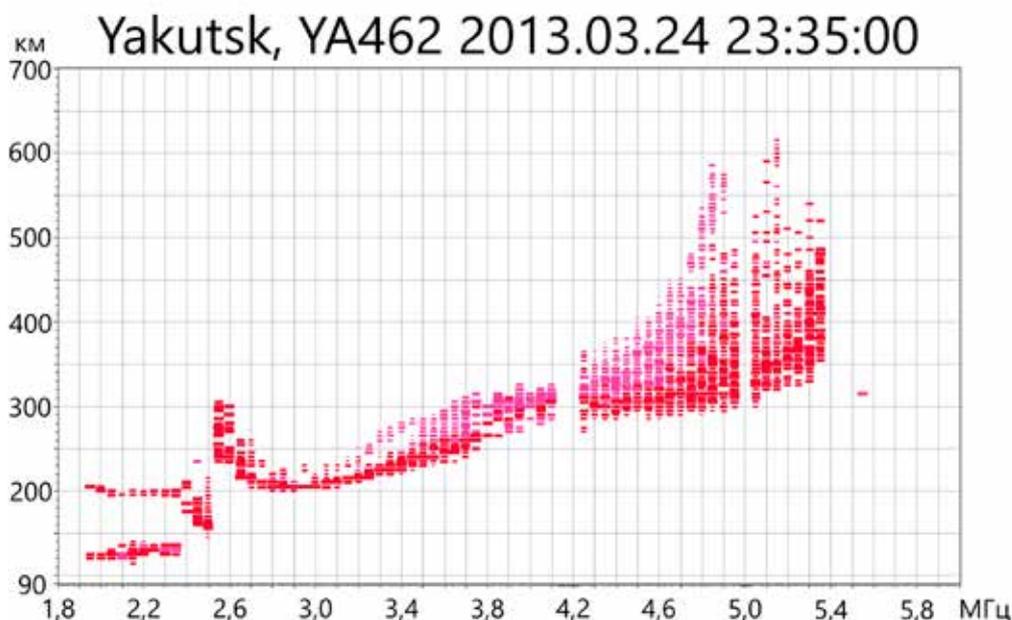


Рис. 1. Ионограмма, полученная в Якутске со станции YA462

Однако такие методы часто ошибаются, а также имеют низкую точность в сложных случаях. Например, ARTIST демонстрирует значительный уровень ошибок при определении слоя F1, включая ложные отрицательные результаты и пропуски наблюдаемых случаев [4]. Применение методов машинного обучения, особенно глубокого обучения, могло бы значительно улучшить точность анализа и автоматизировать процесс, снижая вероятность ошибок.

В последние годы было опубликовано несколько исследований, демонстрирующих успешное применение методов машинного обучения, особенно глубокого обучения, для анализа ионограмм [5, 6]. Преимущества глубокого обучения и сверточных нейронных сетей (CNN) были доказаны в различных задачах анализа данных и изображений, включая обработку ионограмм [7]. Исследования показывают, что CNN способны автоматически выделять признаки на изображениях, такие как слои ионосферы, что значительно упрощает процесс интерпретации и повышает точность анализа. Например, в работе Zheng Wang и соавторов был разработан метод автоматического анализа ионограмм и обнаружения ионосферных явлений с использованием глубокого обучения. Исследование базировалось на данных, собранных ионозондом на станции Хайнань за 14 лет (2002–2016), включавших более 500 000 изображений [5]. В нем применили современные модели глубокого обучения, такие как ResNet и EfficientNet, которые продемонстриро-

вали точность обнаружения ионосферных явлений более 97%. Предложенный подход, основанный исключительно на анализе визуальных признаков изображений, оказался более универсальным и эффективным по сравнению с традиционными методами обработки данных, и не зависящим от формата данных или параметров оборудования. Кроме того, в исследовании, проведенном Phongsachot Benchawattananon, были сравнены два метода машинного обучения – сверточные нейронные сети и машины опорных векторов (SVM) – для автоматической классификации ионограмм. Результаты показали, что CNN достигли наивысшей точности классификации – до 92,9% – благодаря способности автоматически выделять значимые признаки на изображениях. SVM, в свою очередь, продемонстрировали точность до 87,0%, показывая лучшие результаты при работе с небольшими выборками данных. Сравнение этих методов подтвердило, что CNN являются более универсальным и эффективным инструментом для анализа ионограмм, особенно при наличии большого объема данных, в то время как SVM остаются надежным вариантом для задач с ограниченными наборами данных [6]. В другом исследовании, проведенном С.А. Долгачевой и соавторами, была разработана модель на основе сверточных нейронных сетей для автоматической интерпретации высокоширотных ионограмм CADI [8]. Используя данные из 283 901 ионограммы для обучения и 60 626 для тестирования, модели достигли точности опре-

деления слоев ионосферы до 91%. Средняя абсолютная ошибка для частот варьировалась от 0,27 до 0,66 МГц, а для высот – от 6,2 до 32 км. Это исследование подтвердило потенциал CNN в автоматизации анализа данных высокоширотной ионосферы, что позволит значительно сократить трудозатраты при ручной обработке и повысить точность интерпретации.

Цели исследования – разработка и оценка эффективности модели глубокого обучения для автоматической интерпретации ионограмм с целью повышения точности определения параметров ионосферных слоев по сравнению с традиционными методами анализа.

Материал и методы исследования

Для обучения и тестирования модели использовались данные ионограмм, полученные с помощью ионозонда вертикального зондирования DPS4. Станция, расположенная в Якутске и входящая в мировую сеть ионосферных станций под кодом YA462, обеспечила многолетний объем наблюдений, необходимых для создания надежной и репрезентативной выборки. Использование такой базы данных обуславливает высокую достоверность результатов, так как она охватывает различные условия ионосферной активности, включая сезонные и суточные изменения. Эти ионограммы представляют собой графические зависимости времени задержки радиосигналов, отраженных от слоев ионосферы, от их частоты. Изначально данные хранились в двоичном формате GRM, который был преобразован в удобный для анализа вид. Этот процесс включал извлечение необходимых параметров и последующее представление данных в виде изображений. Ионограммы были представлены в виде изображений фиксированного размера, где каждая точка соответствует частотно-высотной характеристике сигнала. Размеры изображений были уменьшены до 128×128 пикселей и сохранены в градациях серого, что позволило сохранить важные особенности исходных данных, такие как амплитуда сигнала и поляризация сигнала в виде О-поляризации и Х-поляризации (рис. 2).

Горизонтальная ось соответствует частоте сигнала, а вертикальная ось – высоте отражения. После анализа имеющихся ионограмм было решено установить максимальные значения на 7 МГц по горизонтали и 700 км по вертикали, чтобы отбросить пустые зоны. Были отфильтрованы значения амплитуды, оставлены только значимые сигналы в диапазоне от 6 до 23 дБ. Для обучения модели были выбраны ионограммы

с вручную размеченными слоями E, F1, F2. Для каждого слоя отмечались два параметра: начало и конец. Пример разметки трех слоев можно увидеть на рисунке 3.

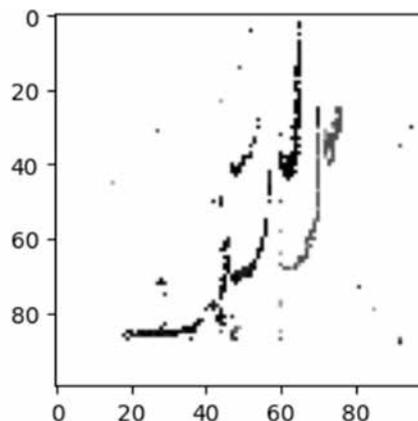


Рис. 2. Стандартизированное изображение ионограммы

Для автоматической интерпретации ионограмм использовалась сверточная нейронная сеть, оптимизированная для задач выделения особенностей на изображениях. Для разработки и обучения модели была выбрана библиотека TensorFlow вследствие ее широкого распространения и наличия обширной документации и литературы. Архитектура модели была разработана таким образом, чтобы эффективно обрабатывать двумерные данные частотно-высотной зависимости, выделяя параметры ионосферных слоев. Оптимальные параметры модели, такие как размер ядра свертки, количество фильтров и глубина сети, были определены после серии тестов. Архитектура разработанной модели включает входной слой, несколько сверточных блоков и финальные полносвязные слои, что позволяет эффективно выделять ключевые признаки ионосферных слоев. Входной слой модели принимает изображения фиксированного размера 128×128 пикселей с одним каналом (градации серого). Для извлечения признаков используются пять сверточных блоков, каждый из которых включает сверточный слой (Conv2D) с ядром размера 3×3, функцию активации ReLU, нормализацию пакетов (BatchNormalization), которая способствует улучшению устойчивости и ускорению обучения, а также слой подвыборки (MaxPooling2D), уменьшающий размерность данных при сохранении их основных характеристик. В каждом последующем блоке увеличивается количество фильтров: 16, 32, 64, 128 и 256, что позволяет извлекать как общие, так и более детализированные признаки.

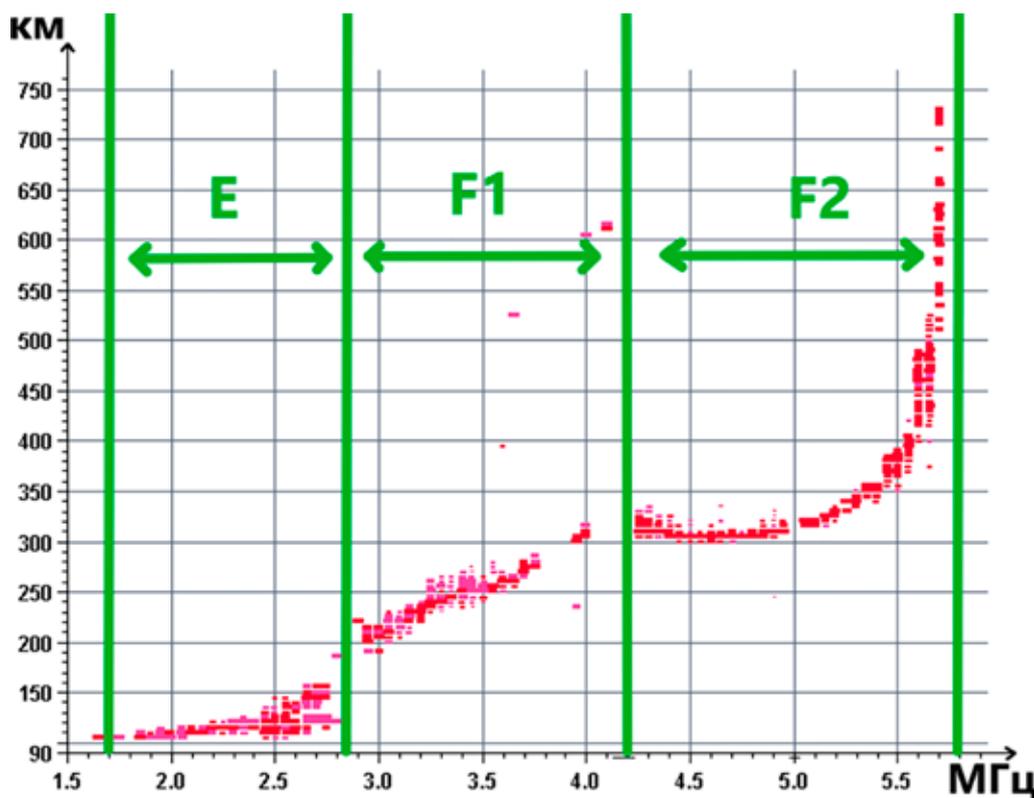


Рис. 3. Визуализация разметки слоев E, F1, F2 на ионограмме

Для предотвращения переобучения используется слой Dropout, который помогает улучшить обобщающие способности модели. На выходе модель предсказывает шесть параметров, соответствующих частотам начала и конца экстремумов слоев E, F1 и F2. В процессе обучения отслеживалась динамика функции потерь на обучающей и валидационной выборках. За 40 эпох модель достигла стабильной сходимости, при этом средняя абсолютная ошибка (MAE) продемонстрировала устойчивое снижение.

Для оптимизации обучения использовался алгоритм Adam (Adaptive Moment Estimation) с начальной скоростью обучения 0,001. В качестве функции потерь применялась средняя абсолютная ошибка для каждого из выходов. Для улучшения обучения и предотвращения застывания модели на плато использовался алгоритм ReduceLROnPlateau, который снижал скорость обучения при отсутствии улучшения метрики валидации.

Результаты исследования и их обсуждение

Модель, основанная на сверточной нейронной сети, была обучена на выборке из 2679 ионограмм. Результаты оценки модели показали, что она способна достаточно точно предсказывать экстремумы

слоев ионосферы. MAE для слоя E составила 0,14 МГц для начального экстремума и 0,19 МГц для конечного, что можно объяснить четкой выраженностью этих слоев на большинстве ионограмм. Для слоя F1, который часто сложнее различить из-за его слабой выраженности, ошибка составила 0,24 МГц (начало) и 0,23 МГц (конец). Это подтверждает, что модель способна обрабатывать даже менее выраженные слои, хотя точность в таких случаях может быть ниже. Слой F2, являющийся более выраженным, дал меньшую ошибку: 0,24 МГц (начало) и 0,20 МГц (конец). Несмотря на то что ошибка при определении слоя F1 выше, чем для остальных слоев, процесс его обучения происходит быстрее. Это подтверждается графиками изменения функции потерь в зависимости от количества эпох, представленными на рисунке 4. Возможно, это связано с тем, что параметры слоя F1 демонстрируют большую стабильность.

Общая точность модели составила 82,17% (табл. 1), что значительно лучше по сравнению с традиционными методами, такими как ARTIST. Это подтверждает эффективность использования сверточных нейронных сетей для автоматической интерпретации ионограмм. В процессе обучения и оценки модели отслеживались метрики в виде средней абсолютной ошибки в ме-

гагерцах. Визуальный анализ предсказаний показал, что модель корректно определяет экстремумы слоев ионосферы, даже в случаях с частично выраженными или шумными данными. Например, для стандартных ионограмм с четкими кривыми предсказанные параметры практически полностью совпадают с реальными значениями. В редких случаях, где наблюдаются отклонения, они связаны с низкой амплитудой сигнала или наличием значительного шума. Проведенные тесты подтвердили, что предложенный метод подходит для решения задачи автоматической интерпретации ионограмм

и может быть использован для дальнейших исследований.

Можно провести сравнение только с данными из статьи С.А. Долгачевой с соавт. [8], поскольку статья Phongsachot Benchawattananon с соавт. [6] решает совсем другую задачу – классификацию явления Spread-F. Параметры E_end, F1_end и F2_end в модели авторов соответствуют параметрам foE, foF1 и foF2 в статье С.А. Долгачевой с соавт. [8].

Модель авторов исследования демонстрирует более высокую точность, что может быть обусловлено рядом факторов (табл. 2).

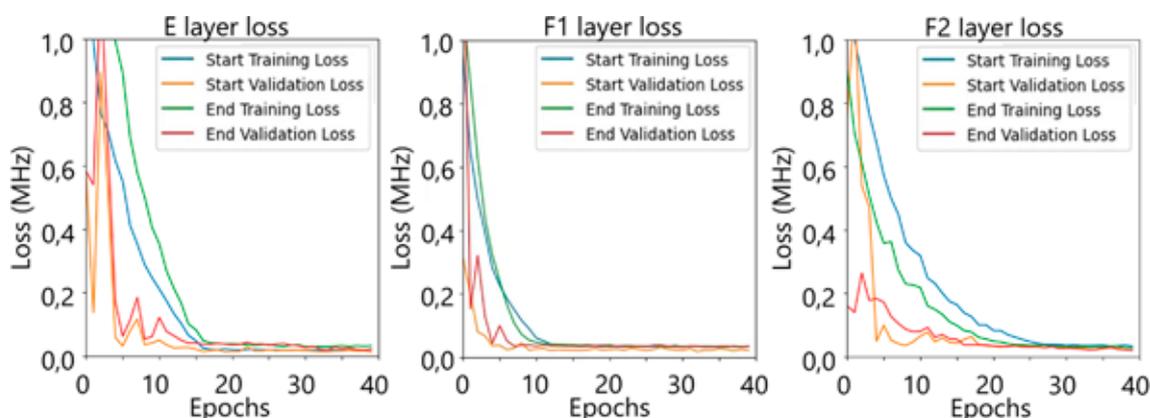


Рис. 4. Графики потерь от количества эпох для каждого слоя

Таблица 1

Точность предсказания параметров слоев ионосферы

	Абсолютная средняя ошибка (МГц)	Абсолютная средняя ошибка в процентах (%)	Точность прогноза (%)
E_start	0,1358	1,94	98,06
E_end	0,1939	2,77	97,23
F1_start	0,2345	3,35	96,65
F1_end	0,2401	3,43	96,57
F2_start	0,2359	2,97	97,03
F2_end	0,2079	3,37	96,63
Суммарный результат	1,2481	17,83	82,17

Таблица 2

Сравнение результатов

Параметр	MAE модели авторов (МГц)	MAE в статье С.А. Долгачевой с соавт. (МГц)	Ассигуру модели авторов (%)	Ассигуру в статье С.А. Долгачевой с соавт. (%)
E_end (foE)	0,1939	0,39	97,23	88
F1_end (foF1)	0,2401	0,43	96,57	91
F2_end (foF2)	0,2079	0,4	96,63	89

Во-первых, различия в данных могут объясняться географическим расположением станций, так как они находятся в разных точках Земли и фиксируют разные условия ионосферной активности. Во-вторых, влияние могли оказать особенности архитектуры и параметров самой модели, включая используемые методы предобработки данных, выбор гиперпараметров и алгоритмы оптимизации. Эти факторы в совокупности могли способствовать улучшению точности прогнозирования параметров ионосферы в предложенной модели.

Для сравнения также следует упомянуть алгоритм ARTIST, который широко используется для автоматической обработки ионограмм. Известно, что ARTIST демонстрирует высокую точность при обработке ионограмм, полученных в средних широтах, достигая более 90% [4]. Однако точность значительно уменьшается в районах, близких к северному полярному кругу. Это связано с особенностями поведения ионосферы в этих высокоширотных областях, где структура ионосферных слоев становится более сложной.

В отличие от ARTIST, модель авторов, обученная на репрезентативных данных станции YA462, демонстрирует существенно более высокую точность, что подтверждается значениями MAE для параметров E_{end} , $F1_{end}$ и $F2_{end}$. Это свидетельствует о том, что предложенный подход способен эффективно учитывать региональные особенности ионосферы и обеспечивать более надежную интерпретацию ионограмм.

Заключение

Разработана модель глубокого обучения для автоматической интерпретации ионограмм и определена ее точность. Полученные результаты подтверждают, что нейросети могут быть эффективным инструментом для автоматизации процесса анализа ионограмм, позволяя значительно ускорить интерпретацию и повысить точность по сравнению с традиционными методами. Несмотря на достигнутую точность, модель имеет ограничения, связанные с обработкой аномальных данных и влиянием шума

на результаты. Для дальнейшего улучшения точности необходимо расширить обучающий набор данных, а также исследовать возможности использования более сложных архитектур нейронных сетей. В перспективе разработанный метод может быть интегрирован в существующие системы анализа ионограмм, что позволит улучшить процесс интерпретации данных и повысить качество прогноза характеристик ионосферы.

Список литературы

1. Бова Ю.И., Крюковский А.С., Лукин Д.С. Распространение частотно-модулированного излучения электромагнитных волн в ионосфере Земли с учетом поглощения и внешнего магнитного поля // Радиотехника и электроника. 2019. Т. 64, № 1. С. 3-14. URL: <https://sciencejournals.ru/cgi/getPDF.pl?jid=radel&year=2019&vol=64&iss=1&file=RadE11901003Bova.pdf> (дата обращения: 04.12.2024). DOI: 10.1134/S0033849419010030.
2. Медникова Н.В. Руководство URSI по интерпретации и обработке ионограмм. М.: Наука, 1977. 343 с.
3. Выставной В.М., Макарова Л.Н., Широчков А.В., Егорова Л.В. Исследования высокоширотной ионосферы методом вертикального зондирования с использованием современного цифрового ионозонда CADI // Гелиогеофизические исследования. 2013. № 4. С. 1–10. URL: <http://vestnik.geospace.ru/index.php?id=163> (дата обращения 04.10.2024).
4. Stankov S.M., Verhulst T.G.W., Sapundjiev D. Automatic Ionospheric Weather Monitoring With DPS-4D Ionosonde and ARTIST-5 Autoscaler: System Performance at a Mid-Latitude Observatory // Radio Science. 2023. Vol. 58. Is. 2. DOI: 10.1029/2022RS007628.
5. Wang Zh., Zhan M., Gao P., Wang G., Qiu Ch., Qi Q., Shi J., Wang X. Automatic Detection and Classification of Spread-F From Ionosonde at Hainan With Image-Based Deep Learning Method // Space Weather. 2023. Vol. 21. Is. 11. DOI: 10.1029/2023SW003498.
6. Benchawattananon Ph., Siritaratiwat A., Supnithi P., Nishioka M., Perwitasari S., Suthisopapan P., Kruesubthaworn A. Automatic classification of spread-F types in ionogram images using support vector machine and convolutional neural network // Earth, Planets and Space. 2024. Vol. 76. Is. 56. DOI: 10.1186/s40623-024-02002-x.
7. Ямашкин С.А., Ямашкина Е.О., Коваленко С.М. Принципы построения сверточно-рекуррентной нейросетевой модели для прогнозирования пространственно-временных процессов // Наука и бизнес: пути развития. 2020. № 9. С. 154-156. URL: [http://globaljournals.ru/assets/files/journals/science-and-business/111/sb-9\(111\)-2020-main.pdf](http://globaljournals.ru/assets/files/journals/science-and-business/111/sb-9(111)-2020-main.pdf) (дата обращения: 04.10.2024).
8. Долгачева С.А., Николаев А.В., Макарова Л.Н. Автоматическая интерпретация высокоширотных ионограмм CADI: обнаружение слоев E, Es, F1 и F2 // Physics of Auroral Phenomena. 2021. Т. 44, № 1. С. 133-136. DOI: 10.51981/2588-0039.2021.44.031.

УДК 004.6:004.75
DOI 10.17513/snt.40247

РАЗРАБОТКА НА ПЛАТФОРМЕ «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ» КОНФИГУРАЦИИ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ВУЗА

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

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

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

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

Цель исследования состоит в разработке на платформе «1С: Предприятие» конфигурации для информационной поддержки организации деятельности преподавателя вуза и в настройке ее интеграционного взаимодействия с веб-ресурсом проверки оригинальности текстов и чат-ботом в мессенджере «Телеграм». В конфигурации выделены функциональные блоки: «Кафедра», «Учебно-методическая работа», «Научно-исследовательская работа», «Обмен Антиплагиат», «Обмен с Телеграм». Первые три модуля предназначены для автоматического заполнения и формирования отчетных документов, отражающих результаты деятельности преподавателя по каждому из ее структурных элементов, хранения учебно-методической и отчетной документации, а также учебных студенческих работ в единой информационной базе. Для оптимизации информационного и файлового обмена участников образовательного процесса использованы интеграционные механизмы прикладного решения с внешними ресурсами и сервисами (Text.ru и Telegram). Практическая реализация функциональных возможностей конфигурации позволит рационализировать и повысить эффективность бизнес-процесса деятельности преподавателя с точки зрения автоматизации формирования отчетной документации и информационного взаимодействия участников. Часть выполняемых преподавателем рутинных операций будет передана виртуальному помощнику (чат-боту), обучающиеся получат возможность быстрого доступа к требуемой информации в виде файлов методических указаний, контактов преподавателей, сроков сдачи и статуса отправленной на проверку работы.

Ключевые слова: деятельность преподавателя вуза, бизнес-процесс, конфигурация, технологическая платформа «1С: Предприятие», информационный и файловый обмен, интеграция, веб-ресурс, программный интерфейс приложения (API – application programming interface)

DEVELOPMENT OF A CONFIGURATION FOR INFORMATION SUPPORT OF THE ORGANIZATION OF ACTIVITIES ON THE 1C: ENTERPRISE PLATFORM UNIVERSITY TEACHER

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

¹*Central Russian Institute of Management – Branch of RANEP, Ore,*

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

³*LLC «BINOM», Ore, e-mail: info@binomrel.ru*

The objective of the study is to develop a configuration on the 1C: Enterprise platform for information support of the organization of the university teacher's activities and to set up its integrated interaction with a web resource for checking the originality of texts and a chat bot in the Telegram messenger. The configuration contains the following functional blocks: "Department", "Educational and methodological work", "Research work", "Anti-plagiarism exchange", "Exchange with Telegram". The first three modules are designed to automatically fill in and generate reporting documents reflecting the results of the teacher's activities for each of its structural elements, storing educational and methodological and reporting documentation, as well as student academic work in a single information base. To optimize the information and file exchange of participants in the educational process, integration mechanisms of the application solution with external resources and services (Text.ru and Telegram) are used. Practical implementation of the configuration's functionality will streamline and improve the efficiency of the business process of the teacher's activities in terms of automating the formation of reporting documentation and information interaction of participants. Some of the routine operations performed by the teacher will be transferred to a virtual assistant (chat bot), students will be able to quickly access the required information in the form of methodological instructions files, teacher contacts, deadlines and the status of the work sent for review.

Keywords: university teacher activity, business process, technological platform "1C: Enterprise", configuration, information and file exchange, integration, web resource, application programming interface (API)

Введение

В современных условиях профессионально-педагогическая деятельность преподавателя высшего учебного заведения представляет собой сложноорганизован-

ную многокомпонентную систему, направленную на решение целого комплекса взаимосвязанных между собой задач в процессе профессиональной подготовки специалистов (рис. 1).

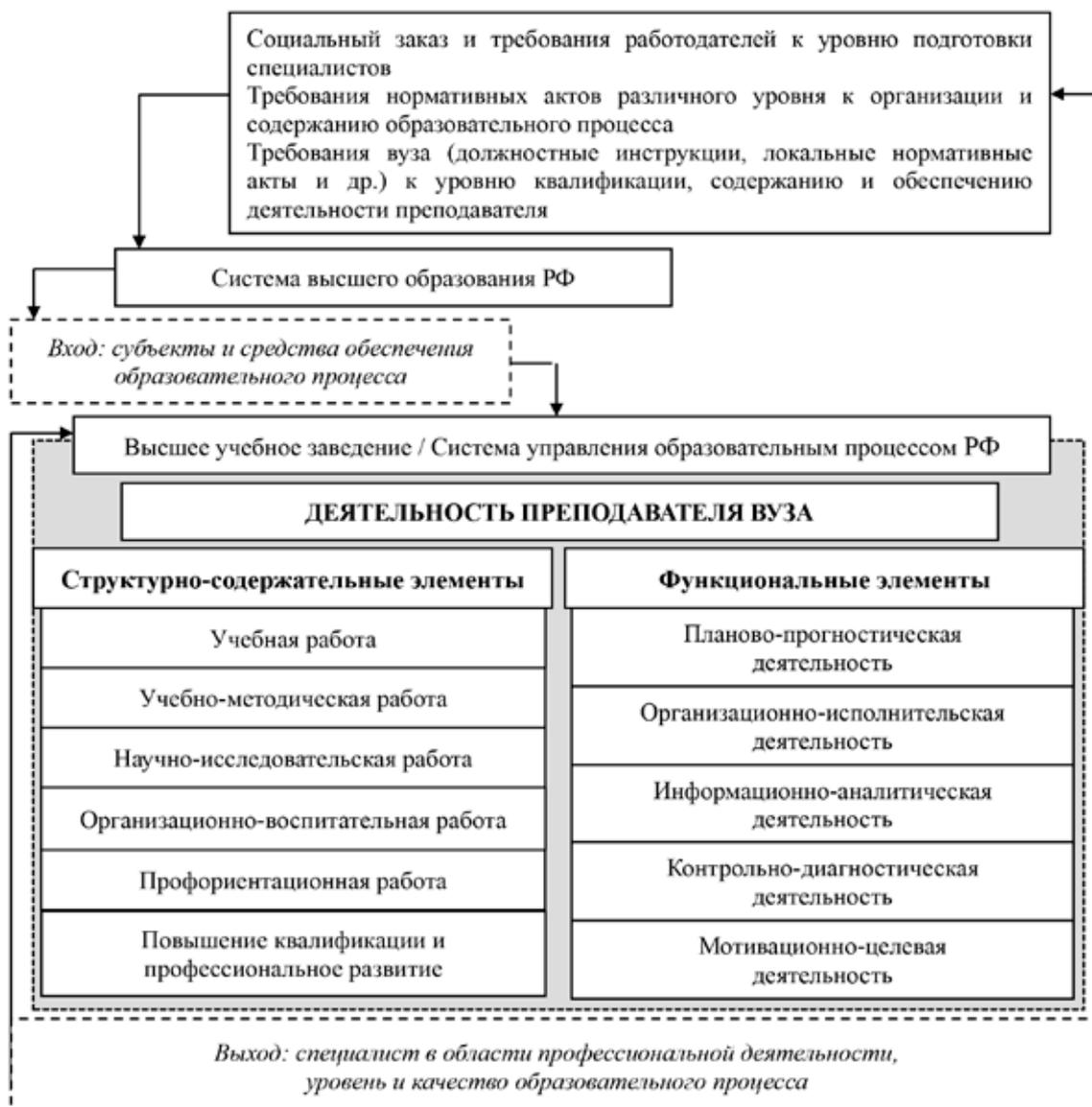


Рис. 1. Деятельность преподавателя вуза в системе профессиональной подготовки специалистов
Источник: составлено авторами

Система внешних требований к организации профессионально-педагогической деятельности включает социальный заказ и ожидания работодателей к уровню сформированности компетенций выпускников, а также совокупность законодательных и нормативно-правовых актов различного уровня (Федеральный закон «Об образовании», федеральные государственные образовательные и профессиональные стандарты, приказы и постановления Правительства РФ и др.), регламентирующих требования к организации, содержанию и обеспечению образовательного процесса. В рамках образовательной организации высшего образования деятельность профес-

сорско-преподавательского состава определяется локальными нормативными актами и должностными инструкциями. По своей сути модель образовательного процесса представляет собой циклическую структуру подготовки кадров в определенной области профессиональной деятельности, требования к его организации регулярно дополняются и корректируются с учетом меняющихся внешних и внутренних условий реализации и анализа полученных на выходе результатов. Структура деятельности преподавателя вуза по подготовке высококвалифицированных специалистов включает содержательную и функциональную составляющие.

Таблица 1

Содержание направлений профессионально-педагогической деятельности

Направления деятельности	Содержание
Учебная работа	– организация и проведение различных видов аудиторных занятий (лекционных, практических, лабораторных); – консультирование обучающихся; – руководство практической подготовкой студентов; – организация и проведения текущей и промежуточной аттестации; – проверка и рецензирование учебных работ обучающихся; – руководство выпускными квалификационными работами и др.
Учебно-методическая работа	– разработка структурных элементов образовательной программы, обеспечивающих реализацию учебных дисциплин и практик (рабочая программа, фонд оценочных средств и т.д.); – разработка учебно-методических пособий и практикумов; – подготовка к учебным занятиям и др.
Научно-исследовательская работа	– организация и проведение научных исследований в области профессиональной деятельности реализуемых образовательных программ; – организация и руководство научно-исследовательской работой студентов; – подготовка и публикация научных статей, монографий; – апробация результатов исследований и выступления с докладами на научно-практических конференциях; – рецензирование научных статей и монографий; – участие в грантовых программах и др.
Организационно-воспитательная работа	– организация воспитательной работы со студентами во время аудиторных занятий и внеаудиторных мероприятий; – организация взаимодействия с работодателями; – организация участия в спортивных и культурно-массовых мероприятиях и др.
Профориентационная работа	– организация проведения мероприятий, направленных на привлечение абитуриентов и профессиональное самоопределение выпускников школ и СПО
Повышение квалификации и профессиональное развитие	– повышение квалификации по программам дополнительного профессионального образования в целях расширения профессиональной компетентности и личностного развития

Источник: составлено авторами.

С содержательной точки зрения профессионально-педагогическая деятельность представляет собой совокупность нескольких направлений, сущность и содержание которых систематизированы в таблице 1.

В настоящее время ключевым системообразующим фактором развития и функционирования выделенных процессов является использование цифровых технологий и сервисов. Инновационно-технологические изменения внешней и внутренней среды организации образовательного процесса, обусловленные стремительным развитием цифровых технологий и изменившимся форматом требований к уровню сформированности компетенций как обучающихся, так и преподавателей, требуют постоянного профессионального развития преподавателя и формирования обновленной среды осуществления его деятельности. В условиях цифровой трансформации всех сфер жизнедеятельности общества образовательные

учреждения должны оперативно адаптироваться к высоким темпам информационно-технологического развития, требованиям к определенному уровню цифровой зрелости и новым высокотехнологичным формам организации образовательного процесса. Многопрофильный характер деятельности высших учебных заведений определяет потребность в комплексной цифровой трансформации нескольких взаимосвязанных контуров:

– непосредственно самого образовательного процесса и управления функционированием каждого из его подпроцессов (учебной, учебно-методической, научно-исследовательской, организационно-воспитательной и профориентационной деятельности);

– административного управления и системы информационного взаимодействия участников образовательной деятельности всех уровней.

Это обуславливает определенные трудности формирования единого информационно-технологического пространства, связанные с обеспечением единых принципов и стандартов функционирования его компонентов: информационных ресурсов, соответствующих организационных структур, форм, каналов и технологий информационного взаимодействия.

Практически каждое высшее учебное заведение имеет в текущий момент стратегию цифровой трансформации, определяющую направления повышения уровня его цифровой зрелости.

Стратегия включает необходимость решения следующих задач:

- создание системы управления данными и формирование культуры работы с ними;
- повышение цифровой компетентности участников образовательного процесса;
- модернизация инфраструктуры и создание единой цифровой образовательной среды, способной оперативно адаптироваться к стремительным изменениям ИТ-сферы, требованиям регуляторов, потребностям и запросам работодателей;
- построение цифровой инфраструктуры организации научно-исследовательской деятельности и управления ее результатами;

– развитие цифровых образовательных сервисов, охватывающих все бизнес-процессы образовательного учреждения и объединяющих участников и заинтересованных лиц в единой цифровой экосистеме взаимодействия.

Одной из ключевых проблем, препятствующих быстрому достижению обозначенных целей, является использование вузами большого количества ИТ-решений, «лоскутно» автоматизирующих определенные участки образовательного и административно-управленческого процессов, и отсутствие их полноценной интеграции как между собой, так и с внешними информационными ресурсами и сервисами.

К примеру, если рассматривать ИТ-обеспечение бизнес-архитектуры Среднерусского института управления – филиала РАНХиГС (рис. 2), то в текущий момент ее функционирование обеспечивается веб-сервисами и ресурсами, архитектурой используемых прикладных решений, локальной ИТ-инфраструктурой филиалов, службами управления ИТ и информационной безопасностью.

Практически каждый выделенный блок в той или иной степени включает элементы ИТ-обеспечения деятельности преподавателя.

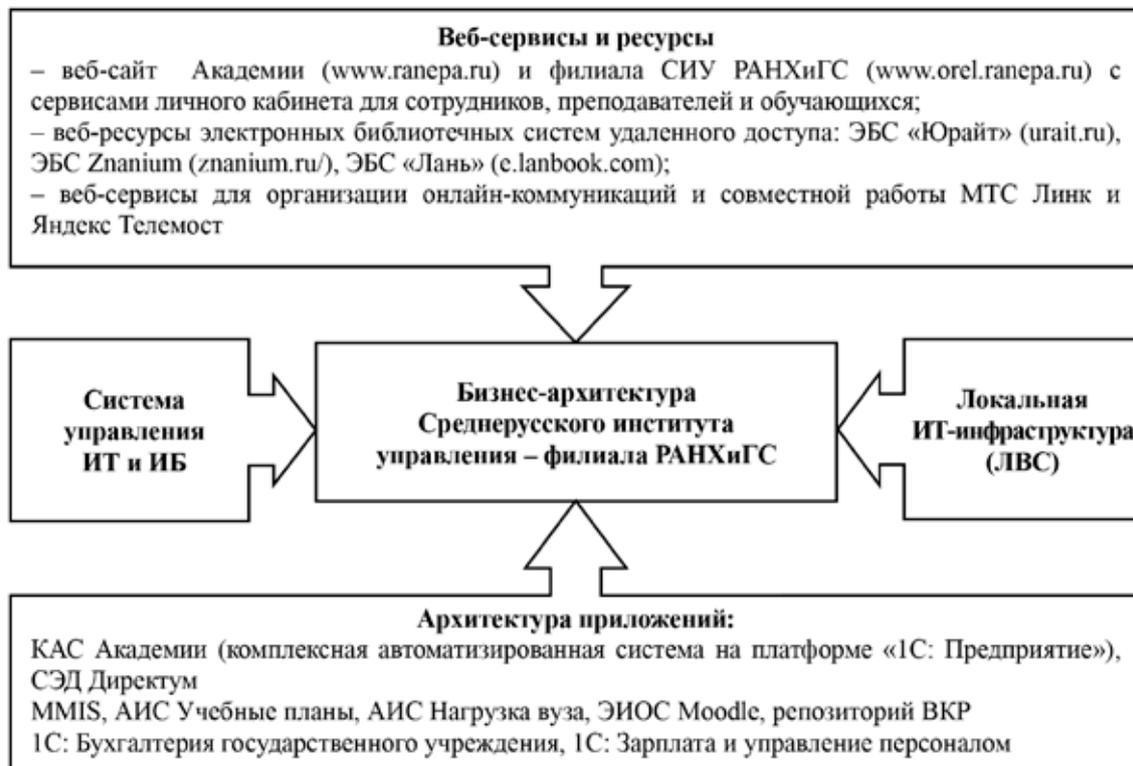


Рис. 2. Информационно-технологическое пространство СИУ – филиала РАНХиГС
Источник: составлено авторами

Так, на сайте Академии имеются сервисы личных кабинетов преподавателей с возможностью доступа к системе дополнительного профессионального образования и подачи документов для прохождения реализуемых Академией курсов повышения квалификации, к системе проверки работ на оригинальность и заполнения профилей сотрудников. Система профилей сотрудников предназначена для агрегированного сбора и хранения информации о научно-педагогической деятельности преподавателей в целях ее последующей автоматизированной аналитической обработки для получения отчета о научно-исследовательском потенциале Академии, автоматизации процедуры аттестации и рейтингования сотрудников.

Общеакадемическая цифровая образовательная среда представлена системой дистанционного образования Moodle, в которой преподаватели имеют возможность разместить информацию и учебно-методическое сопровождение по реализуемым дисциплинам и курсам, а обучающиеся – получить доступ к ней и к данным актуального расписания и собственной академической успеваемости.

Для электронного документального сопровождения реализации образовательных программ (регистрация и согласование приказов о прохождении практической подготовки, тематики выпускных квалификационных работ и др.) используется СЭД «Директум». Значительная часть процессов образовательной деятельности и учебного цикла Президентской академии и всех ее филиалов автоматизирована в КАС Академии, разработанной на базе технологической платформы «1С: Предприятие». Основные модули КАС управления вузом обеспечивают автоматизированный учет и управление контингентом, начиная с момента подачи заявления на поступление в статусе абитуриента до отчисления в связи окончанием обучения. В отношении организации деятельности преподавателя предусмотрены модули расчета нагрузки и формирования расписания. Однако Среднерусский институт управления – филиал РАНХиГС использует в этих целях специализированное программное обеспечение: АИС «Учебные планы», АИС «Нагрузка вуза» и ММИС для составления учебного расписания. Это обусловлено тем, что указанные программные продукты от лаборатории ММИС интегрированы между собой и позволяют комплексно подойти к автоматизации организации учебного процесса.

Таким образом, в рассматриваемой образовательной организации, как и в подавляю-

щем большинстве вузов, комплекс используемых программных продуктов направлен на автоматизацию организации образовательного процесса. При этом организация профессионально-педагогической деятельности отдельного преподавателя и ее документального сопровождения на уровне кафедры остается неавтоматизированной или предполагает необходимость использования большого количества программных продуктов и информационных систем.

Цель исследования состоит в разработке на платформе «1С: Предприятие» конфигурации для информационной поддержки организации деятельности преподавателя вуза и настройке ее интеграционного взаимодействия с HTTP-сервисом проверки оригинальности текстов и чат-ботом в мессенджере «Телеграм» для оптимизации процессов информационного и файлового обмена.

Материалы и методы исследования

При исследовании предметной области авторами проведен анализ системы нормативного регулирования организации образовательной деятельности в целом и деятельности преподавателя, что позволило определить составляющие ее структурно-содержательные и функциональные элементы в системе профессиональной подготовки специалистов, идентифицировать содержание направлений профессионально-педагогической деятельности преподавателя вуза, как основы для оценки текущего уровня автоматизации бизнес-процесса «Организация деятельности преподавателя». Для выявления функциональных разрывов в его информационно-технологическом обеспечении проведен анализ личного опыта, эмпирические исследования и изучены труды авторов, посвященные теоретико-методологической базе организации профессиональной деятельности преподавателя и управления учебно-методической деятельностью вуза, направлениям информационно-методического сопровождения образовательного процесса и специфическим особенностям его организации в условиях цифровизации. В частности, Павлова Э.Т. выделяет организацию учебно-методической работы преподавателя как одно из основных факторов повышения качества образовательного процесса в вузе [1]. Никуленкова О.Е., Демченко Н.Ю., Власова В.И., исследуя особенности организации обучения в высшей школе, делают вывод о том, что в «настоящий момент происходит трансформация требований к деятельности организаций высшего образования, связанная с необходимостью углубления и расширения применения циф-

ровых технологий в ходе педагогической деятельности» [2, с. 402]. Это относится не только к созданию электронной образовательной среды вуза, но и к документационному сопровождению деятельности преподавателя, а также к формату организации коммуникаций. Так, Сидорова С.Н., определяя направления информационно-методического сопровождения образовательного процесса, выделяет в качестве ключевого «упорядоченный обмен информацией между всеми участниками...» [3, с. 188]. В настоящее время проводятся исследования и разработки в области цифровой трансформации образовательной среды, посвященные: теоретическим и практическим аспектам интеграции цифрового пространства вуза путем внедрения личных кабинетов студентов, преподавателей и абитуриентов [4], автоматизации отдельных видов методической работы преподавателей: составление экзаменационных билетов [5], учет и хранение курсовых работ [6] и др. с использованием различных сред разработки (MS Excel, MS Access). Учитывая цель настоящего исследования, проведен анализ работ, посвященных использованию типовых конфигураций компании «1С» для автоматизации основных бизнес-процессов высшего учебного заведения [7]. При этом особое внимание уделено практико-ориентированным исследованиям, описывающим результаты разработки прикладных решений, автоматизирующих учет, хранение, обработку и анализ информации с использованием возможностей технологической платформы «1С: Предприятие» [8-10].

На основе установленных в процессе исследования недостатков в автоматизации бизнес-процесса и анализа авторских моделей информационных систем для организации деятельности профессорско-преподавательского состава были разработаны функциональные требования к разрабатываемой на технологической платформе «1С: Предприятие» конфигурации. Для их реализации исследованы система стандартов и методик, регламентирующих разработку информационных систем на платформе «1С: Предприятие», авторские публикации и интернет-ресурсы по проблемам интеграции конфигураций с веб-сервисами. По результатам исследования спроектирована иерархическая структура метаданных конфигурации и осуществлена ее реализация.

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам анализа предметной области установлено, что компоненты большинства используемых в вузах прикладных

продуктов предназначены для решения узкоспециализированных задач или их отдельных совокупностей и, как правило, не интегрированы между собой. Используемый в большинстве образовательных организаций комплекс информационных систем и сервисов решает задачи автоматизации бизнес-процессов на уровне организации учебного процесса и реализации образовательных программ: формирование учебного плана, планирование учебной нагрузки, составление расписания и фиксация успеваемости обучающихся. Практическое осуществление блоков учебной и учебно-методической работы предусматривает формирование профессорско-преподавательским составом больших массивов данных их нормативного и методического сопровождения. При этом специализированное программное обеспечение не применяется, единая информационная база для хранения учебно-методической, организационно-распорядительной документации, компонентов образовательной программы и обязательных к хранению письменных работ студентов как на уровне кафедр, так и на уровне вуза отсутствует. К примеру, нормативно-регламентирующими образовательный процесс документами предусмотрено обязательное размещение на сайте образовательной организации следующих компонентов образовательных программ (ОП): описание ОП, учебный план, календарный график, рабочие программы дисциплин и аннотации к ним, программы практической подготовки, методических указаний по выполнению курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР). Кроме того, учебно-методический комплекс каждой дисциплины (УМКД) предполагает наличие фондов оценочных средств и методических указаний по выполнению контрольных работ. Если учесть, что в среднем образовательная программа уровня бакалавриата предусматривает реализацию порядка сорока дисциплин и четырех практик, то даже по самой грубой оценке, по каждой ОП должно быть сформировано около двухсот файлов. Дополнительно локальные нормативные акты регламентируют обязательное хранение предусмотренных учебных планом студенческих работ (курсовая работа, отчет по практической подготовке, ВКР) весь период их обучения и год после его завершения, масштаб которых определяется числом обучающихся и количеством изучаемых каждым из них дисциплин.

Учет учебной работы преподавателя предполагает формирование ежемесячных отчетов и ведомостей почасовой оплаты и предоставление их на бумажных носи-

телях в учебно-методическое управление. Учет рабочего времени преподавателя для внесения в бухгалтерскую учетную систему вуза оформляется табелем учета. В рамках научно-исследовательской деятельности каждый преподаватель неоднократно в течение года заполняет различные отчетные формы с указанием списка опубликованных научных работ и результатов исследований. Для формирования отчетов единая информационная база этого вида деятельности отсутствует. Отчет по научно-исследовательской работе формируется по календарному году, в связи с чем при его составлении преподаватель использует информацию по двум учебным годам. Организационно-воспитательная и профориентационная работа также сопровождается регулярным формированием различного рода отчетной документации по запросу административных подразделений и департаментов с указанием перечня организованных в рамках их проведения мероприятий. Документация, подтверждающая результаты прохождения курсов повышения квалификации и дополнительной профессиональной переподготовки преподавателя, подлежит обязательной передаче в учебно-методическое управление и управление кадров.

При этом по каждому блоку организации деятельности преподавателя предусмотрено составление отчетов, для формирования которых используются только инструментальные средства табличных и текстовых редакторов MS Office. Аккумулированное планирование и фиксация результатов деятельности (по результатам каждого полугодия и учебного года в целом) осуществляется в ежегодных индивидуальных планах-отчетах преподавателей, заполняемых вручную. Результаты деятельности каждого преподавателя по итогам года копируются в сводные таблицы кафедральных отчетов.

Кроме этого, применяемая во многих вузах процедура рейтингования и избрания на соответствующую должность предполагает дублирование информации с результатами деятельности преподавателя за учебный год, но в другом формате оформления документов с предоставлением их на бумажных носителях и заполнением профилей в информационной системе.

Одним из ключевых факторов организации профессиональной деятельности преподавателя является выстраивание эффективной системы коммуникационных связей. Каналы взаимодействия участников образовательного процесса значительно расширились благодаря возможностям цифровых технологий, и форматы их реализации стали нелинейными, более гибкими

и вариативными. Для организации информационного обмена между администрацией, структурными подразделениями, профессорско-преподавательским составом (ППС) и обучающимися используются различные каналы коммуникации: почтовые сервисы, социальные сети, локальные компьютерные сети организации. Появление новых форм информационного обмена и конвергенция различных коммуникационных каналов сервисов и технологий привели к тому, что среда межличностных и коллективных коммуникаций участников образовательного процесса стала разветвленной и практически неконтролируемой.

Таким образом, к недостаткам существующей системы информационно-технологического обеспечения профессионально-педагогической деятельности преподавателя следует отнести:

- недостаточный уровень регламентации бизнес-процессов и высокую степень зависимости от человеческого фактора;
- наличие временных и информационных разрывов при исполнении бизнес-процессов;
- высокий уровень трудовых затрат на заполнение различного рода документации вследствие отсутствия специализированного программного обеспечения для ее автоматического формирования;
- многократное дублирование информации в различных документах, структурных подразделениях вуза;
- трудности систематизации и поиска требуемой информации;
- высокую вероятность потери документов вследствие отсутствия организованного хранения их электронных форматов;
- отсутствие возможности автоматического формирования отчетных форм и показателей в целях анализа деятельности преподавателя, обучающегося, студенческой группы, кафедры.

Выявленные в процессе проведенного анализа предметной области и специфики реализации этапов бизнес-процесса «Организация деятельности преподавателя» недостатки их информационно-технологического обеспечения определяют необходимость разработки соответствующей системы автоматизации. В качестве инструментального средства разработки целесообразно использовать платформу «1С: Предприятие», так как ее механизмы могут обеспечить либо интеграцию разработанной конфигурации с используемыми программными продуктами, либо подключение конфигурации к любому из них в качестве расширения.

Цель разрабатываемой конфигурации – повышение степени рациональности и эф-

фективности бизнес-процесса «Организация деятельности преподавателя» за счет следующих факторов:

- снижения трудоемкости заполнения текущей и отчетной документации по результатам ежегодной деятельности преподавателя;
- минимизации вероятности возникновения потенциальных ошибок;
- сокращения временных затрат на поиск необходимой информации;
- обеспечения более эффективного управления процедурой проверки студенческих работ;
- оптимизации документооборота, систематизации и сокращения каналов информационного взаимодействия со студентами.

Функциональные возможности разрабатываемой конфигурации, характеризующие конкретные автоматизируемые задачи для ее пользователей, определяются системой функциональных требований и, соответственно, набором объектов конфигурации системы «1С: Предприятие». В процессе разработки предлагается использование заложенных в платформу возможностей настройки алгоритмов внутрисистемного взаимодействия объектов конфигурации и интеграционных механизмов информационного и файлового обмена с внешними ресурсами и сервисами: с сайтом по проверке оригинальности работ и мессенджером Telegram. Перечень функциональных требований к конфигурации представлен в таблице 2.

Таблица 2

Функциональные требования к разрабатываемой конфигурации

Функциональная область автоматизации	Функциональное требование к конфигурации «Конфигурация должна...»
Хранение информации о преподавателях кафедры	– хранить полный набор данных о преподавателях кафедры, требующихся для организации процесса заполнения текущей и отчетной документации, и обеспечивать возможность их автоматической подстановки в формируемые документы и иные объекты конфигурации. Информация о преподавателе должна содержать общедоступные персональные данные (ФИО, ученая степень, ученое звание, должность), сведения о стаже и трудовой деятельности, повышении квалификации и др.;
Организация учебно-методической работы	– обеспечивать доступ к методическим разработкам преподавателя с возможностью открытия файлов непосредственно в конфигурации и сохранения их на диск при условии редактирования;
Организация научной исследовательской работы	– хранить информацию об обучающихся в разрезе курсов обучения, направлений подготовки, групп;
Организация канала взаимодействия преподавателя и обучающихся	– обеспечивать возможность загрузки и хранения файлов курсовых работ обучающихся в разрезе дисциплин, групп, студентов;
Формирование отчетной документации	– обеспечивать возможность доступа к файлам (открытие, редактирование, сохранение) курсовых работ обучающихся непосредственно из конфигурации;
	– быть интегрирована с сервисом проверки работ на оригинальность и обеспечивать: автоматическую отправку и загрузку курсовой работы на сервис, получение и загрузку результатов проверки в конфигурацию «1С» с возможностью вывода на печать отчета, содержащего процент оригинальности и перечень источников заимствования;
	– формировать отчеты по учету курсовых работ в разрезах дисциплины, группы, кафедры и списка несданных работ
	– организовывать учет публикаций преподавателя с возможностью вывода на печать отчетного документа установленной формы
	– быть интегрирована с Telegram-ботом, обеспечивающим возможности автоматизированного получения студентом контактной информации по преподавателям кафедры, файла методических указаний по запросу;
	– обеспечивать возможности отправки студентами файлов курсовых работ и их непосредственную загрузку в систему «1С»;
	– обеспечивать информационное взаимодействие преподавателя со студентом (получение запроса, ответ на запрос, возможность отправки текстового сообщения, ссылки на веб-ресурс (группу кафедры «ВКонтакте») или файла) непосредственно из конфигурации
	– формировать отчетную документацию в виде документа «Индивидуальный план-отчет преподавателя» (в том числе печатную форму документа требуемого образца) с выводом отчетной информации по каждому этапу реализации бизнес-процесса «Организация деятельности преподавателя»

Источник: составлено авторами.

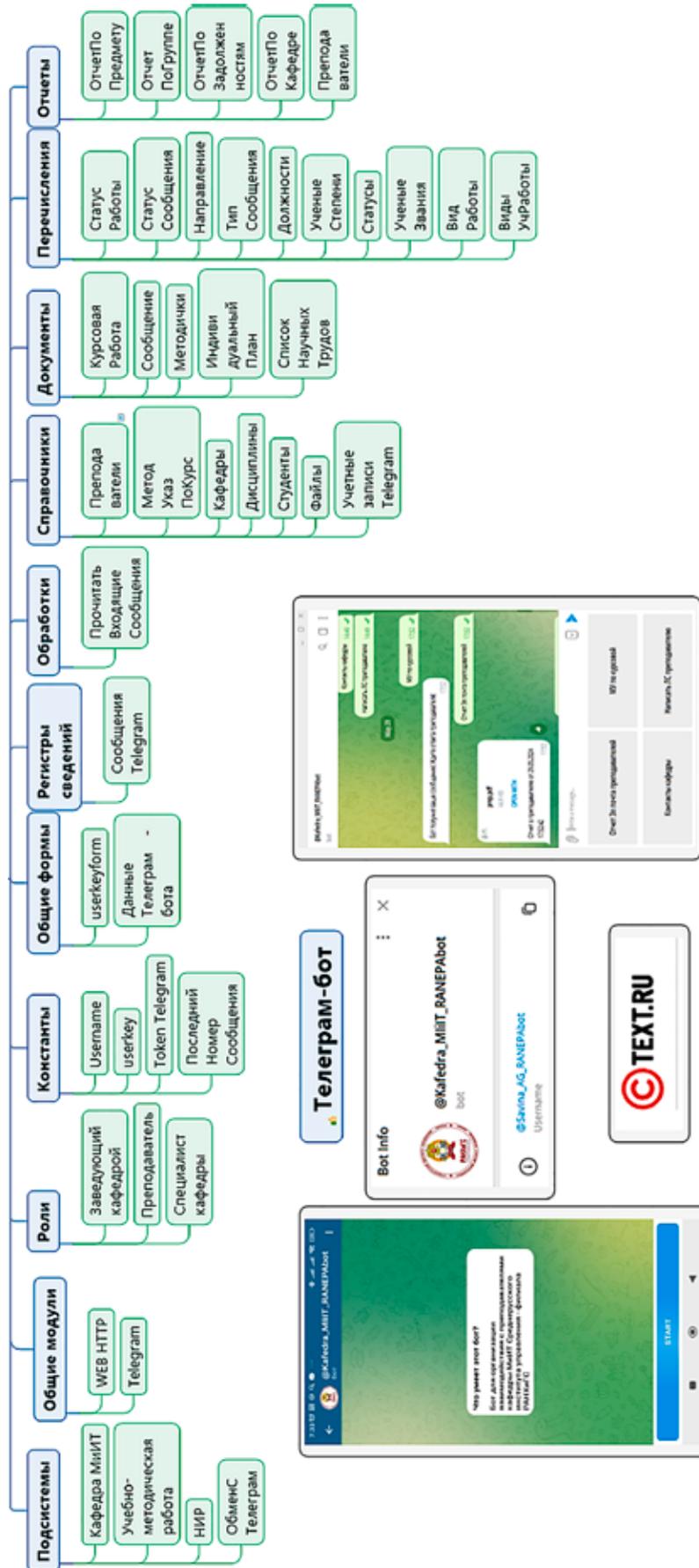


Рис. 3. Иерархическая структура метаданных конфигурации (составлено авторами)

Большая часть функциональных требований реализована за счет стандартных прототипов объектов конфигурации технологической платформы и настройки алгоритмов их взаимодействия посредством встроенного языка программирования «1С», а также платформенных механизмов и конструкторов. Настройка взаимодействия с внешними сервисами обеспечивается технологиями интеграции платформы «1С» и обеспечивающими их протоколами, интерфейсами и механизмами обмена данными.

В процессе формирования функциональных требований к разрабатываемой конфигурации были предварительно идентифицированы заложенные в платформу «1С: Предприятие» объекты (справочники, документы, отчеты и т.д.), которые позволят реализовать требуемый функционал. Поскольку требованиями предусмотрена организация работы пользователя прикладного решения с файлами непосредственно из конфигурации, то в систему добавлены соответствующие элементы и предварительно спроектирован алгоритм настройки взаимодействия между ними. Для реализации возможности проверки учебных работ студентов на уровень их оригинальности принято решение о настройке интеграционного взаимодействия конфигурации с веб-ресурсом Text.ru. В целях сокращения количества каналов взаимодействия и реализации возможностей настройки автоматизированного исполнения элементарных, однотипных и повторяющихся действий обучающегося и преподавателя

предлагается создание виртуального помощника – чат-бота в мессенджере «Телеграм». Так как основное назначение разрабатываемой конфигурации состоит в минимизации функциональных разрывов бизнес-процесса «Организация деятельности преподавателя» на основных его этапах, в конфигурации предусмотрено выделение функциональных блоков (подсистем), соответствующих этим этапам. В результате анализа функциональных требований и возможностей их реализации с помощью встроенных механизмов конфигурации, настройки интеграционного взаимодействия с API внешних ресурсов и исследования протоколов передачи и обмена данными построена иерархическая структура метаданных прикладного решения (рис. 3) и выделены архитектурно-технологические компоненты программной настройки их поведения.

Основными потенциальными пользователями разработанной конфигурации будут преподаватели, специалист кафедры; полными правами доступа ко всем объектам информационной системы будет обладать заведующий кафедрой. В соответствии с этим в конфигурации настроены роли, пользователи и доступ к требуемому функционалу для каждого из них. Для преподавателя в конфигурации выделено пять функциональных блоков (подсистем): «Кафедра», «Учебно-методическая работа», «Научно-исследовательская работа», «Обмен Антиплагиат», «Обмен с Телеграм» (рис. 4).

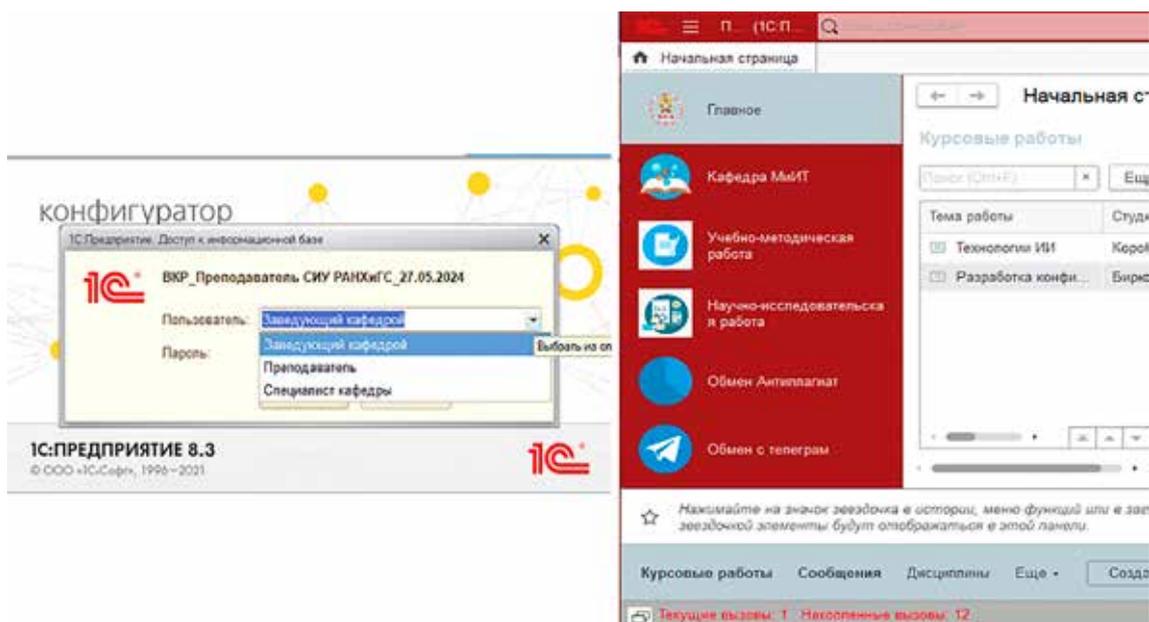


Рис. 4. Интерфейс начальной страницы конфигурации

← → ☆ Индивидуальный план-отчет 000000001 от 25.05.2024 23:03:35

Провести и закрыть Записать Провести Печать

Еще -

Кафедра: Математики и информационных технологий

Дата зам директора: 01.05.2024

Учебный год: 2023-2024

Преподаватель: Савина А.Г.

Должность: Доцент

Ученая степень: Кандидат педагогических наук

Дата преподавателя: 01.05.2024

Заведующий кафедрой: Савина А.Г.

Дата заведующий:

Директор:

Дата плана: 01.05.2024

Дата отчета: 01.05.2024

Учебная работа Учебная работа на условиях почасовой оплаты Учебно-методическая работа Организационно-методическая, воспитательна... Повышение квалификации

Добавить

N	Вид работы	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
1	Лекция	46,00	58,00								
2	Практические зан...	26,00	20,00								
3	Зачет	3,30									
ИТОГО		75,30	78,00								

Еще -

Рис. 5. Форма документа «Индивидуальный план-отчет преподавателя»

На начальную страницу вынесены объекты, наиболее часто используемые преподавателем в повседневной деятельности. В конфигурации предусмотрены объекты, позволяющие организовать документационное сопровождение реализации основных этапов бизнес-процесса деятельности преподавателя, единая база хранения учебно-методических разработок, студенческих работ, учет публикационной активности и т.д., а также комплекс инструментов, автоматизирующих информационное взаимодействие участников учебного процесса. Одним из основных требований к функциональности разрабатываемой конфигурации является возможность автоматического заполнения основного отчетного документа преподавателя «Индивидуальный план-отчет преподавателя». Его формирование автоматически аккумулирует хранящиеся в информационной базе сведения по каждому этапу реализации бизнес-процесса «Организация деятельности преподавателя» и вносит данные по преподавателю в соответствующие реквизиты и табличные части (рис. 5). После этого информация в структурированном виде выводится на печать непосредственно из прикладного решения в документе, форма которого определена локальным нормативным актом вуза.

В настоящее время большая часть выполняемых обучающимися учебных и научно-исследовательских работ подвергается проверке на оригинальность, для чего используются специализированные онлайн-сервисы (Антиплагиат.ru, Text.ru), предоставляющие API для настройки интеграционного взаимодействия с ними.

В качестве сервиса для проверки и настройки интеграционного взаимодействия разрабатываемой конфигурации с ним был выбран ресурс Text.ru и использован встроенный в платформу «1С: Предприятие» REST-протокол, архитектурный стиль которого позволил организовать взаимодействие с веб-интерфейсом по методу «запрос – ответ» посредством HTTP-протокола (рис. 6).

Первый этап (в конфигурации запускается пользователем нажатием на кнопку «Антиплагиат») отправляет POST-запрос на сервер ресурса Text.ru по адресу <http://api.text.ru/post>. Тело запроса содержит отправляемый на проверку уникальный текст и значение пользовательского ключа userkey для авторизации на сайте. Результатом его успешного исполнения является уникальный идентификатор проверки uid отправленного текста, и текст автоматически становится в очередь на проверку на веб-сервере.

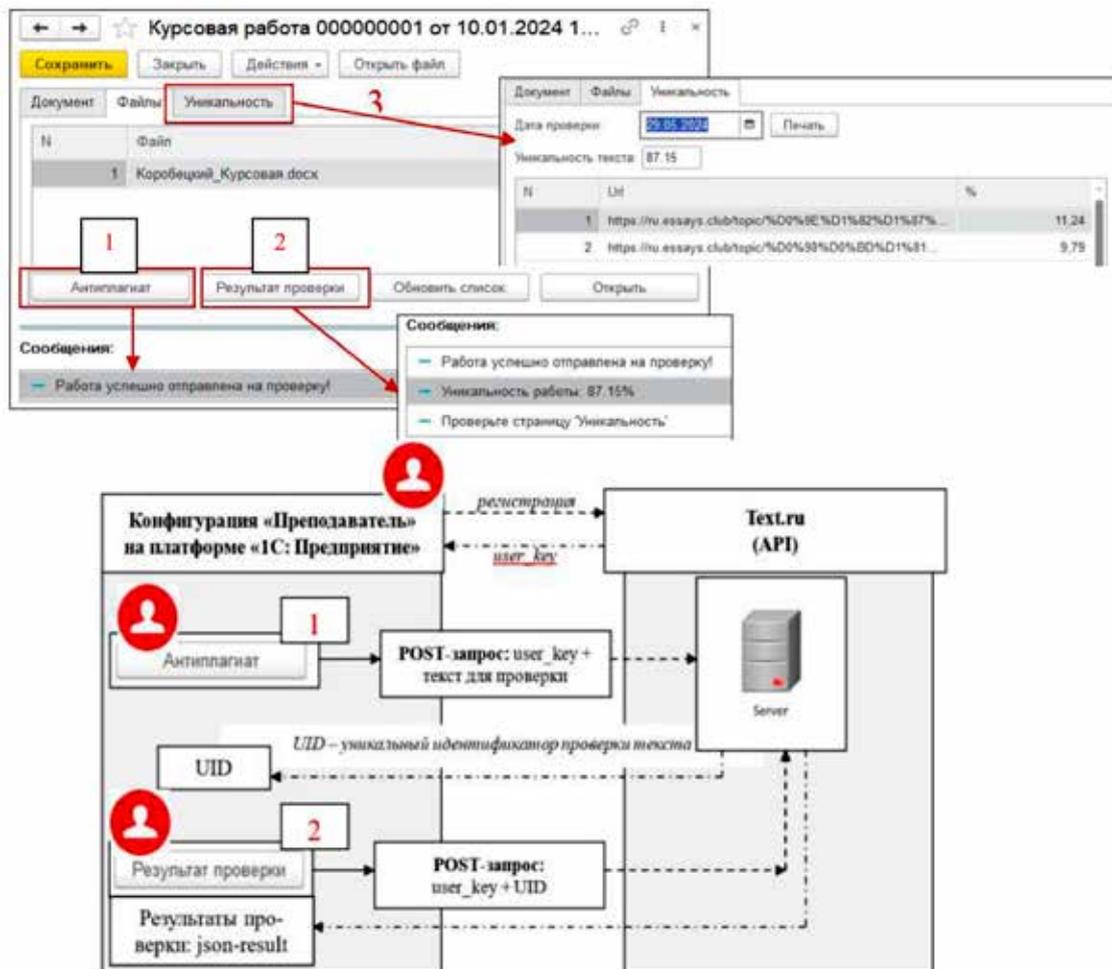


Рис. 6. Этапы взаимодействия конфигурации и веб-ресурса

На втором этапе, инициируемом пользователем при нажатии на кнопку «Результат проверки», запускается процедура отправки на сервер очередного POST-запроса, в параметрах которого вместо текста отправляется его уникальный `uid` и `userkey`. Результаты проверки в случае успешного исполнения запроса возвращают значения уникальности текста в процентах (с точностью до двух знаков после запятой) в параметре `text_unique` и дополнительную информацию о результатах проверки на уникальность в формате `json`. В структуре полученного `json`-ответа содержится `urls`-массив ссылок, для которых известны два параметра: `url` – текст ссылки; `plagiat` – процент совпадения текста по ссылке. В соответствии с полученными значениями происходит заполнение соответствующих реквизитов документа «Курсовая работа» непосредственно в конфигурации, а именно дата проверки и табличная часть с указанием ссылок на источники и соответствующего ему процента

заимствования. В случае ошибки исполнения в качестве результата возвращается ее код и описание.

В целях реализации функциональных требований по оптимизации процедуры взаимодействия преподавателя с обучающимися настроена интеграция конфигурации с мессенджером Telegram. Выбор указанной площадки для организации двустороннего автоматизированного информационного обмена участников обусловлен следующими факторами:

- стремительный рост популярности мессенджера (прежде всего среди целевой для разрабатываемой конфигурации пользовательской аудитории);
- поддержка функционала автоматической обработки и отправки сообщений с помощью бота (позволит решить проблему организации оперативного обмена);
- возможность настройки интеграции с платформой «1С: Предприятие» благодаря открытому Telegram API и наличию достаточно большого числа инструментов

разработки (взаимодействие обучающихся и преподавателей с помощью бота Telegram может быть организовано непосредственно из разрабатываемой на платформе «1С: Предприятие» конфигурации, т.к. механизмы платформы и HTTPS-запросы к специализированному API для бота (Bot API) позволяют корректно настроить и контролировать логику этого взаимодействия).

В рамках настоящего исследования был разработан коммуникационный декларативный чат-бот, предполагающий кнопочный и текстовый способы взаимодействия с пользователем. При этом в процессе разработки конфигурации были успешно реализованы два диаметрально противополож-

ных метода получения обновлений: Long Polling и Webhook (рис. 7).

Первый способ основан на применении метода `getUpdates` и предполагает необходимость делать запрос о наличии обновлений вручную или настроить его выполнение через заданные промежутки времени (например, на платформе «1С: Предприятие» можно реализовать периодические запросы при помощи механизма «Регламентные задания»). Использование технологии Telegram Webhook позволяет загружать обновления автоматически посредством постоянных «опросов» Telegram-сервера Webhook в режиме реального времени и организовать непрерывное взаимодействие с пользователем.

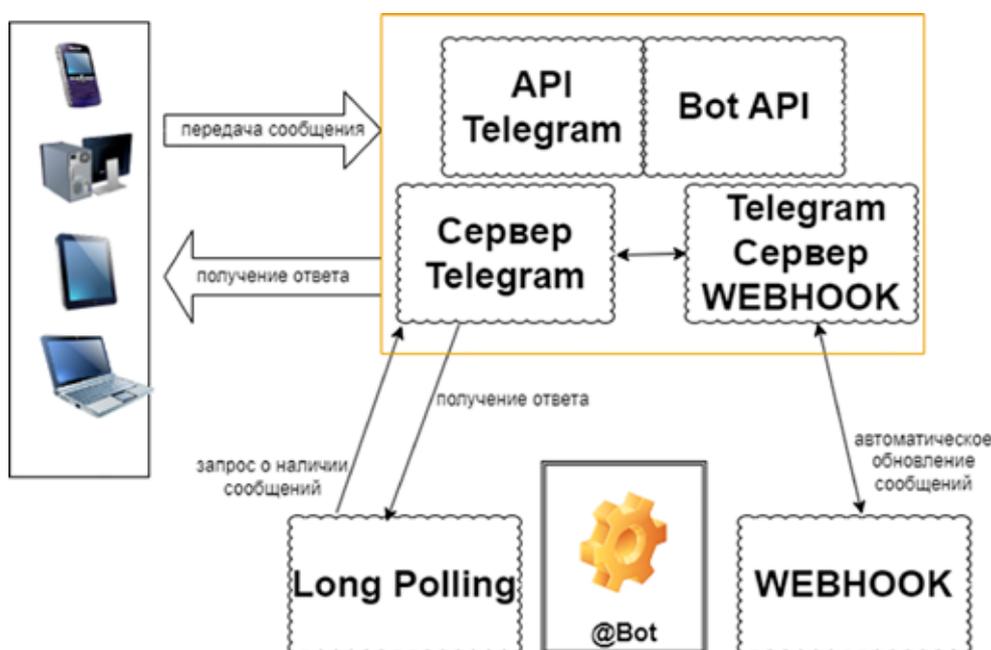


Рис. 7. Технологии настройки получения информации об обновлениях Telegram-бота

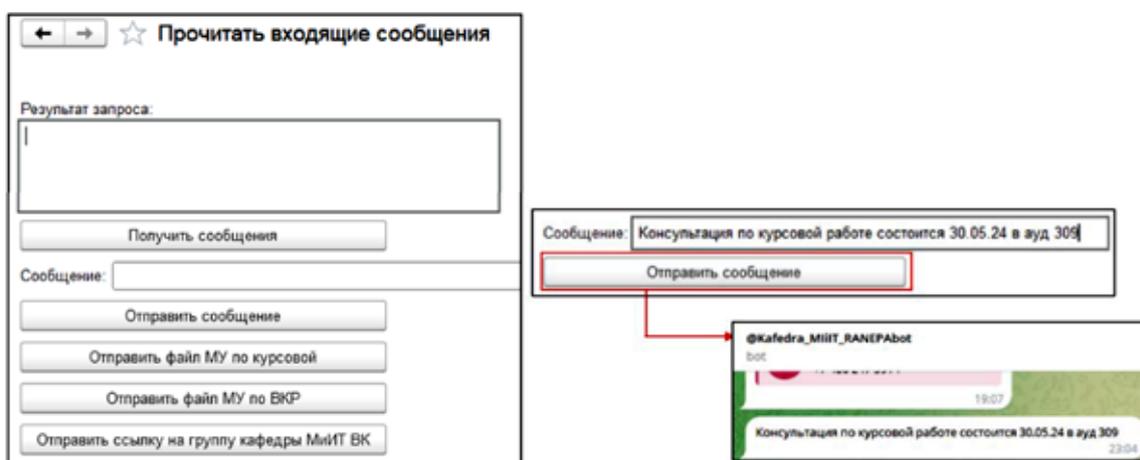


Рис. 8. Пользовательский интерфейс для получения и отправки сообщений

Преподаватели

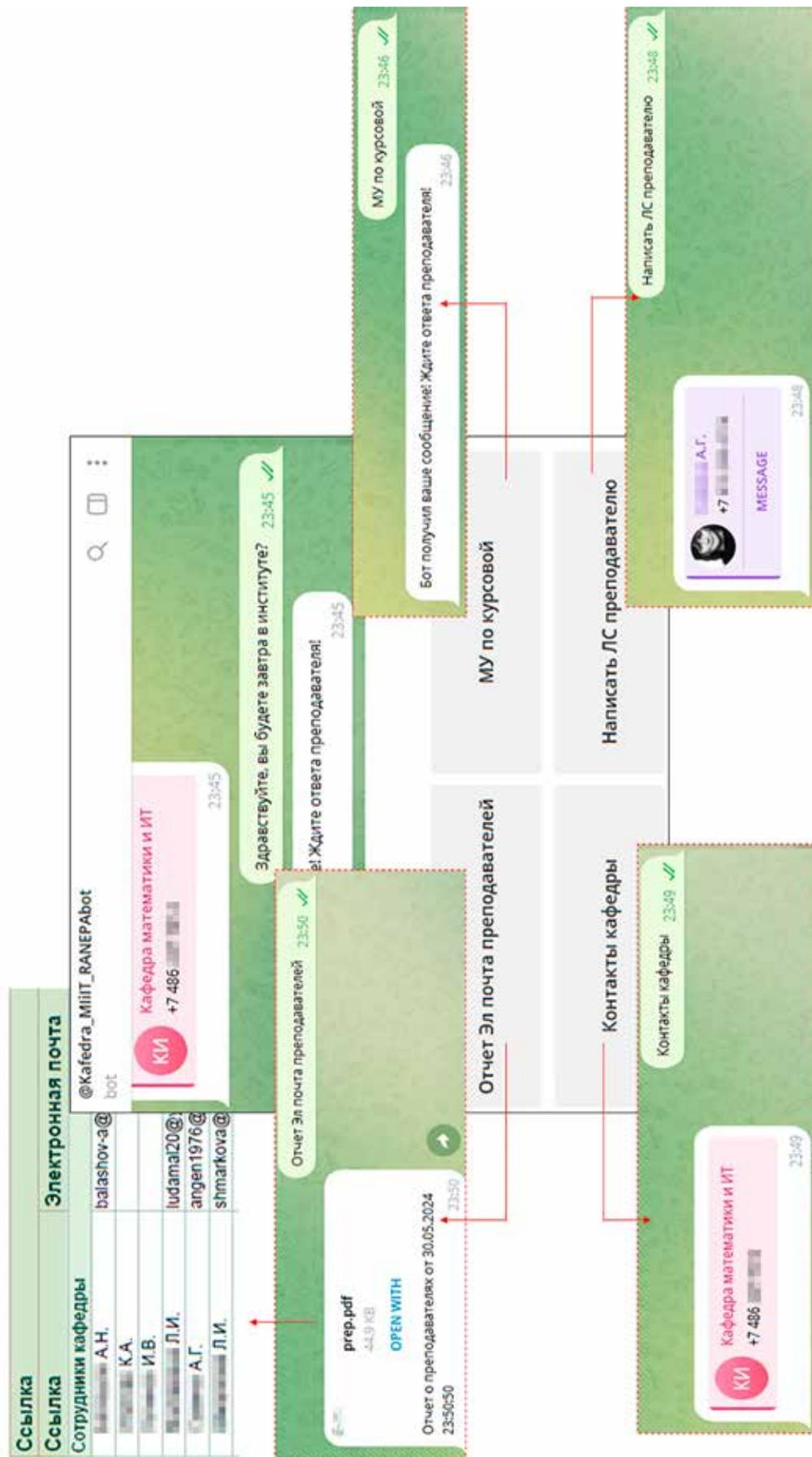


Рис. 9. Демонстрация возможностей клавиатуры чат-бота

Поскольку взаимодействие пользователя конфигурации с обратившимся к боту пользователем реализуется посредством ID, в конфигурации добавлен справочник УчетныеЗаписиTelegram (с реквизитом ID) для их структурированного хранения, непосредственно для хранения сообщения пользователей в конфигурации предназначен регистр сведений СообщенияTelegram, все процедуры и функции для описания методов работы с Telegram прописаны в рамках обработки ПрочитатьВходящиеСообщения, а также размещены в общем модуле WEBHTTP. Непосредственно для обработки сообщений пользователем конфигурации разработана форма (рис. 8)

Запросы пользователя Telegram-бота в систему 1С реализованы посредством сгенерированной клавиатуры чат-бота и быстрых команд. В зависимости от поставленной на этапе проектирования задачи бот в ответ на нажатие кнопки сгенерированной клавиатуры может автоматически выполнять различные действия: отправить файл, контактную информацию, текстовое сообщение. В целях демонстрации каждого из указанных действий в рамках исследо-

вания была сгенерирована клавиатура чат-бота с четырьмя кнопками (рис. 9):

– при нажатии на кнопку «МУ по курсовой» обучающийся отправляет боту запрос о получении методических указаний для выполнения курсовой работы.

В результате активизируется метод SendMessage (IDПользователяTelegram, «Бот получил ваше сообщение! Ждите ответа преподавателя!», СгенерироватьКлавиатуру()), и пользователь получает в 1С текст содержащегося в нем сообщения. Запрос пользователя приходит непосредственно в конфигурацию, и преподаватель в удобное для него время может отправить сделавшему запрос пользователю требуемый файл с методическими указаниями (по ID, сохраненному в справочнике УчетныеЗаписиTelegram). Аналогично в текстовом формате передаются по запросу студента контакты кафедры.

– При нажатии на кнопку «Написать ЛС преподавателю» происходит вызов функции sendContact(), обязательные параметры которой настроены для передачи контактной информации: параметр chat_id указывает адресата для отправки, phone_number – телефонный номер, first_name – имя контакта:

Функция sendContact(chat_id, phone_number, first_name) Экспорт

```

ПараметрыМетода = новый Массив;
    ПараметрыМетода.Добавить("chat_id="+Формат(chat_id,"ЧРГ=' '; ЧГ=0"));
    ПараметрыМетода.Добавить("phone_number="+ СокрЛП(phone_number));
    ПараметрыМетода.Добавить("first_name="+ СокрЛП(first_name));
    Результат = WEBHTTP.ОтправитьHTTPЗапрос(Константы.TokenTelegram.Получить(),
"sendContact", ПараметрыМетода);
    Возврат Результат;
КонецФункции // ()

```

При выборе пользователем кнопки «Эл почта преподавателей» из конфигурации 1С автоматически отправляется файл в формате pdf с заполненными в системе электронными адресами. Данный файл реализован в системе 1С как объект конфигурации Отчет «Преподаватели». При выборе соответствующей кнопки на сгенерированной

в боте клавиатуре отчет должен автоматически формироваться в 1С и в виде файла отправляться в Telegram-бот. Для настройки отправки файла используется метод sendDocument, у которого параметр chat_id соответствует адресату запроса, document отвечает за данные файла, caption за его заголовок:

Функция sendDocument(chat_id, document, caption = неопределено) Экспорт

```

ПараметрыМетода = новый Массив;
    ПараметрыМетода.Добавить("chat_id="+Формат(chat_id,"ЧРГ=' '; ЧГ=0"));
    Если ЗначениеЗаполнено(caption) Тогда
        ПараметрыМетода.Добавить("caption="+caption);
    КонецЕсли;
    Разделитель = Строка(Новый УникальныйИдентификатор());
    ДанныеДокументаТГ = новый Соответствие;
    ДанныеДокументаТГ.Вставить("Boundary","--" + Разделитель);
    ДанныеДокументаТГ.Вставить("ПолноеИмяФайла", document);
    ДанныеДокументаТГ.Вставить("ИмяФайла", "prep.pdf");
    Результат = WEBHTTP.ОтправитьHTTPЗапрос(Константы.TokenTelegram.Получить(),
"sendDocument", ПараметрыМетода, ДанныеДокументаТГ);
    Возврат Результат;
КонецФункции

```

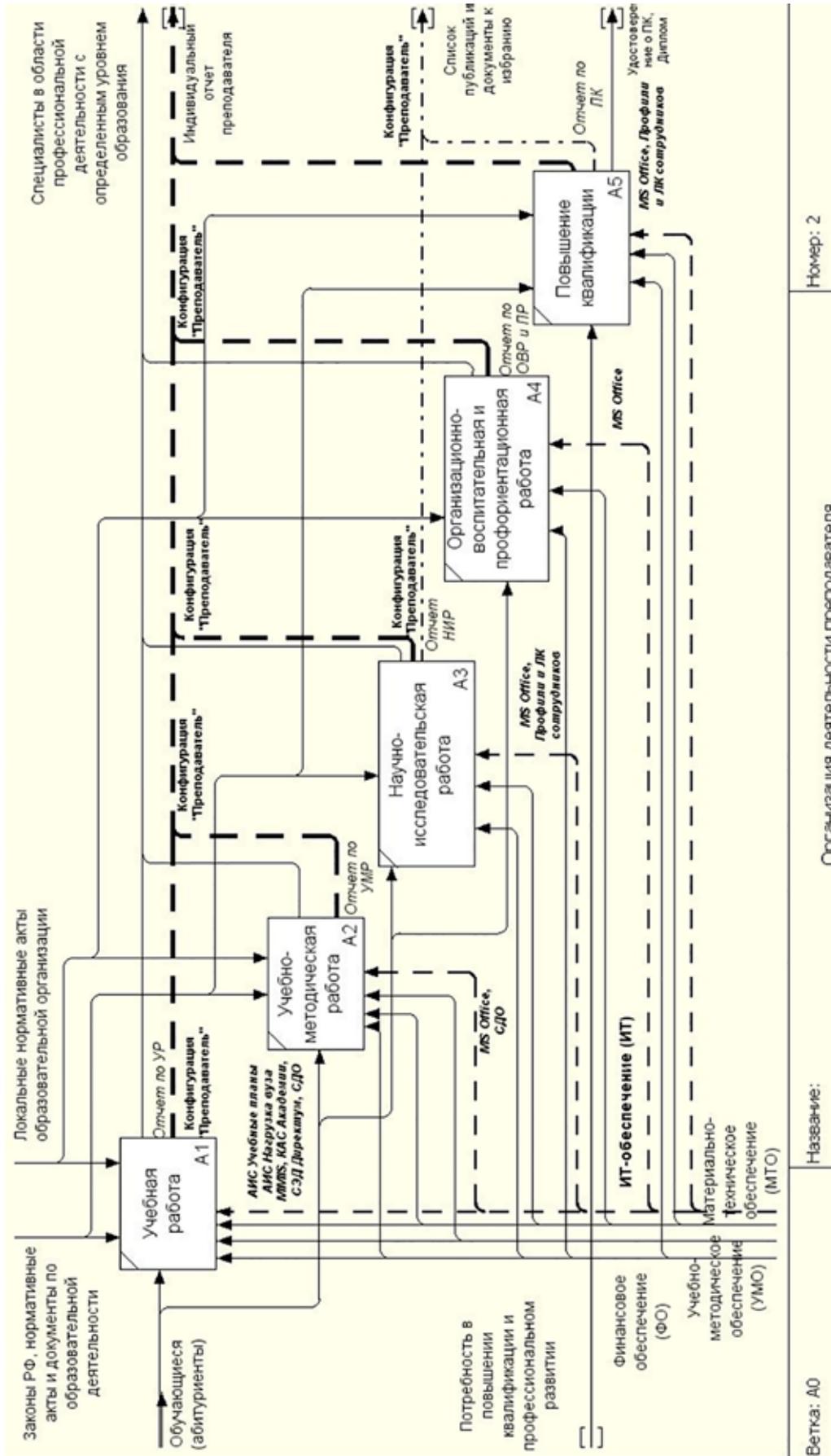


Рис. 10. Декомпозиция функциональной модели бизнес-процесса «Организация деятельности преподавателя» (TO BE)

В результате настроенной интеграции с Telegram-ботом преподаватель получает возможность:

- минимизировать количество каналов, используемых для получения файлов курсовых работ;
- автоматизировать отправку методических указаний для их выполнения по запросу пользователей-обучающихся;
- открывать присланные студентами файлы непосредственно из конфигурации;
- отвечать на сообщения обучающихся непосредственно из конфигурации;
- настроить в соответствии со своими потребностями генерируемую в чат-боте клавиатуру и передать виртуальному помощнику функции автоматизированных ответов на наиболее часто встречающиеся вопросы обучающихся;

– отправлять в Telegram-бот обучающимся сводные отчеты о проверке их курсовых работ на оригинальность в разрезе дисциплин, студенческих групп, задолжников.

Обучающийся, в свою очередь, получает быстрый доступ к требующейся ему информации о контактах преподавателей, отчетах о проверке работы, ее статусе, а также имеет возможность реализации взаимодействия посредством отправки личных сообщений.

Заключение

Основное назначение представленной конфигурации состоит в оптимизации бизнес-процесса «Организация деятельности преподавателя». При ее использовании преподаватель получает в одном прикладном решении комплекс инструментов, автоматизирующих документационное сопровождение его деятельности на основных этапах бизнес-процесса. Диаграмма декомпозиции бизнес-процесса с учетом изменений (TO BE) представлена на рисунке 10.

Диаграмма свидетельствует о повышении эффективности информационно-технологического сопровождения бизнес-процесса, поскольку набор инструментов текстовых и графических редакторов и получаемых с их использованием неинтегрированных друг с другом файловых документов при работе с конфигурацией заменяется возможностью автоматического формирования документов требуемых форматов на основе хранящихся в информационной базе данных. Автоматизированное формирование отчетности позволит существенно снизить трудоемкость заполнения текущей и отчетной документации, минимизировать

вероятность возникновения ошибок при ее формировании и сократить временные затраты на поиск требуемых данных. Внедрение конфигурации обеспечит оптимизацию с точки зрения сокращения сроков, повышения управляемости процесса проверки учебных (курсовых) работ студентов на уровне оригинальности. Возможность работы преподавателя с файлами непосредственно из прикладного решения и настройка его интеграции с веб-ресурсом Text.ru позволит сократить временные затраты на сбор, проверку и анализ работ. Интеграция конфигурации с Telegram-ботом направлена на оптимизацию взаимодействий с обучающимися. Предлагаемая конфигурация может быть адаптирована для применения во всех учебных заведениях высшего образования.

Список литературы

1. Павлова Э.Т. Организация управления учебно-методической деятельностью вуза в аспекте повышения качества образования // Современное педагогическое образование. 2022. № 4. С. 37-43.
2. Никуленкова О.Е., Демченко Н.Ю., Власова В.И. Специфика организации образовательного процесса в высшей школе в условиях цифровизации // Мир науки, культуры, образования. 2023. № 6(103). С. 400-403. DOI: 10.24412/1991-5497-2023-6103-400-403.
3. Сидорова С.Н. Направления информационно-методического сопровождения образовательного процесса вуза // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2023. № 2(50). С. 186-191. DOI: 10.54509/22203036_2023_2_186.
4. Шамсутдинова Т.М. Интеграция цифрового пространства вуза путем внедрения личных кабинетов студентов, преподавателей и абитуриентов // Открытое образование. 2024. Т. 28, № 1. С. 35-43. DOI: 10.21686/1818-4243-2024-1-35-43.
5. Лисицин Л.А. Автоматизация рабочего места преподавателя вуза // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2021. Т. 11, № 2. С. 97-107.
6. Гладышева М.М., Гладышева К.С., Иванов А.А., Петручок А.Н., Солончак И.П. Сравнительный анализ автоматизированных систем учета и хранения курсовых работ в вузе // Международный журнал экспериментального образования. 2022. № 5. С. 23-28.
7. Седоплатов И.С., Копытова Н.Е. Аспекты цифровизации университета с применением технологий 1С // Психолого-педагогический журнал Гаудеамус. 2021. Т. 20, № 3(49). С. 35-40. DOI: 10.20310/1810-231X-2021-20-3(49)-35-40.
8. Локтионов А.А. Использование технологической платформы «1С: Предприятие» в образовательном процессе вуза // Обзор педагогических исследований. 2023. Т. 5, № 7. С. 218-225.
9. Миндалев И.В., Броннов С.А. Разработка информационной модели учебного процесса кафедры вуза на платформе «1С: Предприятие» // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 6. С. 47-51. DOI: 10.17513/snt.39198.
10. Савина А.Г., Малявкина Л.И. Концепция построения архитектуры системы «1С: Предприятие» и средства разработки прикладных решений // Экономическая среда. 2021. № 1(35). С. 63-69. DOI: 10.36683/2306-1758/2021-1-35/63-69.

К ОЦЕНКЕ ПРОГНОЗА РАЗВОРОТА ТРЕНДА НА ОСНОВЕ СОРТИРОВКИ

Ромм Я.Е., Джанунц Г.А., Турилин А.С.

Таганрогский институт имени А.П. Чехова (филиал)

ФГБОУ ВО «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)»,

Таганрог, e-mail: romm@list.ru, janunts@inbox.ru, turilinalexandr@yandex.ru

Цель работы – оценка прогноза разворота тренда оцифрованных данных биржевых валютных торгов в зависимости от эвристических значений параметров предложенного метода. Метод опирается на алгоритм идентификации экстремальных элементов последовательности с помощью устойчивой адресной сортировки, которая обладает взаимно однозначным соответствием входных и выходных индексов сортируемых элементов. В любой числовой последовательности такая сортировка позволяет выделить все локально экстремальные элементы для произвольного радиуса локализации. На разворот тренда указывает последовательность информативных экстремумов, их идентификация выполняется итерационно. Параметрами метода становятся начальные значения радиусов локализации экстремума, число итераций, длина обрабатываемой последовательности. Оценивается влияние значений параметров на достоверность прогноза. С этой целью собрана статистика достоверности прогнозов на примере исторических данных. В качестве входных последовательностей рассмотрены массивы из 43 200 чисел в формате float (значения цены закрытия за 30 дней с минутным интервалом) на различных временных интервалах между 2001-11-28 00:00:00 и 2017-03-06 00:00:00. Согласно оценкам на достоверность прогноза практически не влияют эвристические начальные значения радиусов локализации экстремумов. Аналогично не сказывается фиксирование числа итераций из малого диапазона для достижения повторяющегося конечного множества информативных локальных экстремумов. Рост длины обрабатываемой последовательности, начиная с некоторого значения, также не оказывает влияния на достоверность прогноза. Согласно эксперименту достоверность прогноза разворота тренда предложенным методом оценивается примерно в 70%.

Ключевые слова: биржевые валютные торги, сортировка, идентификация информативных экстремумов, определение разворотов трендов, оценка достоверности прогноза

TO ESTIMATION OF THE TREND REVERSAL FORECAST BASED ON STABLE ADDRESS SORTING

Romm Ya.E., Dzhanunts G.A., Turilin A.S.

A.P. Chekhov Taganrog Institute (branch) of Rostov State University of Economics,

Taganrog, e-mail: romm@list.ru, janunts@inbox.ru, turilinalexandr@yandex.ru

The purpose of the work is to estimate the trend reversal forecast of the stock exchange trading digitized data, depending on the parameters of heuristic values of the proposed method. The method is based on an algorithm for identifying extreme elements of a sequence using stable address sorting, which has a one-to-one correspondence of the input and output indexes of the sorted elements. In any numerical sequence, such sorting allows you to select all locally extreme elements for an arbitrary localization radius. A trend reversal is indicated by a sequence of informative extrema, their identification is performed iteratively. The parameters of the method are the initial values of the extremum radii of localization, the number of iterations, and the length of the processed sequence. The influence of parameter values on the reliability of the forecast is estimated. For this purpose, statistics on the reliability of forecasts have been collected using historical data as an example. Arrays of 43,200 numbers in float format (closing price values for the last 30 days at one-minute interval) at various time intervals between 2001-11-28 00:00:00 and 2017-03-06 00:00:00 are considered as input sequences. According to estimates, the reliability of the forecast is practically not affected by the heuristic initial values of the extrema radii of localization. Similarly, it does not affect fixing the number of iterations from a small range to achieve a repeating finite set of informative local extrema. An increase in the length of the processed sequence, starting from a certain value, also has no effect on the reliability of the forecast. According to the experiment, the reliability of the trend reversal forecast by the proposed method is estimated at about 70%.

Keywords: stock exchange trading, sorting, identification of informative extremes, determination of trends and their reversals, assessment of forecast reliability

Введение

Обработка данных биржевых валютных торгов выполняется с помощью алгоритма идентификации экстремальных элементов последовательности на основе устойчивой адресной сортировки, алгоритм детально описан в [1, с. 53–59]. Сортировка при этом

должна обладать взаимно однозначным соответствием входных и выходных индексов сортируемых элементов. Существо метода состоит в следующем. В любой числовой последовательности из N элементов используемая сортировка позволяет выделить все локально минимальные элементы для про-

извольно заданного радиуса локализации согласно условию

$$\neg \exists \ell \in \overline{1, k-1} : |e_k - e_{k-\ell}| \leq \varepsilon_0,$$

где каждый локально минимальный элемент с входным индексом e_k , $1 \leq k \leq N$, в произвольном радиусе локализации $r = \varepsilon_0$ идентифицируется непосредственно по построению, если индексы e_k располагаются в порядке отсортированных элементов. Аналогично локально максимальные элементы идентифицируются по условию

$$\neg \exists \ell \in \overline{1, n-k} : |e_k - e_{k+\ell}| \leq \varepsilon_0.$$

С помощью этих условий, с использованием итераций, выделяются именно те существенные (информативные) экстремумы, которые определяют разворот тренда. Если последний слева направо из определяющих экстремумов является максимумом вблизи конца последовательности, то ее продолжение соответствует развороту тренда к спаду. Если последний из таких экстремумов является минимумом вблизи конца последовательности, то ее продолжение соответствует развороту тренда к подъему. Если такой экстремум идентифицирован непосредственно на правой границе последовательности, то это может быть признаком продолжения тренда. В рамках данного подхода необходимо знать, как влияют на достоверность прогноза значения параметров метода. В частности, ставится вопрос, как влияют на достоверность априори задаваемые начальные значения радиусов локализации экстремумов. Аналогичный вопрос ставится по отношению к параметрическому количеству итерационно повторяющихся локальных экстремумов. Следует, кроме того, ответить на вопрос о влиянии на достоверность прогноза длины обрабатываемой последовательности. Исследование выполняется путем программного эксперимента на основе исторических данных биржевых валютных торгов с фиксированием статистики результатов.

Цель эксперимента – оценить достоверность прогноза разворота тренда в зависимости от эвристических значений параметров исследуемого метода.

Результаты программных экспериментов по влиянию значений входных параметров на достоверность прогноза разворота тренда. Проведен экспериментальный анализ последовательностей оцифрованных данных валютных торгов Forex на бирже fпam. В соответствии с принципами теории Ч. Доу рассматривается цена закрытия валютной пары [2, с. 18]. Для определенности анализируется цена закрытия валютной пары AUD/CAD (австралийский доллар

к канадскому доллару) за период с 28 ноября 2001 г. по 6 марта 2017 г. с временным интервалом равным одной минуте. Как отмечено выше, обработка данных выполняется с помощью алгоритма идентификации экстремальных элементов последовательности на основе устойчивой адресной сортировки. Ниже представлена статистика достоверности прогнозов разворота тренда в зависимости от значений параметров алгоритма на примере указанных исторических данных. В качестве входных последовательностей рассмотрены массивы из 43200 чисел в формате float (значения цены закрытия за 30 дней с минутным интервалом) на различных временных интервалах между 2001-11-28 00:00:00 и 2017-03-06 00:00:00. Исследуемыми значениями параметров алгоритма являются начальные значения радиуса локализации, обозначаемые r^0 . При локализации минимумов начальное значение обозначается $r_{\min}^0 = r^0$, аналогично при локализации максимумов – $r_{\max}^0 = r^0$. В качестве исследуемого значения параметра, помимо того, рассматривается число *count* последовательных совпадений количества идентифицированных локальных минимумов или максимумов. При этом итерации по выделению экстремумов с фиксированным радиусом локализации повторяются до априори заданного значения *count*. Конечная цель эксперимента – выяснить, как влияют начальное значение радиуса локализации r^0 и число последовательных совпадений количества экстремумов *count* для каждой из трех выполняемых итераций на правильность идентификации точек разворота тренда во входной последовательности цены закрытия валютной пары. Результат прогноза сопоставляется с количеством программно выделенных локальных минимумов \min_n (максимумов \max_k), программно определенным значением радиуса локализации r_{\min}^0 (r_{\max}^0) для каждой итерации и с положением (индексом) точек разворота тренда во входной последовательности: $trend_{\min}^0$ – разворот тренда со спада на подъем, $trend_{\max}^0$ – с подъема на спад соответственно. С учетом статистики это позволит выяснить влияние начальных значений параметров r^0 и *count* на каждой итерации на достоверность прогноза разворота тренда. В табл. 1 представлены результаты эксперимента, выполненного для фиксированной входной последовательности a_1 , соответствующей временному интервалу [2001-11-29 00:00:00 и 2001-12-28 23:59:00].

Согласно табл. 1 варьирование начальных параметров (в пределах представленных значений) практически не влияет на идентификацию разворота тренда.

Таблица 1

Результаты прогноза для последовательности a_1
при различных значениях r^0 , $count$

№	№ итерации	Входные параметры		Значение программно подобранного радиуса локализации		Кол-во выделенных локальных экстремумов		Индексы точек разворота тренда	
		r^0	$count$	r_{min}	r_{max}	min_n	max_k	$trend_{min}$	$trend_{max}$
1.	1	1	3	107	137	152	109	15 215	26 178
	2	1	2	10	10	7	8		
	3	1	2	3	3	3	2		
2.	1	60	3	107	137	152	109	15 215	26 178
	2	5	2	10	10	7	8		
	3	3	2	4	4	3	2		
3.	1	120	3	149	137	106	109	15 215	26 178
	2	30	2	31	31	4	3		
	3	6	2	7	7	1	1		
4.	1	160	3	166	172	94	86	15 215	26 178
	2	35	2	36	36	3	2		
	3	8	2	9	9	1	1		
5.	1	2000	3	2002	2002	6	6	15 215	26 178
	2	100	2	101	101	1	1		
	3	50	2	51	51	1	1		
6.	1	1	5	168	139	95	108	15 215	26 178
	2	1	4	15	11	4	5		
	3	1	2	5	3	1	2		
7.	1	3	10	221	252	73	56	15 215	26 178
	2	2	8	16	20	4	3		
	3	1	3	6	5	1	1		
8.	1	20	100	341	366	40	41	15 215	26 178
	2	15	20	40	34	2	2		
	3	3	5	7	7	1	1		

На рис. 1 приведены графики, иллюстрирующие идентифицированные локальные экстремумы для каждой итерации и итоговые точки разворота тренда.

При измененном наборе значений параметров точка разворота тренда идентифицируется аналогично, как показано на рис. 2.

При новом наборе значений параметров точка разворота тренда идентифицируется по-прежнему на спад (рис. 3).

Аналогичные результаты получены для входных последовательностей, соответствующих различным временным интервалам фиксированной длины (43200 минут). В целом на основании эксперимента можно утверждать, что начальное значение радиуса локализации, варьируемое в ограниченных пределах, практически не влияет на идентификацию точек разворота тренда. Однако оно влияет на количество

промежуточных локальных экстремумов на каждой итерации, а также на время работы программы, – заведомо большой начальный радиус позволяет сократить время работы функции по автоматическому подбору радиуса локализации. На этой основе в дальнейшем фиксируются начальные значения r^0 для каждой из трех итераций соответственно равные 60, 5, 3. Такие параметры обеспечивают оптимальное время работы программы и сохранение достаточного количества промежуточной информации об экстремумах на каждой итерации для дальнейших исследований.

Следует отметить, что указанные значения r^0 определены эвристически на основе результатов эксперимента по анализу цены закрытия валютной пары AUD/CAD с временным интервалом равным одной минуте.

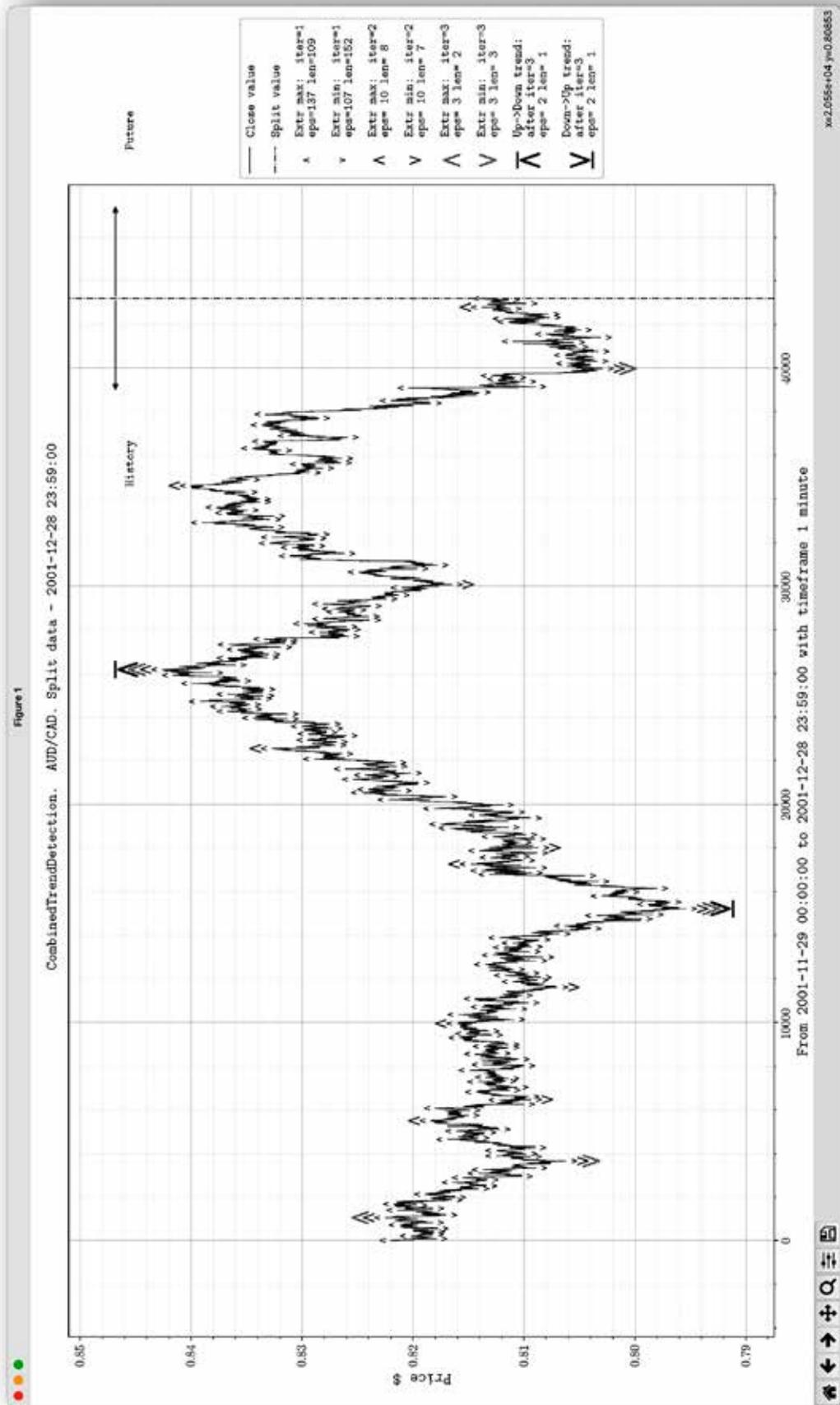


Рис. 1. Результат идентификации разворота тренда при входных значениях $r^0 = [1,1,1]$, count = [3,2,2]

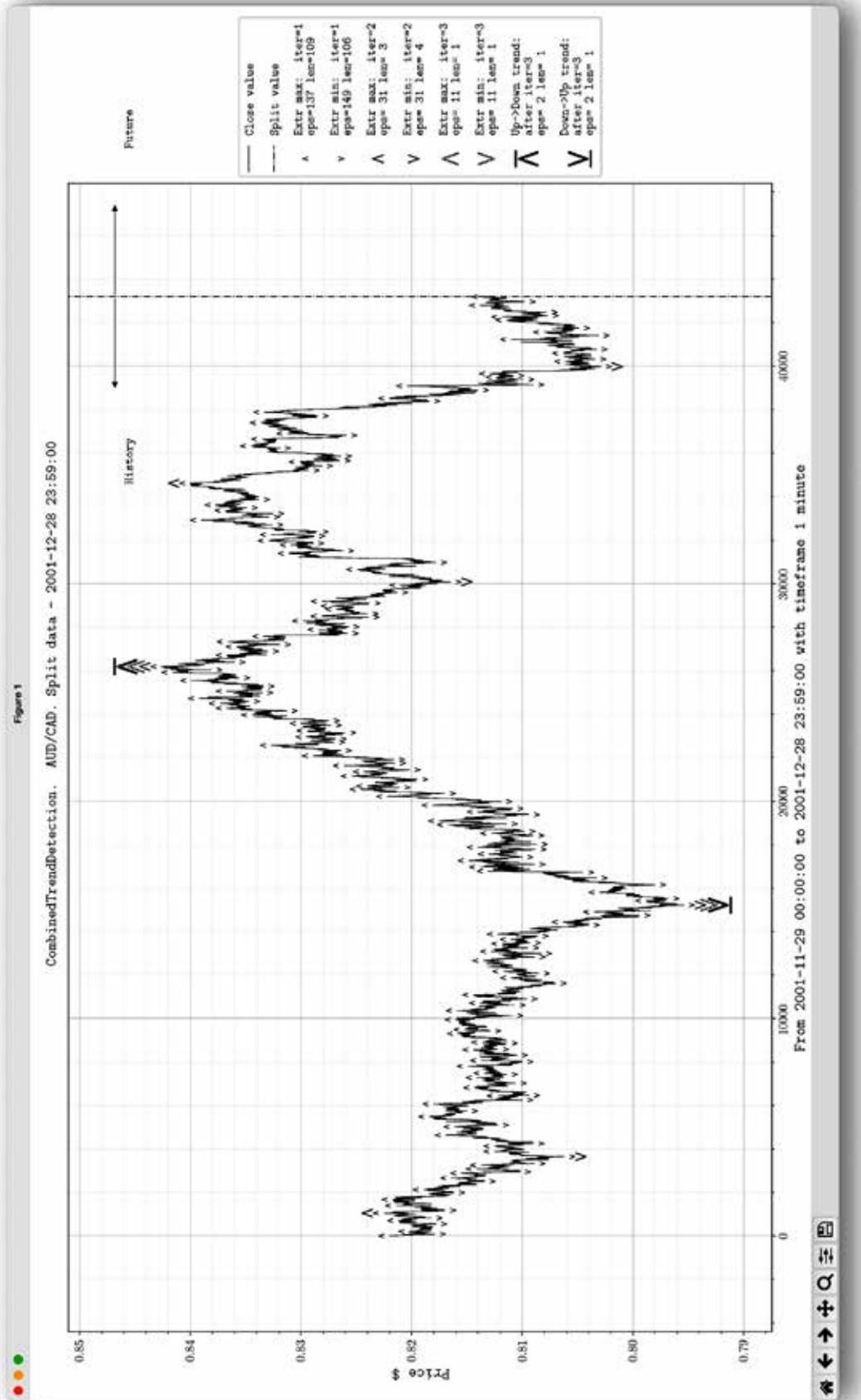


Рис. 2. Результат идентификации разворота тенденции при $r^0 = [120, 30, 6]$, count = [3, 2, 2]

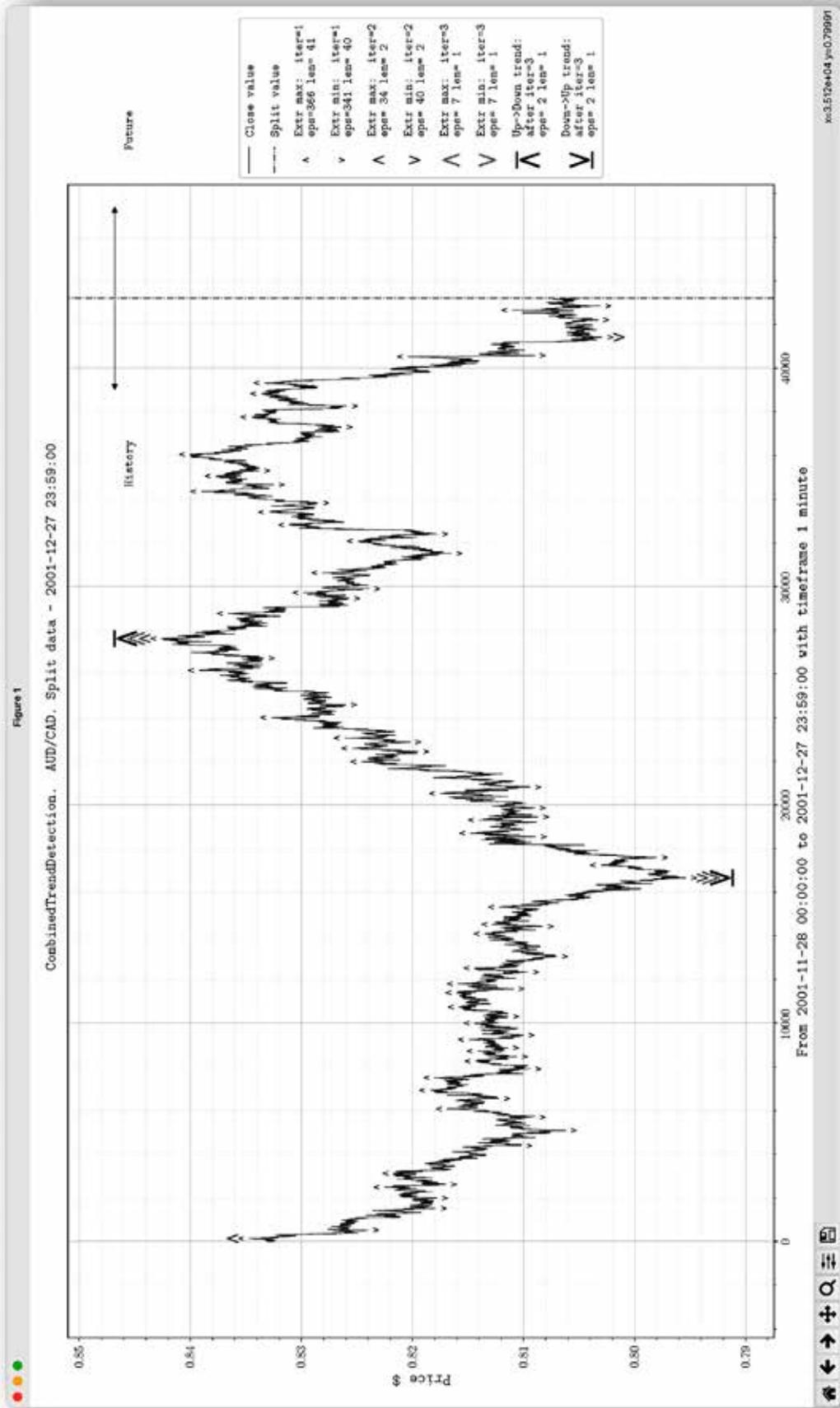


Рис. 3. Результат работы программы при входных значениях $\rho^0 = [100, 20, 5]$, $count = [20, 15, 3]$

В случае валютных пар с низкой волатильностью или при изменении таймфрейма значения r^0 , обеспечивающие оптимальное время работы программы и сохранение достаточного количества промежуточной информации об экстремумах на каждой итерации, всегда могут быть определены по результатам программно экспериментального историческими биржевыми данными. Значения числа $count$ последовательных совпадений количеств идентифицированных локальных минимумов (максимумов) массива, варьируемые в малых пределах, для функции по автоматическому подбору радиуса локализации также не вносят изменений в итоговую идентификацию точек разворота тренда. Значение $count$ зависит от конкретной области применения алгоритма. В дальнейшем для сферы фондовых рынков были выбраны значения 3, 2, 2 для каждой из трех итераций соответственно, результаты исследования с таким выбором $count$ описываются непосредственно ниже.

Зависимость программно идентифицированного радиуса локализации от длины входной последовательности. Исследуется зависимость программно идентифицированного радиуса локализации r_{\min} (r_{\max}) локальных минимумов (максимумов)

на каждой итерации от количества элементов во входной последовательности. Эксперимент проведен на валютной паре AUD/CAD за период с 2001-11-28 00:00:00 по 2017-03-06 00:00:00 с временным интервалом равным 1 минуте. Начальные значения входных параметров на протяжении текущего эксперимента неизменны и равны $r^0 = [60, 5, 3]$, $count = [3, 2, 2]$ соответственно для первой, второй и третьей итераций. Изменяется только количество элементов входной последовательности цены закрытия валютной пары. Результаты отражены в табл. 2.

Данные табл. 2 отражают рост значений автоматически подобранного радиуса локализации для первой итерации в зависимости от длины входной последовательности. Для второй итерации также характерна общая тенденция к увеличению радиуса локализации при увеличении числа элементов во входной последовательности, но она не так постоянна, встречаются случаи уменьшения значения радиуса локализации r_{\max} при увеличении входной последовательности (эксперимент № 4 относительно эксперимента № 5). Для третьей итерации нет явной зависимости значения радиуса локализации и количества значений цены закрытия валютной пары во входной последовательности.

Таблица 2

Зависимость значений программно идентифицированных радиусов локализации r_{\min} (r_{\max}) при фиксированных параметрах (r^0 , $count$) от длины входной последовательности

№	№ итерации	Значение программно подобранного радиуса локализации		Число элементов во входной последовательности	Временной интервал, соответствующий входной последовательности
		r_{\min}	r_{\max}		
1.	1	86	70	20 160	2001-11-29 00:00:00 2001-12-12 23:59:00
	2	9	8		
	3	5	5		
2.	1	104	85	27 360	2001-11-29 00:00:00 2001-12-17 23:59:00
	2	7	8		
	3	4	5		
3.	1	104	85	34 560	2001-11-29 00:00:00 2001-12-22 23:59:00
	2	7	9		
	3	4	5		
4.	1	107	137	41 760	2001-11-29 00:00:00 2001-12-27 23:59:00
	2	10	10		
	3	4	4		
5.	1	110	145	51 840	2001-12-08 00:00:00 2002-01-12 23:59:00
	2	12	8		
	3	4	4		
6.	1	145	209	116 640	2001-12-08 00:00:00 2002-02-26 23:59:00
	2	12	14		
	3	6	4		

Результаты прогнозирования. Прогноз разворота тренда цены валютной пары на краткосрочный период реализуется по следующей методике (подробное описание алгоритма представлено в [1, с. 55–57]).

1. На вход алгоритма подается последовательность a цены закрытия валютной пары длины n с временным интервалом равным одной минуте.

2. Данная последовательность разделяется на тренировочную (входную) последовательность и тестовую – по индексу k выборки, то есть, $a_{train} = a[0, \dots, k]$ – исторические данные, на основе анализа которых будет строиться прогноз, и $a_{test} = a[k+1, \dots, n]$ – данные, на которых будет проверяться результат прогноза. Значение параметра k фиксировано.

3. На тренировочной выборке a_{train} осуществляется поиск информативных экстремумов на основе итерационного процесса. В результате заключительной (третьей) итерации фиксируются информативные экстремумы: $trend_{min}$ – индексы точек информативных минимумов, $trend_{max}$ – индексы точек информативных максимумов.

4. На основе фиксированных индексов и значений информативных экстремумов, полученных на выходе третьей итерации, наиболее близко расположенных к правой границе входной последовательности a_{train} , идентифицируется индекс точки разворота тренда $trend_{final}$.

По описанной методике выполнен эксперимент по идентификации разворота тренда цены валютной пары AUD/CAD на краткосрочные периоды по историческим данным цены закрытия валютной пары за период с 2001-11-28 00:00:00 по 2017-03-06 00:00:00 с временным интервалом равным 1 минуте и выполнено прогнозирование цены на различные временные периоды. Принимается во внимание, что согласно М. Прингу важно использование фактора времени в комбинации с направлением движения цены для корректного определения разворота тренда [3, с. 3]. В [4, с. 2671] подтверждается, что наиболее простым

и в то же время обладающим высокой степенью практической значимости является предложенное М. Прингом определение тренда как продолжительности направленного движения ценовых экстремумов. С учетом отмеченных факторов ниже представлены результаты прогноза на следующие временные интервалы – 2 ч, 24 ч, 48 ч, 168 ч. Значение k фиксируется равным 43 200, что соответствует количеству минут в 30 днях, то есть входная последовательность a_{train} состоит из 43 200 записей цены закрытия валютной пары AUD/CAD с временным интервалом равным одной минуте. Результаты эксперимента представлены в табл. 3.

Количество выполненных прогнозов – 11 346. Прогноз считается успешным, если значение цены закрытия валютной пары $a[k+\ell]$ (ℓ – число минут, на которые делается прогноз) больше (меньше) значения $a[k]$ в случае восходящего (нисходящего) тренда. Значения процентов успешных прогнозов, представленных в табл. 3, допустимо считать сравнительно высокими, так, например, в [5, с. 128] как положительный результат отмечается 60% успешных сделок, сгенерированных программой на основе разработанного авторами комплексного индикатора, одобренного к использованию в подразделении компании Deltix Inc.

Далее, проанализирована зависимость снижения успешности прогнозов от времени, прошедшего с момента выполнения прогноза (в принятых обозначениях $a[k] + t$). В табл. 4 отображена зависимость количества сохраняющих успешность прогнозов от времени, прошедшего с момента выполнения прогноза.

Очевидна тенденция снижения успешности прогнозов с ростом времени, прошедшего с момента выполнения прогноза. Поэтому рекомендуется открывать сделку в момент получения сигнала, в противном случае по мере удаления во времени вероятность благополучного закрытия сделки снижается.

Таблица 3

Оценка достоверности прогноза цены закрытия валютной пары AUD/CAD за период с 2001-11-28 00:00:00 по 2017-03-06 00:00:00 с временным интервалом равным 1 минуте

	2 ч	24 ч	48 ч	168 ч
Доля успешных прогнозов (в %)	69,9%	68,7%	70,1%	71,5%

Таблица 4

Зависимость успешности прогнозов от времени, прошедшего после выполнения прогноза

Время, прошедшее с момента появления точки разворота, t	2 ч	24 ч	48 ч	168 ч
1	65,8%	59,3%	64%	68, %
5	65,5%	56,9%	59,7%	66,5%
10	59,8%	57,5%	59,3%	65,1%
15	56,1%	56,1%	57,7%	63,4%
20	55,1%	55,1%	56,2%	63%
25	55,6%	54,4%	56,8%	62,8%
30	53,4%	54%	55,9%	62,8%
35	51,3%	54,1%	56,2%	63,8%
40	59,6%	54%	56,9%	62%
45	51,8%	54%	56,2%	62,2%
50	50,7%	51,5%	55,4%	61,7%
55	50,4%	52%	54,4%	62,4%
60	52,6%	50,9%	55,9%	61,4%

Особенности прогнозирования в режиме реального времени. Согласно табл. 4 для прогноза на краткосрочный период целесообразно максимально быстрое обнаружение точки разворота тренда. Возникает задача снижения времени работы программы, реализующей поиск информативных экстремумов и выделение точек разворота тенденции. Как отмечалось, сократить время выполнения функции по автоматическому подбору радиуса локализации позволяет фиксирование заведомо большого значения начального радиуса локализации, которое может быть определено на основе программного эксперимента с историческими биржевыми данными. Помимо функции по автоматическому подбору радиуса локализации существенную часть времени работы программы занимает выполнение функции, реализующей сортировку последовательности a_{train} . Снизить время работы данной функции в общем случае можно применением быстрой сортировки [6, с. 174–179]. Поэтому в рассматриваемой работе при исследовании применялась сортировка слиянием. Ее последовательное выполнение имеет временную сложность $O(n \log_2 n)$. В частном случае, при добавлении существенно меньшего числа новых данных в сравнении с отсортированными для предыдущего прогноза, можно заменить функцию сортировки полного массива функцией, реализующей следующий алгоритм. Пусть для текущего прогноза входная последовательность представлена одномерным числовым массивом

$a = (a_1, a_2, \dots, a_n)$. Для определенности пусть $n = 43200$, как в представленном выше эксперименте. В ходе обработки последовательности a формируется массив входных индексов $e = (e_1, e_2, \dots, e_n)$, расположенных в порядке отсортированных элементов [1, с. 53–54]. С помощью массива e идентифицируются информативные экстремумы. Для нового прогноза, выполняемого, например, через 60 мин, входная последовательность определяется числовым массивом $a^{(new)} = (a_1, a_2, \dots, a_{n+\ell})$, где $\ell = 60$. В этом случае дополнительный массив индексов $a^{(new)}$ можно построить без сортировки всех элементов массива $a^{(new)}$. Именно, выполняется сортировка добавленных элементов $(a_{n+1}, a_{n+2}, \dots, a_{n+\ell})$. Для них формируется соответственный массив входных индексов $(e_{n+1}, e_{n+2}, \dots, e_{n+\ell})$. Искомый новый массив $a^{(new)}$ формируется по принципу слияния с добавлением индексов $(e_{n+1}, e_{n+2}, \dots, e_{n+\ell})$ в соответственные позиции в порядке окончательно упорядоченных элементов. Начальные $\ell = 60$ элементов полного нового массива после слияния можно исключить, поскольку согласно эксперименту длина последовательности, начиная с некоторого значения, не влияет на достоверность прогноза. Используется алгоритм слияния, который входит в сортировку слиянием и, так же как эта сортировка, сохраняет взаимно однозначное соответствие входных и выходных индексов упорядочиваемых элементов. В последова-

тельном выполнении его временная сложность составляет $O(n)$. Можно отметить, что на основе рассматриваемого подхода фигуры технического анализа идентифицируются практически полностью достоверно [7, с. 1]. Кроме того, сортировка слиянием может быть существенно ускорена за счет того, что она эффективно распараллеливается с временной сложностью $O(\log_2 n)$, при этом само слияние устойчиво и распараллеливается с временной сложностью $O(1)$ [8, с. 87–90].

Заключение

В рамках подхода к идентификации разворота тренда на основе устойчивой адресной сортировки исследовано влияние значений параметров метода на достоверность прогноза. В частности, показано, что на достоверность прогноза практически не влияют вариации в широких пределах начальных значений радиусов локализации экстремумов. Аналогично, не сказываются на результатах прогноза малые вариации значений количества итерационно повторяющегося конечного множества локальных экстремумов. Рост длины обрабатываемой последовательности, начиная с некоторого значения, не оказывает никакого влияния на достоверность прогноза. Исследование

выполнено на основе исторических данных биржевых валютных торгов и показало достоверность прогноза в пределах 70%.

Список литературы

1. Ромм Я.Е., Турилин А.С. Идентификация трендов биржевых котировок на основе устойчивой адресной сортировки // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 11. С. 52–61. DOI: 10.17513/snt.39820.
2. Edwards R.D., Magee J., Bassetti W.H.C. Technical Analysis of Stock Trends. 11th ed. London, New York: CRC Press, Taylor & Francis Group. 2021. 686 p.
3. Pring M.J. Technical Analysis Explained. The Successful Investor's Guide to Spotting Investment Trends and Turning Points. New York: McGraw-Hill. 2014. 816 p.
4. Дорофеев М.Л. Понятие и особенности идентификации ценового тренда на рынке акций // Финансы и кредит. 2017. Т. 23. № 44. С. 2663–2680.
5. Железко Б.А., Стадник А.О., Синявская О.А. Использование технического анализа и индикаторов в алгоритмическом трейдинге // Экономическая наука сегодня. 2022. № 15. С. 119–130.
6. Левитин А.В. Алгоритмы: введение в разработку и анализ. М.: Вильямс, 2006. 576 с.
7. Тренкеншу А.И. Программное обеспечение для компьютерной идентификации ключевых фигур и предсказания тенденций графиков биржевых котировок по экстремальным признакам на основе алгоритмов сортировки. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014610934 от 20.01.2014.
8. Ромм Я.Е. О границах идентификации корней полиномов на основе устойчивой адресной сортировки // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 12-1. С. 84–108. DOI: 10.17513/snt.38959.

РАЗРАБОТКА ПОДХОДА К ОБЕСПЕЧЕНИЮ И УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ И КОНЦЕПЦИИ ВНУТРЕННИХ ПОСТАВЩИКОВ И ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Тихонов М.Р., Вышлов В.А.

*Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Москва,
e-mail: kurotenshi91@yandex.ru*

Целью данного исследования является анализ возможностей, связанных с уменьшением рисков потребителя и поставщика при производстве и контроле продукции на выходе, на основе нового подхода, заключающегося в использовании концепции внутренних потребителей и внутренних поставщиков. Такой подход позволяет управлять упомянутыми рисками в ходе производственного процесса за счет изменения вариативности характеристик средств измерений, контроля и испытаний, так же как и самого технологического процесса, принимая во внимание множество технологических операций, реализующих данный процесс. С этой целью предлагается проанализировать соотношение не только полей допусков показателей качества продукции и доверительные интервалы средств измерения и контроля на выходе, но и соотношения полей рассеивания показателей качества продукции и доверительные интервалы средств измерения и контроля, а также возможного смещения их границ на этапе технологического контроля. С учетом сказанного были проанализированы и выявлены особенности оценивания и управления рисками внутренних потребителей и поставщиков при выполнении последовательности операций технологического процесса. Проанализированы основные факторы рисков для формирования показателей качества продукции в ходе выполнения технологических операций, а также для получения достоверной информации от средств измерений и контроля, работающих в цеховых условиях. Предложения, представленные в работе, являются основой для построения математической модели, отражающей основные положения и принципы предложенного подхода.

Ключевые слова: оценка качества, поле допуска и поле рассеивания, производственный допуск, вариативность показателей качества продукции и результатов измерения и контроля, средства измерений и контроля, внутренние поставщики и внутренние потребители

DEVELOPMENT OF AN APPROACH TO PRODUCT QUALITY ASSURANCE AND MANAGEMENT BASED ON PREDICTIVE ANALYTICS AND THE CONCEPT OF INTERNAL SUPPLIERS AND CONSUMERS

Tikhonov M.R., Vyshlov V.A.

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

The objective of this study is to analyze the possibilities for reducing consumer and supplier risks in production and output control based on a new approach involving the use of the concept of internal consumers and internal suppliers. This approach allows managing the above-mentioned risks during the production process by changing the variability of the characteristics of measuring, control and testing instruments, as well as the process itself, taking into account many process operations implementing this process. For this purpose, it is proposed to analyze the ratio of not only the tolerance fields of product quality indicators and the confidence intervals of the measuring and control instruments at the output, but also the ratio of the dispersion fields of product quality indicators and the confidence intervals of the measuring and control instruments, as well as the possible shift of their boundaries at the process control stage. Taking into account the above, the features of assessing and managing the risks of internal consumers and suppliers during the sequence of process operations were analyzed and identified. The main risk factors for the formation of product quality indicators during process operations, as well as for obtaining reliable information from the measuring and control instruments operating in shop floor conditions were analyzed. The proposals presented in the work are the basis for constructing a mathematical model that reflects the main provisions and principles of the proposed approach.

Keywords: quality assessment, tolerance field and scattering field, production tolerance, variability of product quality indicators and measurement and control results, measurement and control instruments, internal suppliers and internal consumers

Введение

Оценка качества продукции в ходе выполнения технологического процесса не является тривиальной задачей, связанной с учетом влияния вариативности как самого технологического процесса, так и средств измерений и контроля, с помощью которых осуществляется получение контрольно-измерительной информации о показателях

качества продукции. Такая оценка, как правило, осуществляется на этапе выходного контроля качества изделий и проводится по завершении всего технологического процесса. Однако следует заметить, что проявление вариативности, исходящей из двух указанных источников, способно увеличивать вероятности ошибок первого и второго рода (риска потребителя и риска поставщи-

ка) пропорционально количеству операций в процессе, что ожидаемо будет уменьшает долю годной продукции в партии, а это, соответственно, приведет к увеличению издержек производства, и организации в целом, из-за необходимости устранения брака, переналадки технологического оборудования, из-за простоев и т.д. Следовательно, актуальными и рациональными представляются действия, связанные с разработкой такого подхода, на основе которого оценка и управление рисками внутренних поставщиков и внутренних потребителей стали бы не общепринятым, привычным инструментом разбраковки продукции на годную и бракованную, а эффективным средством управления технологическим процессом. Таким образом, следует особо отметить, что использование концепции внутренних потребителей и внутренних поставщиков, и соответственно рисков внутренних потребителей и внутренних поставщиков, может позволить перенести «центр тяжести», в обеспечении и контроле качества продукции, с операций разбраковки продукции на выходе – на операции контроля и управления вариабельностями в ходе выполнения технологического процесса, то есть в ходе формирования качества продукции.

Цель исследования: анализ возможностей, связанных с уменьшением рисков потребителя и поставщика при производстве и контроле продукции на выходе, на основе нового подхода, заключающегося в использовании концепции внутренних потребителей и внутренних поставщиков.

Материал и методы исследования

Отбраковка изделий предполагает принятие решения о соответствии показателей качества продукции заданным требованиям и диапазонам допустимых значений [1]. Однако, как отмечалось ранее, проявление вариабельности, как технологической среды, так и контрольно-измерительной, неминуемо приведет к ошибкам первого и второго рода, которые в процессе контроля качества изделий найдут уже свое проявление в виде рисков потребителей и поставщиков.

Риск потребителя подразумевает отнесение изделия, не соответствующего предъявляемым к нему требованиям и критериям качества, к годным. Такая ситуация может привести к невозможности функционального использования выпущенного изделия или невыполнению ряда требований потребителя и, как следствие, уменьшению доверия потребителя к организации-производителю и качеству его продукции. Указанный риск может привести к значимым потерям как в ближнем горизонте, так

и в долгосрочной перспективе, а размер таких потерь может быть в разы больше того, что было затрачено на производство единицы продукции.

Риск поставщика подразумевает отнесение изделия, соответствующего предъявляемым к нему требованиям и критериям качества, к негодным. Недопуск произведенного изделия до конечного пользователя приводит к невозмещенным издержкам, затраченным на создание продукции (утраченная прибыль). Данный риск приводит к потерям в краткосрочной перспективе, а их величина равна стоимости производства единицы продукции.

Вопросы отнесения изделий к группам годных или не годных для выпуска связаны не только с полями рассеяния показателей качества продукции в технологическом процессе (которые характеризуют погрешность изготовления), но и с доверительными интервалами контрольно-измерительного оборудования (которые характеризуют погрешность измерения), применяемого при контроле и оценке качества продукции.

Для стабильного, статистически устойчивого и управляемого технологического процесса функция распределения вероятности значений показателей качества продукции, а также функция распределения вероятности результатов наблюдений, связанная с контрольно-измерительным оборудованием, как правило, принимаются соответствующими нормальному распределению.

Графики, характеризующие разброс показателей качества продукции в пределах поля рассеяния в технологическом процессе и разброс результатов наблюдений в пределах доверительного интервала контрольно-измерительного оборудования, представлены на рисунке 1. Поле рассеяния показателей качества продукции, представленное T_x , отображает диапазон допустимых значений показателей качества продукции, свидетельствующий о ее годности, и зависит от вариабельности процесса и его управляемости. Этот диапазон ограничен нижним и верхним допустимым значением характеристики – X_n и X_v . Он может быть представлен реальными предельными значениями либо средними квадратическими отклонениями σ (σ (сигма) – мера, которая характеризует разброс случайной величины от среднего значения). Для контрольно-измерительного оборудования поля доверительного интервала отображаются как ΔX , и они зависят от настройки и точности применяемых контрольно-измерительных средств. Представленный на рисунке масштаб графиков разброса значений измерительного оборудования является условным.

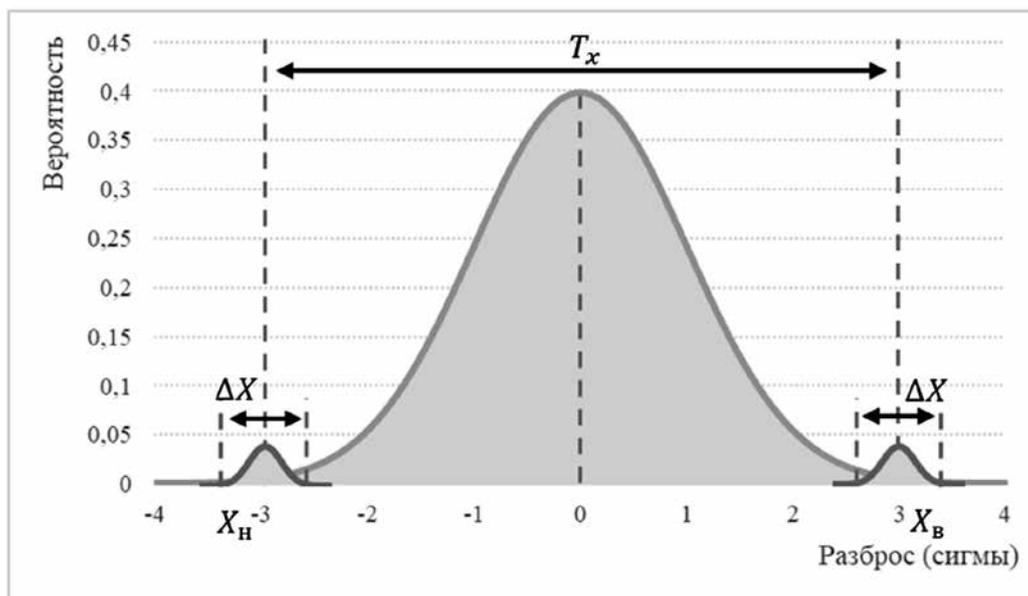


Рис. 1. Графики, характеризующие разброс показателей качества продукции в пределах поля рассеяния в технологическом процессе и разброс результатов наблюдений в пределах доверительного интервала контрольно-измерительного оборудования

Таким образом, необходимая точность реализации технологического процесса, по критериям рисков внутренних потребителей и поставщиков, может быть обеспечена за счет следующих влияющих факторов: уменьшения ширины поля рассеяния T_x при выполнении отдельных технологических операций; уменьшения ширины поля доверительного интервала средств измерения и контроля ΔX ; смещения ΔX относительно X_H и X_B .

Результаты исследования и их обсуждение

Учитывая тот факт, что технологический процесс состоит из множества операций, вероятность рисков потребителей и поставщиков, которые могли бы быть оценены как несущественные для единичной операции, для нескольких последовательных операций увеличивает значимость потерь в существенной мере. Для учета подобного рода рисков целесообразно было бы рассматривать проблему на основе процессного подхода и использовать концепцию внутренних поставщиков и внутренних потребителей, участвующих в процессе. Внутренними потребителями называют процессы, которые получают на вход продукт рассматриваемого процесса, а внутренними поставщиками называют процессы, предоставляющие свои продукты как входные для рассматриваемого процесса.

Последовательно выстроенные операции предполагают передачу продукции

от одного этапа процесса к другому и формируют, таким образом, цепочки внутренних поставщиков и потребителей.

При проведении декомпозиции основного технологического процесса изготовления продукции и процесса, связанного с оценкой качества разбраковки продукции на выходе по критериям риск потребителя (конечного) – риск поставщика (конечного), необходимо выделить наиболее важные принципы, которыми являются [2-4]:

- непротиворечивость учета внутренне-го поставщика учету внешнего поставщика. Такие поставщики с точки зрения передачи продукции являются схожими и, как следствие, большинство применяемых методов взаимодействия могут быть одинаковыми;

- непротиворечивость учета внутренне-го потребителя учету внешнего потребителя. Ориентация на требования потребителя, вне зависимости от его отношения к организации и положения в ней, дает возможность применять схожие методики при управлении качеством продукции;

- возможность оценивания полей рассеяния (голоса процесса) и полей допусков (голос потребителя) показателей качества продукции в технологическом процессе на каждой его операции. Оценка этих показателей может быть проведена для большинства операций;

- возможность оценивания разброса показателей качества продукции, в пределах поля рассеяния в технологическом процессе, и разброса результатов наблюдений,

в пределах доверительного интервала контрольно-измерительного оборудования, на каждой операции технологического процесса. Применение контрольно-измерительных средств для оценивания промежуточных значений показателей качества продукции, с последующим управлением процессом, может привести к изменению общей вариабельности процесса в целом.

Взаимодействие внутренних поставщиков и потребителей на последовательных этапах технологического процесса операций представлено на рисунке 2.

На каждой операции, входящей в рассматриваемую цепочку внутренних поставщиков и потребителей, возможна оценка рисков внутренних поставщиков и потребителей с учетом T_x и ΔX а также с учетом смещения ΔX относительно X_n и X_e , позволяющая сформировать объективное представление о качестве выполнения как отдельной операции, так и всего процесса в целом.

Разброс показателей качества продукции и связанных с этим рисков в технологическом процессе на каждой операции может быть обусловлен следующими основными факторами [5; 6]:

- влияние внешней среды. События, происходящие вне границ организации, влияющие на технологический процесс;

- действия сотрудников. Случайные или целенаправленные действия персонала в операциях процесса;

- несовершенство оборудования. Стабильность работоспособности оборудования не является абсолютной и зависит от особенностей его структуры и количества его элементов;

- низкое качество сырья. Получаемая извне организации продукция, применяемая для формирования изделий, влияет на возможные риски в процессе производства;

- некорректно выбранная процедура. Выбранные процедуры проведения процессов, в том числе производственных, могут привести к ошибкам и, как следствие, возникновению рискованных событий.

Разброс результатов измерений и контроля, обусловленный несовершенством контрольно-измерительной техники и свя-

занных с этим рисков, на каждой контрольной операции обусловлен следующими основными факторами [7; 8]:

- влияние внешней среды. При проведении экспериментальных исследований с использованием контрольно-измерительной техники невозможно обеспечить полное исключение влияния внешней среды на результаты оценки;

- действия сотрудников. Личностные ошибки операторов и контролеров при применении контрольно-измерительной техники;

- несовершенство оборудования. Наличие инструментальных и аппаратных погрешностей, обусловленных несовершенством контрольно-измерительной техники, не позволяет получать действительные значения результатов измерений;

- некорректно выбранная процедура. Отсутствие или невыполнение требований методики измерений, ошибки в выборе последовательности действий при выполнении контрольно-измерительных операций.

Схожесть представленных выше факторов создает объективную основу для организации и осуществления совместного управления с учетом значений и соотношений T_x и ΔX , а также смещения ΔX относительно X_n и X_e .

Здесь представляется целесообразным вспомнить, что на этапе выходного контроля, где при оценивании качества продукции определяются риски конечных потребителей и поставщика, при контроле партии изделий вероятность ошибок первого и второго рода тем больше, чем больше дисперсия (или стандартное отклонение) погрешности измерений.

В практике контроля партий изделий влияние погрешностей измерения оценивают двумя параметрами:

- m – число изделий (в процентах от общего числа измеренных), имеющих параметры, выходящие за допустимые пределы, но признанных годными (за счет ошибок 2-го рода);

- n – число изделий (в процентах от общего числа измеренных), имеющих параметры в пределах допустимых, но забракованных (за счет ошибок 1-го рода).

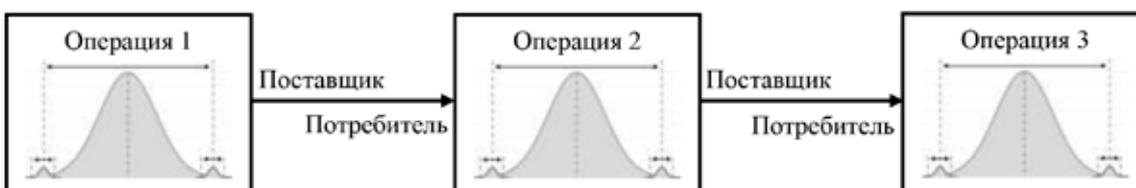


Рис. 2. Взаимосвязь внутренних поставщиков и потребителей в операциях технологического процесса

Параметры m и n определяют по таблицам в зависимости от законов распределения измеряемого параметра и погрешности измерения, а также от отношения

$$A_{\sigma} = (\sigma / T_x) \times 100\%,$$

где σ – стандартное отклонение погрешности измерения; T_x – допуск контролируемого параметра (таблица).

Меньшие значения m и n в интервалах соответствуют распределению погрешности измерения по нормальному закону, большие – по закону равной вероятности; для рассеивания значений измеряемого параметра принято нормальное распределение.

Предельные значения параметров разбраковки (ГОСТ 8.051-81)

$A_{\sigma}, \%$	$n, \%$	$m, \%$
1,6	0,70-0,75	0,37-0,39
3	1,2-1,3	0,87-0,90
5	2,00-2,25	1,60-1,70
8	3,40-3,70	2,60-2,80
12	5,40-5,80	3,75-4,11
16	7,80-8,25	5,00-5,40

Приемочные границы, т.е. предельные значения параметров, по которым производится приемка продукции, в соответствии с ГОСТ 8.051-81 устанавливают с учетом допускаемой погрешности измерения ΔX .

При этом поле рассеяния (голос процесса у внутреннего поставщика) для параметра рассматривают как поле, в которое фактически попадают отклонения параметров. Ширина данного поля обусловлена влиянием совокупности факторов, указанных выше, которые и приводят к вариабельности характеристик технологического процесса и, как следствие, не позволяют получить требуемое точное значение параметра.

В свою очередь, наличие вариабельности в процессе выполнения контрольно-измерительных операций приводит к появлению погрешностей, не позволяющих получить точную оценку значения параметра.

Принимая во внимание сказанное, в целях расширения возможностей для настройки технологического процесса и последующего его сопровождения-управления, представляется целесообразным, помимо упоминаемых факторов, определяющих качество технологического процесса и, как следствие, качества продукции (T_x и ΔX), устанавливать приемочные границы [9, с. 154; 10, с. 35].

Приемочные границы, как правило, устанавливаются двумя способами.

При использовании первого способа приемочные границы устанавливают так, чтобы центр группирования доверительно интервала контрольно-измерительных средств совпадал с нижним и верхним допустимым значением характеристики – X_n и X_g (рис. 1, 2), при этом влияние погрешности контрольно-измерительных средств учитывается разработчиком при выборе качества, класса или степени точности.

При использовании второго способа приемочные границы устанавливают смещенными относительно нижнего и верхнего допустимых значений характеристики – X_n и X_g , внутрь поля рассеяния с учетом влияния погрешности контрольно-измерительных операций (рис. 3).

Первый способ, с точки зрения технико-экономических соображений, считается более целесообразным и поэтому более предпочтительным. Однако при этом, из-за несовершенства контрольно-измерительной техники и, как следствие, существенного влияния погрешностей на результаты разбраковки, о себе неминуемо напомнят ошибки первого и второго рода (риск потребителя и риск поставщика). Чтобы минимизировать риск потребителя, применяют второй способ.

При использовании второго способа, при смещении приемочных границ на величину ΔX , следует говорить о введении производственного допуска $T_{пр}$. Этот способ, на этапе выходного контроля, является менее предпочтительным, чем первый, однако при выполнении технологического процесса, основанного на концепции внутренних поставщиков и внутренних потребителей, такой подход может представлять определенный интерес.

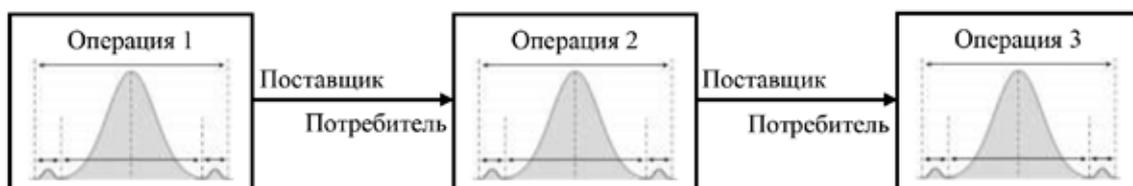


Рис. 3. Измененные границы полей рассеяния в операциях технологического процесса

И наконец, в случае организации технологического контроля на основе концепции внутренних поставщиков и внутренних потребителей, возможен третий способ, заключающийся не в дискретном, а в гибком смещении центра группирования доверительного интервала контрольно-измерительных средств ΔX относительно нижнего и верхнего допустимых значений характеристики – X_n и X_g .

Такой подход позволит варьировать рисками внутреннего потребителя и внутреннего поставщика целенаправленно, в зависимости и с учетом возможностей технологического процесса, обеспечивать возможность на каждой последующей операции исправлять брак, полученный на предыдущей.

Однако следует особо отметить, что оптимальное или рациональное решение при выборе и использовании рассмотренных возможностей организации и осуществления технологического процесса следует искать в сфере технико-экономического анализа.

Оценки рисков внутренних потребителей и внутренних поставщиков, в ходе выполнения технологического процесса, могут послужить объективной основой для оценки потерь, затрат и, как следствие, прибыли.

Выводы

В ходе исследования были решены следующие задачи:

1. Предложено, в рамках процессного подхода, использовать концепцию внутренних поставщиков и внутренних потребителей в целях обеспечения, управления и улучшения качества продукции на этапе производства. Такая концепция позволяет управлять рисками в ходе производственного процесса за счет изменения variability характеристик средств измерений, контроля и испытаний, так же как и самого технологического процесса, принимая во внимание множество технологических операций, реализующих данный процесс.

2. Рассмотрены возможности трансплантации методики оценивания качества выпускаемой продукции, используемой на этапе выходного контроля и заключающейся в определении рисков потребителя и рисков поставщика, в зависимости от соотношения полей рассеяния показателей качества продукции и доверительных интервалов контрольно-измерительных средств, на этапы технологических операций производственного процесса, где осуществляется оценивание рисков внутренних потребителей и внутренних поставщиков не в целях контроля показателей качества продукции и ее рабровокки, а в целях получения ин-

формации для обеспечения и управления качеством на этапах его формирования.

3. Проанализированы и определены условия и принципы, на основе которых было бы возможным реализовать предлагаемый подход. К ним относятся: непротиворечивость учета интересов внутреннего поставщика; непротиворечивость учета интересов внутреннего потребителя; возможность оценивания полей рассеяния показателей качества продукции на каждой технологической операции; возможность оценивания доверительных интервалов для погрешностей контрольно-измерительных средств, используемых на каждой операции технологического процесса.

4. В створе концепции внутренних поставщиков и внутренних потребителей подтверждены основные факторы, определяющие системную среду качества технологического процесса. К ним относятся: поля рассеяния показателей качества T_x ; доверительные интервалы ΔX для погрешностей контрольно-измерительных средств, а также возможность устанавливать смещенные границы доверительных интервалов относительно нижнего и верхнего допустимых значений поля рассеяния – X_n и X_g , внутри поля рассеяния с учетом влияния погрешности контрольно-измерительных операций.

5. Варьирование указанными влияющими факторами позволит получить набор вариантов, содержащих полезную информацию, в виде рисков внутренних поставщиков и внутренних потребителей, на основании которой, с использованием технико-экономического анализа, можно будет определить уровень потерь и принять обоснованное решение в отношении обеспечения, поддержания и управления качеством выпускаемой продукции.

Предложенный в данном исследовании подход к анализу и оцениванию качества продукции может быть использован при формировании системной технологической среды качества, позволяющей минимизировать потери на этапах производства и контроля. Планирование и организация производства, с учетом предложенного подхода, может позволить создать необходимые условия для обеспечения, управления и улучшения качества выпускаемой продукции. Для успешного использования и реализации данного подхода необходимым условием представляется разработка и совершенствование соответствующего математического аппарата, построенного на основе, например, функционально-стоимостного анализа.

Список литературы

1. Масыгин В.Б., Денисова В.Б., Артюх Р.Л. Применение методики размерного анализа для обеспечения минимальных значений операционных припусков в технологическом процессе механической обработки // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2022. № 11. С.65-71. DOI: 10.17513/mjrfi.13469.
2. Александров И.А., Муранов А.Н., Червяков Л.М. Повышение качества проектирования технологических процессов механической обработки // Справочник. Инженерный журнал. 2024. № 1(322). С. 33-38. DOI 10.14489/hb.2024.01.pp.033-038.
3. Ягьяев Э.Э. Технологические методы обеспечения стабильности качества деталей процесса чистового шлифования // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. 2021. № 3(73). С. 181-185. DOI: 10.34771/UZSERU.2021.73.3.038.
4. Корчунов А.Г. Математические модели управления показателями качества продукции в технологических процессах обработки. Качество в обработке материалов // 2015. № 1 (3). С. 62-67. URL: <https://www.magtu.ru/servisy-sajta/fajlovyj-arkhiv/send/303-kachestvo-v-obrabotke-materialov/4203-1-2015.html> (дата обращения: 10.10.2024).
5. Черкасов К.В., Романов И.А., Мешков С.А., Шашурин В.Д. Анализ вероятностных характеристик электрических параметров широкополосного балансного смесителя частот СВЧ радиосигналов на базе резонансно-туннельных диодов и оценка его надежности // Радиоэлектроника. Наносистемы. Информационные технологии. 2021. Т. 13, № 1. С. 19-26. DOI: 10.17725/rensit.2021.13.019.
6. Логинов Д.С., Холомина Т.А., Шерова И.Ф. Исследование влияния условий коммутации на измерение спектра низкочастотного шума магнитоуправляемых контактов // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2022. № 82. С. 228-236. DOI: 10.21667/1995-4565-2022-82-228-236.
7. Логунов Б.А., Харин И.А. Повышение эффективности испытаний моделей самолетов на флаттер с использованием измерительно-информационных систем в дозвуковой аэродинамической трубе // Вестник Московского энергетического института. Вестник МЭИ. 2021. № 5. С.103-107. DOI: 10.24160/1993-6982-2021-5-103-107.
8. Пронякин В.И., Миняева Л.Х. Фазохронометрическая система диагностики главного привода прокатного стана // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2021. Т. 77, № 6. С. 704-710. DOI: 10.32339/0135-5910-2021-6-704-710.
9. Дегтярев А.А. Метрология: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 210100 «Управление и информатика в технических системах». М.: Акад. Проект, 2006. 254 с.
10. Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С. Метрология, стандартизация и технические средства измерений. М.: Высшая школа, 2008. 209 с.

УДК 004.94:519.83
DOI 10.17513/snt.40250

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Тютюнник В.М., Альгузо М.М.С.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов,
e-mail: vmtutyunnik@gmail.com*

Цель исследования – смоделировать процесс принятия решений о внесении того или иного документа в массив в условиях существенной неопределенности и при заданном для лица, принимающего решения, большом количестве критериев. Базой для проведения исследования стал массив по нобелистике Международного Информационного Нобелевского Центра, так как он одновременно содержит библиотечные, музейные, архивные и электронные документы проблемно-ориентированного характера. Для моделирования использован модифицированный подход к процессу принятия решения из пяти этапов. Показана возможность моделирования принятия решений в этих условиях, лучшим из которых является оптимальное формирование, описание и интеллектуальный анализ комплексного массива проблемно-ориентированных данных. Предложен пятиэтапный подход к процессу принятия решения органом управления, а также семь вариантов информационных ситуаций, для каждой из которых подобрана совокупность критериев принятия оптимальных решений. Все критерии математически описаны. Так, для нечеткого множества состояний среды предложены критерии: приведение субъективного распределения вероятностей значений компонент функции принадлежности, критерий вероятности распределения значений оценочного функционала, критерий типа дисперсии значений оценочного функционала, критерий модального типа. Для моделирования использована типовая информационная ситуация, когда орган принятия решений располагает знанием априорного распределения вероятностей на элементах состояний массива данных. Сделан вывод, что в соответствии с построенной совокупностью моделей принятие решений в каждой статической информационной ситуации приводит к необходимости разработки целенаправленных методов в зависимости от рассмотренных критериев. Такие возможности представлены и опробованы авторами в виде описанных моделей.

Ключевые слова: формирование, описание и интеллектуальный анализ данных, библиотечно-музейно-архивно-информационный массив по нобелистике, условия неопределенности, принятие решений, модели

MODELING THE DECISION MAKING PROCESS UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY

Tyutyunnik V.M., Alguzo M.M.S.

Tambov State Technical University, Tambov, e-mail: vmtutyunnik@gmail.com

The aim of the study: to model the decision-making process of adding a document to the array under conditions of substantive uncertainty and when the decision maker is given a large number of criteria. The array on nobelistics of the International Nobel Information Center became the base for the study, as it simultaneously contains library, museum, archival and electronic documents of problem-oriented nature. A modified approach to the five-step decision-making process was used for modeling. The possibility of modeling decision making under these conditions is shown, the best of which is the optimal formation, description and intellectual analysis of a complex array of problem-oriented data. A five-stage approach to the decision-making process of a management body is proposed, as well as seven variants of information situations, for each of which a set of criteria for making optimal decisions is selected. All criteria are mathematically described. Thus, for a fuzzy set of states of the environment the following criteria are proposed: bringing the subjective probability distribution of values of the belonging function components, the criterion of probability distribution of values of the estimated functional, the criterion of the type of dispersion of values of the estimated functional, the criterion of modal type. For modeling the typical informational situation when the decision-making body has knowledge of a priori probability distribution on the state elements of the data array is used. It is concluded that, in accordance with the constructed set of models, decision-making in each static information situation leads to the necessity of developing targeted methods depending on the considered criteria. Such possibilities are presented and tested by the authors in the form of the described models.

Keywords: formation, description and intellectual analysis of data, uncertainty conditions, library-museum-archival-information array on nobelistics, decision-making, models

Введение

При формировании, описании и интеллектуальном анализе данных, представляющих собой комплексный проблемно-ориентированный библиотечно-музейно-архивно-информационный массив (БМА-ИМ) по нобелистике, функционирующий в реальном масштабе времени [1], сотрудники постоянно сталкиваются с условия-

ми неопределенности, которые возникают из-за неоднозначности отнесения каждого элемента нобелистики к этому массиву. Вносить или не вносить ту или иную книгу, музейный, архивный или электронный документ в БМАИМ – такая альтернатива сопровождает каждого сотрудника, так как практически каждый документ включает в себя множество тематических рубрик,

смыслов, субъективных суждений, ассоциаций. Из всех классов неопределенностей в данной ситуации главенствует сущностная, которая лежит в сути изучаемых объектов или явлений (процессов).

Известно множество методов моделирования процесса принятия решений в условиях неопределенности [2–4], например аппарат теории вероятностей, теории игр, расплывчатого множества и др. По теме исследования имеются и патенты, например [5]. Однако большинство работ посвящено конкретным ситуациям, например техническим объектам [6], бизнес-процессам [7], экономике в целом [8] и др. Использование каждой конкретной модели для иной ситуации связано со значительными трудностями доработки или переработки, осложняемыми к тому же значительным субъективизмом лица, принимающего решение (ЛПР), в основном из-за растущей многокритериальности [9].

Цель исследования – смоделировать процесс принятия решений о внесении того или иного документа в БМАИМ в условиях сущностной неопределенности и при заданном для ЛПР большом количестве критериев.

Материалы и методы исследования

Базой для проведения исследования стал БМАИМ по нобелистике Международного Информационного Нобелевского Центра (МИНЦ), так как он одновременно содержит библиотечные, музейные, архивные и электронные документы проблемно-ориентированного характера. Сущностная неопределенность проявляется в том, что большое количество поступающих объектов не содержит внешних признаков, позволяющих воспользоваться набором критериев для ЛПР. Поэтому ЛПР вынужден знакомиться с содержательной стороной объекта, на что уходит много времени и усиливается субъективизм. Для моделирования использован модифицированный подход к процессу принятия решения из пяти этапов [10]: 1) формирование множества решений и множества состояний среды комплектования; 2) введение показателей эффективности и полезности, входящих в расчет оценочного функционала; 3) определение руководством МИНЦ ситуации, характеризующей стратегию поведения среды комплектования; 4) выбор критерия принятия решений из множества критериев, характеризующих ситуацию; 5) принятие по выбранному критерию оптимального решения по введению или невведению документа в БМАИМ.

Математический аппарат для моделирования выбран из предположения о семи ин-

формационных ситуациях, которые могут возникнуть в процессе принятия решений в условиях неопределенности [11, с. 142–160; 12, с. 220–232]: 1) известна совокупность вероятностей на элементах множества выбираемых документов (используем следующие критерии принятия решений – критерий Байеса, критерий максимальной вероятности, модальный критерий, критерий минимальной дисперсии, критерий минимума энтропии математического ожидания, модифицированный критерий); 2) известно распределение вероятностей с неизвестными параметрами (параметрический критерий Байеса, параметрический критерий максимума вероятности оценочного функционала (ОФ), параметрический критерий минимума дисперсии ОФ, параметрический модальный критерий, параметрический критерий максимума энтропии математического ожидания ОФ); 3) известна система линейных отношений порядка на компонентах распределения состояния среды комплектования (тип отношений порядка задается лицом, принимающим решения, на базе имеющихся у него информации и опыта, ситуации и условий принятия решений); 4) неизвестно распределение вероятностей на элементах множества комплектования (критерий максимальных мер множеств Байеса, максимум интегрального значения Байеса, наибольший интегральный потенциал, критерий Бернулли – Лапласа, критерий Хоменюка, критерий Гиббса – Джейнса); 5) имеются антагонистические интересы среды комплектования (критерий Вальда, критерий Савиджа, функция неопределенности); 6) заданы промежуточные случаи выбора средой комплектования своих состояний (критерий Гурвица, критерий Ходжеса – Лемана, критерий Менгеса, критерий Шнейвайса); 7) задано нечеткое множество состояний среды (приведение субъективного распределения вероятностей значений компонент функции принадлежности, критерий типа вероятности распределения значений ОФ, критерий типа дисперсии значений ОФ, критерий модального типа).

Результаты исследования и их обсуждение

Определим положительные и отрицательные ОФ, которые характерны для активно направленных систем. Именно такими являются системы, обеспечивающие решение задач отнесения каждого элемента нобелистики к БМАИМ. С понятием ОФ обычно связывают расчеты эффективности, полезности, потерь, риска и т.п.

Оценочный функционал F^+ используем для выражения полезности, выигрыша, эффективности, вероятностей достижения цели, а оценочный функционал F^- применим для выражения проигрыша, сожалений, риска. Понятно, что предпочтительнее положительная форма выражения ОФ, но в ряде случаев необходимо и отрицательное значение.

Функция сожалений есть линейное преобразование положительного или отрицательного значения ОФ к относительным единицам измерения. Такое преобразование устанавливает начало отсчета ОФ «нуль» для каждого состояния среды θ_j ($j = 1, 2 \dots n$): 1) для F^+ в случае фиксированного состояния среды $\theta_j \in \Theta$ (Θ – множество состояний среды) находится величина $l_j = \max_{\varphi_k \in \Phi} f_{jk}^+$ (l – , Φ – множество решений из φ_k , f^+ – текущее значение F^+), и функция сожалений определяется в виде $r_j(\varphi_k) = l_j - f_{jk}^+$; 2) для F^- в случае фиксированного состояния среды $\theta_j \in \Theta$ находится величина $L_j = \min_{\varphi_k \in \Phi} f_{jk}^-$ и функция сожалений определяется в виде $r_j(\varphi_k) = f_{jk}^- - L_j$. Функция сожалений имеет отрицательную форму оценочного функционала F^- , $r_j(\varphi_k) \geq 0$, и $r_j = 0$ хотя бы для одного решения φ_k при $\theta_j \in \Theta$.

Ситуации принятия решений формализуются моделью кортежа $\{\Phi, \Theta, F\}$, откуда можно определить различные *информационные ситуации* I (перечислены выше). *Критерий принятия решения* $\chi \in K$ является алгоритмом, который определяет единственное оптимальное решение $\varphi^o \in \Phi$ либо множество решений для каждой ситуации принятия решения $\{\Phi, \Theta, F\}$ и информационной ситуации [13, с. 28–40]. Основные критерии принятия решений в информационной ситуации I_1 задаются распределением вероятностей $p_j = P\{\theta = \theta_j\}$. Если задана модель кортежа $\{\Phi, \Theta, F\}$, то задача принятия решения состоит в том, что органу принятия решения необходимо выбрать одно решение, оптимальное по выбранному критерию. Предположим, задана ситуация принятия решения $\{\Phi, \Theta, F\}$ с заданными множествами Φ, Θ и F , с оценочными функционалами F^+ или F^- . Смоделируем для этой ситуации семь основных критериев принятия решения по введению какого-либо элемента в БМАИМ [14, 15].

1. *Критерий Байеса* (максимизация математического ожидания оценочного функционала, преобразование априорных вероятностей в апостериорные). Оптимальными решениями $\varphi_{ko} \in \Phi$ будут такие, для которых математическое ожидание ОФ достигает максимума из возможных:

$$B^+(p, \varphi_k) = \max_{\varphi_k \in \Phi} B^+(p, \varphi_k) = \max_{\varphi_k \in \Phi} \left[\sum_{j=1}^n p_j f_{jk}^+ \right] = \sum_{j=1}^n p_j f_{jko}^+.$$

Здесь $B^+(p, \varphi_k) = \sum_{j=1}^n p_j f_{jk}^+$ представляет собой значение оценочного функционала

Байеса для решения $\varphi_k \in \Phi$. Первостепенное значение этого критерия для информационной ситуации I_1 объясняется его тесной связью с аксиомами теории полезностей Наймана и Моргенштерна, в которых суммарная полезность определяется как математическое ожидание частных полезностей.

2. *Критерий максимизации вероятности распределения ОФ*. Введем величину α , удовлетворяющую неравенствам $\alpha_1 < \alpha < \alpha_2$, где $\alpha_1 = \min_k \min_k f_{jk}^+$, $\alpha_2 = \max_k \max_k f_{jk}^+$, $j = 1, \dots, n$, $k = 1, \dots, m$. Смысл критерия в том, чтобы найти решение $\varphi_{ko} \in \Phi$, для которых соблюдается $P(f_{jk}^+ \geq \alpha) = \max_{\varphi_k \in \Phi} P(f_{jk}^+ \geq \alpha)$. Для конкретных α и φ_k неравенство $f_{jk}^+ \geq \alpha$ определяет $\Theta_{\alpha,k}$. Тогда вероятность $P(f_{jk}^+ \geq \alpha)$ равна $P(f_{jk}^+ \geq \alpha) = P(\theta \in \Theta_{\alpha,k}) = \sum_{\theta_j \in \Theta_{\alpha,k}} p(\theta = \theta_j)$.

В этом критерии величину α задает БМАИМ, поэтому множество Φ зависит от α . Для двух значений α^* и α^{**} , таких, что $\alpha_1 \leq \alpha^* \leq \alpha_2$, $\alpha_1 \leq \alpha^{**} \leq \alpha_2$ и $\alpha^* \leq \alpha^{**}$ имеем $\overline{\Phi}(\alpha^{**}) \subseteq \overline{\Phi}(\alpha^*)$. Кроме того, $P(f_{jk}^+ \geq \alpha^*) \geq P(f_{jk}^+ \geq \alpha^{**})$.

3. *Критерий минимума дисперсии ОФ*. Смысл критерия в определении для каждого решения $\varphi_k \in \Phi$ среднего значения $B^+(p, \varphi_k)$ ОФ (F^+) и дисперсии σ_k^2 в виде

$$\sigma_k^2 = \sigma^2(p, \varphi_k) = \sum_{j=1}^n [f_{jk}^+ - B^+(p, \varphi_k)]^2 p_j.$$

На практике приходится несколько видоизменять вычисление дисперсии, например, таким образом:

$$\sigma^2_{(p, \varphi_k)} = \sum_{j=1}^n \left[f_{jk}^+ - \max_{\varphi_k \in \Phi} B^+(p, \varphi_s) \right]^2 p_j \quad \text{или} \quad \sigma^2_{(p, \varphi_k)} = \sum_{j=1}^n \left[f_{jk}^+ - \frac{1}{m} \sum_{s=1}^m B^+(p, \varphi_s) \right]^2 p_j.$$

Если ОФ в виде F^- , то решение φ_{ko} по критерию минимума ОФ находится из условия $\sigma^2(p, \varphi_{ko}) = \min_{\varphi_k \in \Phi} \sigma^2(p, \varphi_k)$. где величина $\sigma^2(p, \varphi_{ko})$ определяется одним из следующих способов:

$$\sigma^2(p, \varphi_k) = \sum_{j=1}^n \left[f_{jk}^- - B^-(p, \varphi_k) \right]^2 p_j, \quad \sigma^2(p, \varphi_k) = \sum_{j=1}^n \left[f_{jk}^- - \min_{\varphi_k \in \Phi} B^-(p, \varphi_s) \right]^2 p_j,$$

$$\sigma^2(p, \varphi_k) = \sum_{j=1}^n \left[f_{jk}^- - \frac{1}{m} \sum_{s=1}^m B^-(p, \varphi_s) \right]^2 p_j.$$

4. *Модальный критерий* (смысл его в том, что руководство БМАИМ исходит из наиболее вероятного состояния среды $p_{j_1} = \max_{\theta_j \in \Theta} P(\theta = \theta_j)$), тогда оптимальное решение определяется

из условия $\frac{1}{s} \sum_{\gamma=1}^s f_{j_\gamma} k_0 = \max_{\varphi_k \in \Phi} \frac{1}{s} \sum_{\gamma=1}^s f_{j_\gamma} k$. Главное достоинство критерия в выявлении

самых вероятных состояний среды, для которых и производится расчет ОФ, что значительно ускоряет процесс принятия решений в условиях неопределенности.

5. *Критерий минимума энтропии математического ожидания ОФ* заключается в нахождении φ_{ko} по условию $H(p, \varphi_{ko}) = \min_{\theta_j \in \Theta} H(p, \varphi_k)$, в котором энтропия математического

ожидания ОФ определяется по формуле

$$H(p, \varphi_k) = - \sum_{j=1}^n \left(\frac{p_j f_{jk}^+}{\sum_{j=1}^n p_j f_{jk}^+} \right) \ln \left(\frac{p_j f_{jk}^+}{\sum_{j=1}^n p_j f_{jk}^+} \right).$$

Если принятое решение отрицательное, то используется другая формула:

$$H(p, \varphi_k) = - \sum_{j=1}^n \left(\frac{p_j \tilde{f}_{jk}^-}{\sum_{j=1}^n p_j \tilde{f}_{jk}^-} \right) \ln \left(\frac{p_j \tilde{f}_{jk}^-}{\sum_{j=1}^n p_j \tilde{f}_{jk}^-} \right).$$

6. *Модифицированный критерий* устанавливает λ при условии $0 \leq \lambda \leq 1$ и заключается в нахождении решения φ_{ko} из условия $\chi(p, \varphi_{ko}) = \max_{\varphi_k \in \Phi} \chi(p, \varphi_k)$.

При значениях $\lambda = 0$ или 1 этот критерий совпадает с первым критерием Байеса.

Для выбора λ в интервале $\lambda \in [0, \lambda^*]$ предложим следующие точечные оценки:

$\hat{\lambda}_\alpha^*(p) = \left(\frac{n}{n-1} \right)^{\frac{\alpha}{2}} \lambda^* \rho^\alpha(p)$. Здесь $\rho(p)$ – расстояние от $p = (p_1, \dots, p_n)$ до средней точки

$\left(\frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n} \right)$ плоского множества $\Delta_n = \left\{ p: 0 \leq p_j \leq 1 (j = 1, \dots, n), \sum_{j=1}^n p_j = 1 \right\}$, равное

$$\rho(p) = \left[\sum_{j=1}^n \left(p_j - \frac{1}{n} \right)^2 \right]^{1/2} = \left(\sum_{j=1}^n p_j - \frac{1}{n} \right)^{1/2}.$$

Точечные оценки $\hat{\lambda}_\alpha^*(p)$ удовлетворяют следующим двум аксиомам: 1) $\hat{\lambda}_\alpha^*(p^0) = 0$ при $\rho(p^0) = 0$, то есть в случае равномерного распределения $p^0 = \left(\frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n}\right)$ модифицированный критерий совпадает с критерием Байеса; 2) $\hat{\lambda}_\alpha^*(p^*) = \lambda^*$ при $\rho(p^*) = \max_{p \in \Delta_n} \rho(p) = \left(\frac{n-1}{n}\right)^{12}$, то есть в случае вырожденного распределения p^* (одна из компонент которого равна единице, остальные – нулю) дисперсия $\sigma^2(p, \Phi_k) = 0$ для любого $\Phi_k \in \Phi$.

Частными случаями точечных оценок $\hat{\lambda}_\alpha^*(p)$ при $\alpha = 0, 1, 2$ являются величины

$$\hat{\lambda}_0^*(p) = \lambda, \hat{\lambda}_1^*(p) = \sqrt{\frac{n}{n-1}} \rho(p) \lambda^*, \hat{\lambda}_2^*(p) = \frac{n}{n-1} \rho^2(p) \lambda^*.$$

Для выбора $\lambda \in [\lambda^{**}, 1]$ используются точечные оценки вида

$$\hat{\lambda}_\alpha^{**}(p) = 1 - \left(\frac{n}{n-1}\right)^2 \rho^\alpha(p) (1 - \lambda^{**})$$
 с неотрицательными α .

Величины $\hat{\lambda}_\alpha^{**}(p)$ удовлетворяют следующим двум аксиомам:

$$1) \hat{\lambda}_\alpha^{**}(p^0) = 1 \text{ при } \rho(p^0) = 0, \text{ то есть в случае равномерного распределения } p^0 = \left(\frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n}\right)$$

модифицированный критерий совпадает с критерием минимума дисперсии;

2) $\hat{\lambda}_\alpha^{**}(p^*) = \lambda^{**}$ при $\rho(p^*) = \max_{p \in \Delta_n} \rho(p) = \left(\frac{n-1}{n}\right)^{12}$, то есть в случае вырожденного распределения p^* дисперсия $\sigma^2(p, \Phi_k) = 0$ для любого $\Phi_k \in \Phi$ и оптимальное решение принимается по критерию Байеса.

Таким образом, если руководство БМАИМ считает, что величина λ в модифицированном критерии $\chi_\Delta(p, \Phi_k)$ удовлетворяет неравенствам $\lambda^{**} \leq \lambda \leq 1$, то при использовании точечной оценки $\hat{\lambda}_\alpha^{**}(p)$ принимается решение из условия максимума $\chi(p, \Phi_k)$ по $\Phi_k \in \Phi$ для $\lambda = \hat{\lambda}_\alpha^{**}(p)$. Частными случаями точечных оценок $\hat{\lambda}_\alpha^{**}(p)$ при $\alpha = 0, 1, 2$ являются

$$\hat{\lambda}_0^{**}(p^*) = \lambda^{**}, \hat{\lambda}_1^{**}(p) = 1 - \sqrt{\frac{n}{n-1}} \rho(p) (1 - \lambda^{**}), \hat{\lambda}_2^{**}(p) = 1 - \frac{n}{n-1} \rho^2(p) (1 - \lambda^{**}).$$

Для выбора $\lambda \in [\lambda^*, \lambda^{**}]$ можно предложить следующие точечные оценки:

1) $\hat{\lambda}_\alpha(p) = \lambda^* + \left(\frac{n}{n-1}\right)^2 \rho^\alpha(p) (\lambda^{**} - \lambda^*)$, где $\alpha \geq 0$, при этом точечные оценки удовлетворяют следующим двум аксиомам: 1) $\hat{\lambda}_\alpha(p^0) = \lambda^*$ при $\rho(p^0) = 0$, то есть в случае равномерного распределения $p^0 = \left(\frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n}\right)$ в модифицированном критерии большее предпочтение дается критерию Байеса; 2) $\hat{\lambda}_\alpha(p^*) = \lambda^{**}$ при $\rho(p^*) = \max_{p \in \Delta_n} \rho(p) = \left(\frac{n-1}{n}\right)^{12}$, то есть в модифицированном критерии большее предпочтение дается критерию минимума дисперсии $\sigma^2(p, \Phi_k)$, причем $\sigma^2(p^*, \Phi_k) = 0$ для любого $\Phi_k \in \Phi$ и решение принимается по критерию Байеса. Частными случаями точечных оценок $\hat{\lambda}_\alpha(p)$ при $\alpha = 0, 1, 2$ являются

$$\hat{\lambda}_0(p) = \lambda^{**}, \hat{\lambda}_1(p) = \lambda^* + \sqrt{\frac{n}{n-1}} \rho(p) (\lambda^{**} - \lambda^*), \hat{\lambda}_2(p) = \lambda^* + \frac{n}{n-1} \rho^2(p) (\lambda^{**} - \lambda^*).$$

7. *Условные решения.* Руководство БМАИМ выделяет один критерий, который называют главным, а на остальные критерии принятия решений из множества K_l налагаются ограничения; такое решение назовем *условным*. Для задач оптимизации и принятия решений характерным является задание ограничений либо в форме неравенств $c_1^l \leq \chi_1^l \leq C_1^l$, либо в форме равенств $\chi_1^l = c_1^l$. Поскольку поиск оптимального решения сводится к перебору конечного числа вариантов, то задание ограничения в форме точного равенства в большин-

стве случаев является не совсем корректным и приводит к отсутствию условного решения. В противоположность этому ограничения в форме неравенств являются более естественными и позволяют руководству БМАИМ проводить своеобразный анализ по установлению пределов значений величин c_1^l и C_1^l нижней и верхней границ значений критерия χ_1^l . Например, включить ту или иную книгу в БМАИМ можно только при наличии упоминания в ней хотя бы одного лауреата Нобелевских премий или члена семейства Нобелей (нижний критерий).

Таким образом, если $\chi_1^s \in K_I$ – главный критерий, то условные решения находятся из следующей задачи:

$$\chi_1^s(\varphi_{ko}) = \underset{\varphi_k \in \Phi}{\text{opt}} \chi_1^s(\varphi_k), \quad c_1^l \leq \chi_1^l \leq C_1^l, \quad (l = 1, \dots, r; l \neq s).$$

Частным случаем сформулированной задачи поиска условных решений является случай, рассматривающий вместо множества K_I подмножество $\bar{K}_I \subset K_I$.

Пример. Пусть $\bar{K}_I = \{\chi_1^1, \chi_1^2\}$, где $\chi_1^1 = B^+(p, \varphi_k)$, $\chi_1^2 = \sigma^2(p, \varphi_k)$, причем вектор априорного распределения $p = (p_1, \dots, p_n)$ задан, а χ_1^1 – главный критерий. Ограниченное решение φ_{ko} находится из условия

$$B^+(p, \varphi_{ko}) = \max_{\varphi_k \in \Phi} B^+(p, \varphi_k), \quad c_1 \leq \sigma^2(p, \varphi_k) \leq C_1,$$

где c_1, C_1 – заданные положительные константы. Можно определить класс условных решений и без выделения главного критерия принятия решения непосредственно как решение системы неравенств $c_1^l \leq \chi_1^l(\varphi_k) \leq C_1^l$ ($l = 1, \dots, r_1$).

Заключение

Очевидным является утверждение, что в соответствии с построенной совокупностью моделей *принятия решений в каждой статической информационной ситуации* приводит к необходимости разработки целенаправленных методов в зависимости от рассмотренных критериев. Такие возможности представлены и опробованы авторами в виде описанных моделей. Это не касается вопросов принятия решений в динамике, которые необходимо рассматривать на основе совершенно иных математических выкладок.

Список литературы

1. Тютюнник В.М., Альгузо М.М.С. Формирование данных в библиотечно-музейно-архивно-информационном массиве // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2024. № 6. С. 40–44. URL: <http://pribor.fgizd.ru/ru/arhiv/mount6year2024> (дата обращения: 20.10.2024).
2. Кохендерфер М., Уилер Т., Рэй К. Алгоритмы принятия решений. М.: ДМК Пресс, 2023. 684 с.
3. Трухаев Р.И. Модели принятия решений в условиях неопределенности. М.: Наука, 1981. 254 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://knigogid.ru/books/1923758-modeli-prinyatiya-resheniy-v-usloviyah-neopredelennosti?ysclid=m4v6c37ug5831085949> (дата обращения: 20.10.2024).
4. Абд Алхадхи Х., Минин Ю.В., Тютюнник В.М. Синтез функции принадлежности и оператора агрегирования в нечетких информационных системах принятия решений // Промышленные АСУ и контроллеры. 2023. № 5. С. 3–7. DOI: 10.25791/asu.5.2023.1434.
5. Патент РФ № 2534924. Патентообладатель Российской государственной торгово-экономической университет, 2014. Бюл. № 15.
6. Горелова Г.В. Модели принятия решений при проектировании и управлении объектами в условиях вероятностной неопределенности // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2019. № 1 (203). С. 188–199.

URL: https://izv-tn.ti.sfedu.ru/index.php/izv_tn/article/view/63 (дата обращения: 20.12.2024).

7. Мадера А.Г. Моделирование и оптимизация бизнес-процессов и процессных систем в условиях неопределенности // Бизнес-информатика. 2017. № 4 (42). С. 74–82. DOI: 10.17323/1998-0663.2017.4.74.82.

8. Королев О.Л., Кусый М.Ю., Сигал А.В. Применение энтропии при моделировании процессов принятия решений в экономике. М.: Инфра-М, 2022. 202 с.

9. Петров Э.Г., Крючковский В.В., Петров К.Э. Нормативная формализация процесса принятия решений в условиях многокритериальности и интервальной неопределенности // Проблемы информационных технологий. 2014. № 15. С. 7–13. URL: <https://oaji.net/articles/2014/1349-1415356078.pdf> (дата обращения: 19.10.2024).

10. Nashed S.B., Mahmud S., Goldman C.V., Zilberstein S. Causal Explanations for Sequential Decision Making Under Uncertainty // Proc. of the 22nd International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2023), 2023. P. 2307–2309. [Электронный ресурс]. URL: <https://ifaamas.org/Proceedings/aamas2023/pdfs/p2307.pdf> (дата обращения: 20.10.2024).

11. Филинов-Чернышев Н.Б. Разработка и принятие управленческих решений. Москва: Юрайт, 2024. 338 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://lib.dm-centre.ru/lib/document/gpntb/ESVODT/77db01194ba4076d156323f68dc727ad/> (дата обращения: 20.10.2024).

12. Kochenderfer M.J. Decision making under uncertainty. Cambridge (Massachusetts): The MIT Press, 2015. 350 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://web.stanford.edu/group/sisl/public/dmu.pdf> (дата обращения: 18.10.2024).

13. Кремлев А.Г. Основные понятия теории игр. Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2016. 144 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://znanium.ru/catalog/document?id=422992> (дата обращения: 18.10.2024).

14. Абд Алхадхи Х., Минин Ю.В. Синтез функции принадлежности и оператора агрегирования в нечетких информационных системах принятия решений // Промышленные АСУ и контроллеры. 2023. № 5. С. 3–7. DOI: 10.25791/asu.5.2023.1434.

15. Абд Алхадхи Х., Минин Ю.В. Функция принадлежности и оператор агрегирования в нечетких информационных системах принятия решений // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2023. № 7. С. 28–32. DOI: 10.25791/pribor.7.2023.1425.

УДК 004:658.5
DOI 10.17513/snt.40251

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА В РОБОТИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ С УЧЕТОМ ВРЕМЕННЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ

Холопов В.А., Макаров М.А., Кладов А.С.

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

В статье представлен метод динамического определения траектории для промышленного робота-манипулятора, работающего в условиях динамического производственного окружения, включающего как статические объекты, так и движущиеся препятствия. Цель исследования – разработка метода определения траектории робота-манипулятора для работы в условиях временных ограничений и динамических препятствий. В рамках исследования описывается модель рабочего пространства, основанная на воксельном представлении, позволяющая оценивать доступные для манипулятора области с учетом его габаритов, кинематических ограничений и динамически меняющейся среды. Рассматривается формирование графа свободного пространства с учетом временных ограничений, где каждым узлом графа присваиваются временные метки, отражающие доступность и безопасный момент времени для нахождения манипулятора в соответствующей области. В процессе работы был разработан алгоритм поиска оптимальной траектории, адаптированный к трехмерному пространству и влиянию временных ограничений. Алгоритм позволяет при необходимости вводить режим ожидания или выбирать обходные маршруты, сохраняя при этом безопасность и избегая столкновений с движущимися объектами. Исследование имеет практическое применение и может быть использовано для переналадки роботизированных технологических комплексов в условиях многономенклатурного мелкосерийного производства. Были проведены виртуальные эксперименты в различных сценариях работы комплекса в среде Unity. Сравнительный анализ показывает, что предложенный метод обеспечивает повышение эффективности и снижение аварийных ситуаций с учетом изменений в производственной среде.

Ключевые слова: роботизированные технологические комплексы, робот-манипулятор, планирование траектории, временные ограничения, минимизация коллизий

A METHOD FOR DETERMINING THE ROBOT MANIPULATOR TRAJECTORY IN ROBOTIZED TECHNOLOGICAL COMPLEXES WITH CONSIDERATION OF TIME CONSTRAINTS

Kholopov V.A., Makarov M.A., Kladov A.S.

MIREA – Russian Technological University, Moscow, e-mail: makarov_m@mirea.ru

This article presents a method for dynamically determining the trajectory of an industrial robot manipulator operating in a dynamic production environment, which includes both static objects and moving obstacles. The purpose of the study is to develop a method for determining the trajectory of a robot manipulator for operation under time constraints and dynamic obstacles. The research describes a workspace model based on a voxel representation, enabling the assessment of accessible areas for the manipulator, considering its dimensions, kinematic constraints, and the dynamically changing environment. The formation of a free-space graph with time constraints is considered, where each node of the graph is assigned a time stamp reflecting when it is safe for the manipulator to be in that particular area. During the course of the study, a path search algorithm adapted to three-dimensional space and time constraints was developed. The algorithm allows for the introduction of waiting modes or selecting alternate routes as necessary, thereby maintaining safety and preventing collisions with moving objects. The research findings have practical applications and can be utilized for the reconfiguration of robotized technological complexes in conditions of multi-assortment, small-batch production. Virtual experiments were conducted under various scenarios using the Unity environment. A comparative analysis shows that the proposed method improves efficiency and reduces emergency situations, taking into account changes in the production environment.

Keywords: robotized technological complexes, robot manipulator, trajectory planning, time constraints, collision minimization

Введение

Современное производство характеризуется высокой степенью автоматизации и широким использованием роботизированных технологических комплексов (РТК), направленных на повышение производительности и качества продукции. Робот-манипулятор в составе РТК является ключевым и наиболее подвижным элементом, выполняющим задачи перемещения заго-

товок и деталей между различными технологическими участками. В условиях многономенклатурного мелкосерийного производства особое значение приобретает синхронизация действий робота-манипулятора с остальными компонентами РТК. Одной из ключевых задач в таких условиях является определение осуществимой траектории движения робота-манипулятора с учетом временных ограничений, динамики компо-

нентов системы и возможных препятствий в рабочей зоне. С увеличением сложности производственных задач и необходимости быстрого реагирования на изменения номенклатуры и объемов выпуска продукции становится все более актуальной разработка методов, позволяющих роботу-манипулятору планировать свои действия с учетом временных ограничений системы. Недостаточная синхронизация и отсутствие учета временных ограничений могут приводить к простоям и выводу из строя оборудования, а также к снижению общей эффективности комплекса.

Существующие методы планирования траекторий часто не учитывают в полной мере динамические изменения в РТК. Это обуславливает необходимость разработки новых подходов, которые позволят интегрировать временные ограничения в процесс планирования и обеспечить синхронную работу всех компонентов РТК.

В последние годы было проведено множество исследований, направленных на решение задач планирования траектории в динамических средах. Существующие подходы можно разделить на несколько категорий согласно используемым алгоритмам и методам. Алгоритмы, основанные на выборке, такие как Rapidly-Exploring Random Tree (RRT), широко используются для планирования пути в динамических средах. Эти методы позволяют эффективно исследовать пространство состояний и находить пути обхода препятствий. В работе [1] предложено улучшение традиционного алгоритма RRT для повышения эффективности и вероятности успешного планирования в присутствии динамических препятствий. Также используются гибридные методы, комбинирующие выборку с учетом конфигураций и ограничений области выборки, что позволяет улучшить планирование в узких пространствах [2]. Другой популярный подход основан на использовании дорожных карт (roadmaps). В исследованиях [3, 4] предлагается метод планирования движения на основе заранее вычисленной дорожной карты статической части окружения с учетом динамических препятствий в реальном времени.

Для построения траекторий используются методы, оптимизирующие определенные критерии, такие как: время, энергопотребление и плавность движения. В работах [5, 6] планирование траектории формулируется как задача оптимизации с учетом кинематических и динамических ограничений манипуляторов. Оптимизация позволяет получать гладкие и оптимальные по времени траектории, но часто не учи-

тывает динамические изменения в окружении или необходимость синхронизации с внешними процессами. Также существуют методы, направленные на использование избыточности манипуляторов для удовлетворения множественных ограничений. В исследовании [7] предложена стратегия управления-планирования, которая комбинирует управление и планирование для корректировки конфигураций манипулятора в реальном времени, эффективно обрабатывая ограничения.

Реактивные методы ориентированы на быструю адаптацию к изменениям в окружении на основе данных, полученных от датчиков. В работе [8] представлен реактивный подход к планированию пути для манипуляторов в динамических средах в реальном времени, позволяющий роботам реагировать в реальном времени на появление препятствий и корректировать траекторию «на лету». Адаптивные методы включают глобальное планирование с локальной адаптацией. В исследовании [9] предложен алгоритм, который использует потенциальные поля и оптимизационные техники для адаптации траектории манипулятора в динамической среде, оптимизируя ее в реальном времени.

Важным критерием планирования траекторий является обеспечение безопасности в условиях взаимодействия «человек – робот». В работе [10] разработан алгоритм предотвращения столкновений в реальном времени для промышленных манипуляторов, вводящий инвариантное безопасное множество для определения множества безопасных состояний. Оптимизационный подход позволяет минимизировать отклонение от желаемой траектории при обеспечении безопасности. В исследовании [11] представлен подход, основанный на использовании систем машинного зрения для активного предотвращения столкновений в условиях совместной работы человека и робота. Описанная в статье система динамически корректирует поведение робота на основе данных с датчиков, обеспечивая безопасность операторов.

Некоторые исследования сосредоточены на использовании симуляций для планирования траекторий. В работе [12] демонстрируется, как моделирование может помочь в планировании траекторий с учетом динамики и кинематики робота. Подобные методы предназначены для первоначального планирования, но они не используются для работы в динамически изменяющихся средах. Несмотря на разнообразие методов планирования траекторий для роботизированных манипуляторов, большинство

из них не учитывают интеграцию временных ограничений и синхронизацию с другими компонентами системы. Реактивные и адаптивные методы обеспечивают быструю реакцию на изменения в окружении, но часто не рассматривают необходимость выполнения действий в заданные временные интервалы или координации с другими элементами РТК. Оптимизационные методы позволяют получать траектории, оптимальные по времени или другим критериям, но обычно предполагают статичность окружения и не учитывают динамические препятствия. Методы, основанные на дорожных картах и выборке, эффективны для поиска путей в сложных пространственных конфигурациях, однако также могут не учитывать синхронизацию с другими компонентами систем, что критично при работе роботов-манипуляторов в составе РТК.

С учетом выявленных недостатков существующих алгоритмов и методов возникает необходимость в разработке метода планирования траектории робота-манипулятора, который интегрирует временные ограничения и обеспечивает синхронизацию с другими компонентами РТК в динамических средах. Такой метод должен обеспечивать реальное время планирования и перепланирования траекторий с учетом предсказуемых и непредсказуемых динамических препятствий.

Целью исследования является разработка метода определения траектории робота-манипулятора для работы в условиях временных ограничений и динамических препятствий.

Материалы и методы исследования

Предлагаемый метод основан на интеграции алгоритмов планирования траекторий с учетом временных ограничений, данных от системы машинного зрения

и информации о состоянии оборудования. Он предполагает создание актуальной модели рабочего пространства, включающей статические и динамические объекты, применение адаптированного алгоритма A^* , учитывающего временные ограничения и позволяющего планировать траектории в реальном времени с минимизацией риска коллизий посредством обмена информацией о текущем состоянии компонентов РТК и планах работы. В реальных условиях в РТК робот-манипулятор при планировании и перепланировании траекторий должен учитывать не только статическую геометрию рабочей зоны, но и временные ограничения, возникающие по разным причинам. Такие ограничения можно разделить на 4 категории.

1. Временные окна доступности оборудования.

2. Синхронизация с подвижными компонентами РТК.

3. Техническое обслуживание и перерывы.

4. Задержки и непредвиденные ситуации.

Перечисленные категории включают в себя циклы работы элементов РТК, когда они недоступны для взаимодействия с роботом-манипулятором (категория 1), учитывают работу подвижных компонентов РТК (категория 2) и технические перерывы (категория 3), а также внеплановые ситуации, требующие динамического планирования траекторий (категория 4).

Для обеспечения точного взаимодействия робота-манипулятора с объектами и компонентами РТК используется единая система координат. Пространство рабочего окружения представляется в виде регулярной трехмерной сетки (воксельной модели). Каждый воксель характеризуется координатами и состоянием (свободен или занят). Кубический воксель описывается множеством точек:

$$\left\{ (x, y, z, s) \mid a - \frac{s}{2} \leq x \leq a + \frac{s}{2}, b - \frac{s}{2} \leq y \leq b + \frac{s}{2}, c - \frac{s}{2} \leq z \leq c + \frac{s}{2} \right\}, \quad (1)$$

где (a, b, c) – координаты центра вокселя, s – длина стороны вокселя.

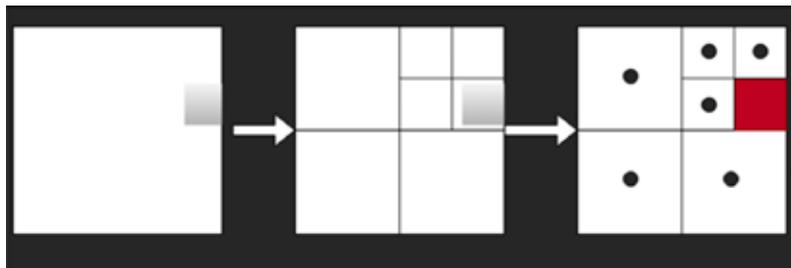


Рис. 1. Локальное уточнение

Изначально сетка формируется с некоторым базовым разрешением, где часть вокселей может быть занята (пересекаться с геометрией загруженной модели окружения). На занятых вокселях выполняется локальное уточнение сетки путем деления на ячейки меньшего размера, вплоть до достижения дочерними ячейками размера установленной точности (предела уточнения). Рекурсивному делению подлежат только те ячейки, которые после очередной итерации уточнения оказались занятыми (рис. 1). После достижения предела уточнения ячейки, оставшиеся занятыми, удаляются из сетки.

После выполнения алгоритма создания рабочего пространства полученная совокупность ячеек принимается как неравномерная воксельная структура, определяющая «безопасную зону». Под «безопасной зоной» понимается множество свободных ячеек, в которых робот при учете своих габаритов и кинематических ограничений может находиться без коллизий. Однако авторами отмечается, что предлагаемая «безопасная зона» – это аппроксимация, поскольку воксельная дискретизация неизбежно вносит упрощения. Поэтому некоторые потенциально достижимые состояния могут быть исключены из дальнейших вычислений алгоритмом. Для компенсации этого метода предполагается динамическое перепланирование и учет времени ожидания.

Для решения задачи поиска пути формируется граф свободного пространства, где узлами являются центры свободных ячеек. Ребра графа задают возможные перемещения между соседними узлами. Соседство между узлами определяется исходя из их геометрической близости, как правило, с учетом направления движения робота-манипулятора. Для неоднородной воксельной сетки соседство определяется между ячейками одинакового уровня разбиения или с учетом перехода между уровнями уточнения, при этом критерий соседства

может быть также статически задан с учетом евклидовой метрики или адаптирован к конкретным условиям.

Чтобы учесть временные ограничения и избежать коллизий, каждому узлу графа присваивают дополнительную временную метку доступности узла $t(n)$, отражающую момент времени, когда робот может безопасно находиться в данном узле. Для статически всегда свободных узлов $t(n)$ может быть фиксированной или неограниченной по времени. Для узлов, доступных лишь в определенные промежутки времени (например, из-за движущихся препятствий), $t(n)$ обновляется при перепланировании. Если в узле появилось препятствие, узел не удаляется из графа, обновляются данные о его доступности – теперь робот может находиться там лишь после определенного времени ожидания. Таким образом, динамические объекты трактуются как временные ограничения на узлы графа.

Для нахождения оптимальной траектории робота-манипулятора используется алгоритм поиска пути A^* , адаптированный для работы в трехмерном пространстве и учитывающий временные ограничения. Алгоритм A^* сочетает стоимость достижения текущего узла $g(n)$ и эвристическую оценку оставшейся стоимости $h(n)$:

$$f(n) = g(n) + h(n) + w(n), \quad (2)$$

где $f(n)$ – общая оценка стоимости пути через узел n ;

$g(n)$ – накопленная стоимость пути до узла n с учетом времени прохождения и расстояния;

$h(n)$ – эвристическая оценка оставшейся стоимости пути до цели;

$w(n)$ – дополнительная стоимость, отражающая недоступность узла n в момент прихода робота.

В качестве эвристической функции $h(n)$ используется евклидова метрика, вычисляющая расстояние между текущим и целевым узлами:

$$h(n) = \sqrt{(x_n - x_{goal})^2 + (y_n - y_{goal})^2 + (z_n - z_{goal})^2}, \quad (3)$$

где (x_n, y_n, z_n) – координаты текущего узла, $(x_{goal}, y_{goal}, z_{goal})$ – координаты целевого узла.

Функция $w(n)$ вводится для учета временных параметров и может быть определена следующим образом:

$$w(n) = \begin{cases} \infty, & \text{если узел } n \text{ недоступен в момент } t(n), \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (4)$$

где $t(n) = t_{start} + g(n)$, где t_{start} – время начала движения робота.

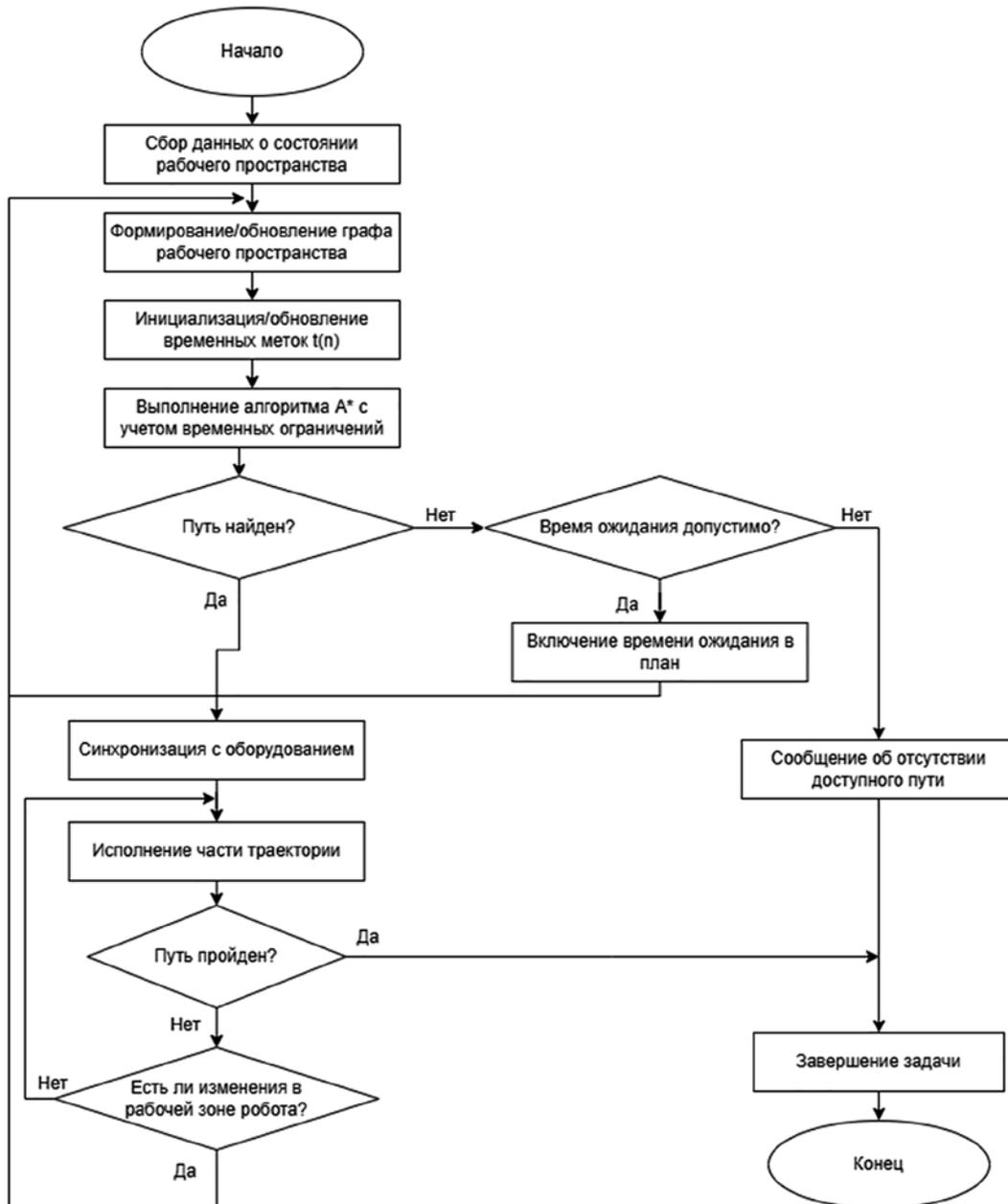


Рис.2. Алгоритм работы метода планирования траектории робота-манипулятора

Это означает, что, если узел n недоступен в момент времени $t(n)$ из-за занятости другим объектом или временных ограничений, стоимость перехода через него становится бесконечной, и алгоритм избегает этого пути. Если же узел станет доступен только спустя некоторое время, алгоритм учтет возможность ожидания в безопасном положении до момента, когда узел станет доступен. Если ожидание превышает допустимые пределы или ситуация блокирует путь навсегда, алгоритм сигнализирует об отсутствии решения. В случаях, когда целевой узел или путь к нему становятся до-

ступными только спустя определенное время, алгоритм предусматривает возможность ожидания. Вместо немедленного возврата ошибки при недоступности пути алгоритм включает в план траекторию с учетом времени ожидания в узлах, где это необходимо. Робот может задержаться в безопасном положении до момента, когда путь станет доступным. Если текущее место ожидания в перспективе станет небезопасным, алгоритм предпримет попытку найти другую точку для ожидания или альтернативный путь. Если недоступность узла или пути является постоянной или время ожидания

превышает допустимые пределы, алгоритм сообщает об отсутствии доступного пути к целевому узлу, запрашивая вмешательство оператора.

Для обеспечения согласованной работы с другими компонентами РТК реализуется обмен информацией. Система машинного зрения непрерывно отслеживает изменения в рабочем пространстве и обновляет данные о положении динамических объектов в режиме реального времени. Робот-манипулятор получает данные о состоянии оборудования, такие как:

- статус станка с ЧПУ (занят, свободен, время завершения текущей операции);
- состояние конвейерной линии, включая положение и скорость движения заготовок;
- плановые операции и техническое обслуживание, влияющие на доступность оборудования;
- данные от систем машинного зрения о положении и движении динамических объектов.

Эта информация используется для обновления временных меток $t(n)$ узлов графа и позволяет роботу корректировать свой план движения в соответствии с текущей ситуацией. При появлении новых препятствий или изменении состояния оборудования происходит обновление графа и, при необходимости, перепланирование траектории.

На рисунке 2 представлен обобщенный вид алгоритма планирования траектории робота-манипулятора.

Для проверки и демонстрации эффективности предложенного метода была разработана имитационная модель в среде Unity.

Выбор Unity обусловлен ее возможностями по визуализации, гибкости разработки и наличию встроенного физического движка, позволяющего симулировать динамику системы с высокой степенью реалистичности.

Экспериментальная модель представляет собой виртуальный РТК, включающий следующие компоненты:

- робот-манипулятор с шестью степенями свободы, способный выполнять задачи перемещения заготовок и деталей в трехмерном пространстве;
- два станка с числовым программным управлением (ЧПУ), расположенных в рабочей зоне робота и выполняющих обработку деталей;
- конвейерная линия для подачи и отвода заготовок, синхронизированная с работой робота и станков;
- система машинного зрения, обеспечивающая получение актуальной информации о положении объектов и состоянии рабочей зоны.

В модели реализован адаптированный алгоритм поиска пути A^* . Алгоритм работы метода планирования траектории робота-манипулятора (рис. 2) учитывает временные метки $t(n)$ узлов, а также эвристическую оценку расстояния до цели. При обнаружении недоступности узлов алгоритм может рассмотреть ожидание, если это допустимо. В противном случае будет проанализирована возможность перепланирования или вывода сообщения о недоступности пути. Основные функции, необходимые для реализации метода по заданному алгоритму, представлены на листинге (листинг).

```
// Инициализация графа свободного пространства
Graph graph = BuildFreeSpaceGraph(voxelGrid);
// Инициализация временных меток узлов
foreach (Node node in graph.Nodes)
{
    node.TimeStamp = GetNodeAvailabilityTime(node);
}
// Функция поиска оптимального пути
List<Node> FindOptimalPath(Node startNode, Node goalNode)
{
    // Очередь с приоритетом для открытых узлов
    PriorityQueue<Node> openSet = new PriorityQueue<Node>();
    HashSet<Node> closedSet = new HashSet<Node>();

    startNode.G = 0;
    startNode.F = Heuristic(startNode, goalNode);
    openSet.Enqueue(startNode);

    while (openSet.Count > 0)
    {
        Node current = openSet.Dequeue();
        if (current == goalNode)
            return ReconstructPath(current);

        closedSet.Add(current);

        foreach (Node neighbor in current.Neighbors)
        {
```

```

        if (closedSet.Contains(neighbor))
            continue;

        float tentativeG = current.G + GetTransitionCost(current, neighbor);

        // Проверка временных ограничений и доступности узла
        float arrivalTime = t_start + tentativeG;
        if (arrivalTime < neighbor.TimeStamp)
        {
            // Узел недоступен в момент прибытия
            // Возможно, стоит рассмотреть ожидание или пропустить узел
            if (!CanWaitAtNode(current, neighbor))
                continue;
            // Добавить ожидание, если это допустимо
            tentativeG += ComputWaitingTime(arrivalTime, neighbor.
TimeStamp);
        }

        if (tentativeG < neighbor.G)
        {
            neighbor.Previous = current;
            neighbor.G = tentativeG;
            neighbor.F = neighbor.G + Heuristic(neighbor, goalNode) +
GetTimePenalty(neighbor);
            if (!openSet.Contains(neighbor))
                openSet.Enqueue(neighbor);
        }
    }
}

return null; // Путь не найден или превышено время ожидания
}
// Функция эвристики
float Heuristic(Node node, Node goal)
{
    return Vector3.Distance(node.Position, goal.Position);
}
// Стоимость перехода между соседними узлами
float GetTransitionCost(Node fromNode, Node toNode)
{
    return Vector3.Distance(fromNode.Position, toNode.Position) / robotSpeed;
}
// Штраф за временные ограничения
float GetTimePenalty(Node node)
{
    if (IsNodeUnavailable(node, node.G))
        return float.PositiveInfinity;
    else
        return 0;
}
// Проверка недоступности узла в момент прибытия
bool IsNodeUnavailable(Node node, float arrivalTime)
{
    return arrivalTime < node.TimeStamp;
}

```

Листинг. Реализация алгоритма метода планирования траектории на языке C#

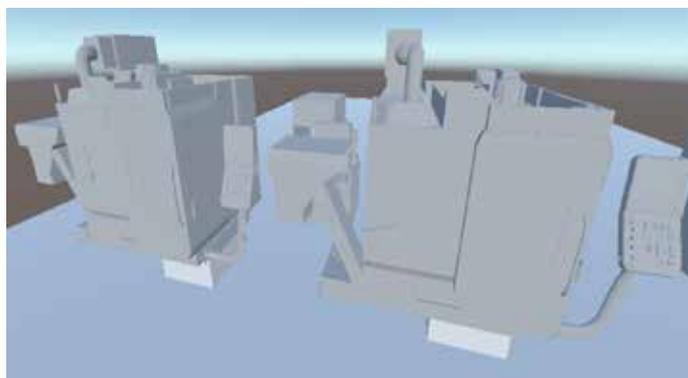


Рис.3. Моделирование рабочего пространства РТК на движке Unity

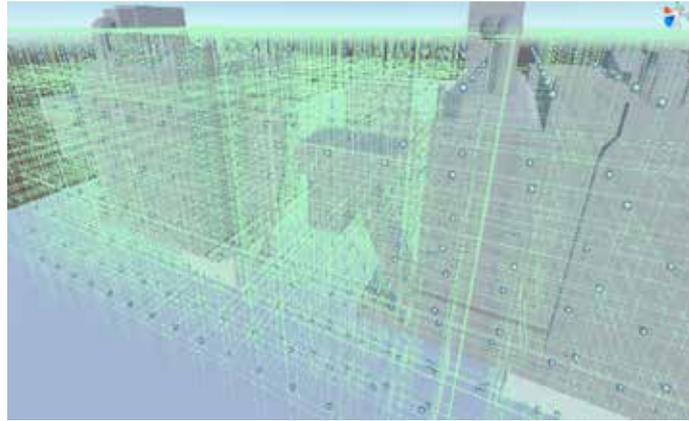


Рис. 4. Формирование регулярной воксельной сетки на модели РТК

Моделирование рабочего пространства представлено на рисунке 3, а визуализация формирования графов – на виртуальной модели на рисунке 4.

Результаты исследования и их обсуждение

Для апробации предложенного алгоритма были проведены виртуальные эксперименты с использованием разработанной модели РТК. Целью экспериментов было оценить эффективность предложенного метода по следующим показателям:

- время цикла обработки одной заготовки с момента начала операции до ее завершения роботом;
- число зарегистрированных коллизий или потенциально опасных ситуаций, при которых расстояние между роботом и препятствием снижалось ниже установленного порога, требующего немедленного вмешательства в управляющее действие;
- время простоя оборудования, определяемого как процент от общего времени, в течение которого робот или другие компоненты РТК не участвуют в выполнении задач;
- общая производительность системы, вычисляемая как количество обработанных заготовок или объем выполненных операций за единицу времени.

В состав РТК входили: робот-манипулятор с шестью степенями свободы, два станка с ЧПУ, расположенные в рабочей зоне робота, а также конвейерная линия для подачи и отвода заготовок. Система машинного зрения обеспечивала получение актуальной информации о положении динамических объектов, включая перемещения других роботов или периодическое открытие/закрытие дверей станков.

Было определено два экспериментальных сценария для предлагаемого метода планирования траектории робота-манипу-

лятора, отражающих различные производственные ситуации.

В первом сценарии рабочее пространство и оборудование оставались неизменными, без непредвиденных ситуаций. Временные метки узлов были статическими, поскольку отсутствовали динамические препятствия. В таких условиях предложенный метод совпадал с классическим А* по структуре планирования, но благодаря учету базовых временных параметров, таких как время достижения целей и возможность ожидания в узлах, можно было незначительно улучшить согласованность работы робота-манипулятора с оборудованием. Время цикла обработки заготовки в среднем сократилось примерно на 3% по сравнению с базовым решением. Легкая адаптация временных меток позволила уменьшить время простоя оборудования и полностью избежать потенциальных коллизий, которые могли возникать при неточном согласовании с операционным расписанием оборудования.

Во втором сценарии в рабочей зоне периодически появлялись дополнительные динамические объекты, например открывающаяся и закрывающаяся дверь станка или другой работающий робот-манипулятор. В таких условиях предлагаемый метод учитывал динамические обновления временных меток и при необходимости вводил ожидание либо выбирал обходной путь, чтобы избежать столкновений. Такой подход позволил сократить время цикла на 5%, при этом полностью исключив коллизии. Для базового А* в этом сценарии фиксировалось в среднем 2 ситуации, когда расстояние между роботом и препятствием становилось критически малым, что приводило к аварийной остановке. В результате снизился и уровень простоя оборудования за счет более эффективной адаптации робота к изменениям. Результаты приведены в таблице.

Сравнение результатов классического и адаптированного A* в двух сценариях

Показатель	Сценарий 1 (статичный)	Сценарий 2 (динамический)
Время цикла без учета временных параметров, с	120	140
Время цикла с учетом временных параметров, с	116	133
Сокращение времени цикла, %	3	5
Количество опасных ситуаций (классический A*)	0	2
Количество опасных ситуаций (с использованием предлагаемого метода)	0	0
Время простоя оборудования без учета временных параметров, %	15	18
Время простоя оборудования с учетом временных параметров, %	12	13

Заключение

Проведенные исследования и экспериментальные результаты подтвердили эффективность предложенного метода определения траектории робота-манипулятора с учетом временных ограничений и динамики среды. Метод позволяет синхронизировать действия робота с другими компонентами РТК, минимизировать коллизии и повысить общую производительность комплекса. Разработанная модель в среде Unity продемонстрировала способность метода адаптироваться к различным производственным ситуациям, включая появление динамических препятствий и изменение состояния оборудования. В дальнейшем планируются проведение испытаний на реальном оборудовании для подтверждения результатов моделирования, а также исследование возможности применения методов машинного обучения для улучшения прогнозирования состояния системы и дальнейшего повышения адаптивности и эффективности метода.

Список литературы

1. Wei Kun, Ren Bingyin. A Method on Dynamic Path Planning for Robotic Manipulator Autonomous Obstacle Avoidance Based on an Improved RRT Algorithm // *Sensors*. 2018. Vol. 18. Is. 2. DOI: 10.3390/s18020571.
2. Chen Hanlin, Zang Xizhe, Zhu Yanhe, Zhao Jie. Hybrid Sampling-Based Path Planning for Mobile Manipulators Performing Pick and Place Tasks in Narrow Spaces // *Applied Sciences*. 2024. Vol. 14. Is. 22. DOI: 10.3390/app142210313.
3. Mohanan M.G., Salgaonkar A. Robotic Motion Planning in Dynamic Environments and its Applications // *International Journal of Robotics and Control Systems*. 2022. Vol. 2. Is. 4. P. 666-691. DOI: 10.31763/ijrcs.v2i4.816.
4. Cefalo Massimo, Oriolo Giuseppe. A general framework for task-constrained motion planning with moving obstacles // *Robotica*. 2019. Vol. 37. Is. 3. P. 575-598. DOI: 10.1017/S0263574718001182.
5. Pham Hung, Pham Quang-Cuong. A New Approach to Time-Optimal Path Parameterization Based on Reachability Analysis. // *arXiv: 1707.07239*. 2017. DOI: 10.48550/arXiv.1707.07239.
6. Duan Honggang, Z. Rongmin, Yu Fei, Gao Jun, Chen Yuan. Optimal Trajectory Planning for Glass-Handling Robot Based on Execution Time Acceleration and Jerk // *Journal of Robotics*. 2016. Vol. 2016. Is. 1. P. 9329131. DOI: 10.1155/2016/9329131.
7. Barbalata C., Vasudevan R., Johnson-Roberson M. A constrained control-planning strategy for redundant manipulators. // *arXiv:1810.03945*. 2018. DOI: 10.48550/arXiv.1810.03945.
8. Sandakalum Thushara, Ang Marcelo H. Motion Planning for Mobile Manipulators—A Systematic Review // *Machines*. 2022. Vol. 10. Is. 2. DOI: 10.3390/machines10020097.
9. Jonathan Michaux, Patrick Holmes, Bohao Zhang, Che Chen, Baiyue Wang, Shrey Sahgal, Tiancheng Zhang, Sidhartha Dey, Shreyas Kousik, Ram Vasudevan. Can't Touch This: Real-Time, Safe Motion Planning and Control for Manipulators Under Uncertainty // *arXiv: 2301.13308v2*. 2023. DOI: 10.48550/arXiv.2301.13308.
10. Bedada, Wendwosen Palli, Gianluca. Real Time Collision Avoidance with GPU-Computed Distance Maps // *arXiv: 2407.02363v1*. 2024. DOI: 10.48550/arXiv.2407.02363.
11. Roni-Jussi Halme, Minna Lanz, Joni Kämäräinen, Roel Pieters, Jyrki Latokartano, Antti Hietanen. Review of vision-based safety systems for human-robot collaboration // *Procedia CIRP*. 2018. Vol. 72. P. 111-116. DOI: 10.1016/j.procir.2018.03.043.
12. Yang F., Wang C., Cadena C., Hutter M. iPlanner: Imperative Path Planning. // *arXiv: 2302.11434*. 2023. DOI: 10.48550/arXiv.2302.11434.

СТАТЬИ

УДК 378.016:004.8

DOI 10.17513/snt.40252

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ****Вильданов А.Н.***ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», Нефтекамский филиал,
Нефтекамск, e-mail: alvild@mail.ru*

В статье рассматривается методика проектного обучения студентов основам работы с технологиями компьютерного зрения. Целью исследования является формирование навыков создания нейронных сетей для решения задач классификации изображений с использованием библиотек Python, таких как TensorFlow, Keras, Pandas, NumPy и Matplotlib. В ходе работы последовательно рассматриваются три разные модели нейронных сетей: полносвязная сеть с двумя слоями, полносвязная сеть с тремя слоями и сверточная нейронная сеть. Проводится их сравнение по качеству распознавания изображений. Используются индивидуальные датасеты, сгенерированные с помощью программы «Дата Генератор», что обеспечивает разнообразие и репрезентативность обучающих выборок. В ходе выполнения проекта студенты разрабатывают и обучают нейронные сети, анализируя их производительность на валидационных данных, а также на самостоятельно подготовленных изображениях. С помощью сравнительного анализа обучающиеся убеждаются, что сверточная нейронная сеть демонстрирует наилучшие результаты по качеству распознавания, что подчеркивает ее преимущество в задачах компьютерного зрения. Проектная деятельность позволяет студентам глубже понять принципы работы нейронных сетей и способствует развитию практических навыков работы с современными библиотеками компьютерного зрения, что повышает качество подготовки специалистов в сфере современных информационных технологий.

Ключевые слова: студент, вуз, проектная деятельность, искусственный интеллект, компьютерное зрение, нейронная сеть, датасет, обучающая выборка, TensorFlow

**ORGANIZATION OF PROJECT ACTIVITIES
IN STUDYING THE TOPIC OF IMAGE RECOGNITION
USING NEURAL NETWORKS****Vildanov A.N.***Ufa University of Science and Technology, Neftekamsk branch,
Neftekamsk, e-mail: alvild@mail.ru*

The article discusses a methodology for project-based teaching students the basics of working with computer vision technologies. The aim of the study is to develop skills in creating neural networks to solve image classification problems using Python libraries such as TensorFlow, Keras, Pandas, NumPy and Matplotlib. In the course of the work, three different models of neural networks are successively considered: a fully connected network with two layers, a fully connected network with three layers, and a convolutional neural network. They are compared in terms of image recognition quality. Individual datasets generated using the Data Generator program are used, which ensures the diversity and representativeness of training samples. During the project, students develop and train neural networks, analyzing their performance on validation data, as well as on independently prepared images. With the help of comparative analysis, students are convinced that the convolutional neural network demonstrates the best results in recognition quality, which emphasizes its advantage in computer vision tasks. Project activities allow students to better understand the principles of neural networks and contribute to the development of practical skills in working with modern computer vision libraries, which improves the quality of training specialists in the field of modern information technology.

Keywords: student, university, project activities, artificial intelligence, computer vision, neural network, dataset, training sample, TensorFlow

Введение

В настоящее время искусственный интеллект является одной из наиболее перспективных и быстро развивающихся цифровых технологий, оказывающих значительное влияние на развитие общества и многие аспекты человеческой деятельности. Сегодня задача развития искусственного интеллекта стала важнейшей частью национальной стратегии Российской Федерации. Успехи технологий искусственного интеллекта

во многом определяются универсальностью подходов к совершенно различным задачам. Благодаря универсальности искусственного интеллекта можно успешно применять эти технологии в медицине, промышленности, машиностроении, сельском хозяйстве, образовании, геологии и т.д.

С развитием образовательных программ, которые стали включать в себя дисциплины, связанные с технологиями искусственного интеллекта, стала актуальной

проблема разработки задач на данную тематику, которые помогли бы студентам лучше понять теоретические аспекты технологий ИИ и приобрести навыки решения задач в данной сфере. Необходимы наглядные примеры и практические задачи, которые сделают процесс обучения более увлекательным, демонстрируя реальное применение технологий ИИ. Задачи должны способствовать развитию навыков программирования и аналитического мышления, в итоге это поможет готовить специалистов, способных работать с современными технологиями и решать сложные проблемы с использованием технологий ИИ.

Цель исследования заключается в разработке подхода к формированию у студентов навыков решения задач компьютерного зрения. В статье представлен алгоритм обучения в форме проектной деятельности, которая позволяет приобрести навыки работы с нейронными сетями на языке Python и освоить разработку алгоритмов решения задач компьютерного зрения с использованием библиотеки TensorFlow. Такой проектный подход способствует развитию самостоятельности студентов при решении

задач, организует регулярный обмен информацией между студентами и преподавателем, дает им представление о работе над реальными проектами, а также позволяет разработать прикладное программное решение по распознаванию изображений, которое обучающиеся смогут добавить в свое портфолио [1].

Материал и методы исследования

При проведении занятий в учебной группе желательно обеспечить разнообразие задач для большей активности каждого учащегося и выполнение им самостоятельной работы [2]. Поэтому сначала, на первом этапе, все студенты решают общий пример распознавания изображений. Далее, на втором этапе, каждый студент работает со своим вариантом классификации изображений. Каждый учащийся получает свой вариант датасета и проводит исследование самостоятельно. Это стало возможным благодаря генератору датасетов «Дата Генератор». Индивидуальный проект учащийся может выполнять в рамках курсового проекта, лабораторной или самостоятельной работы, и т.д.

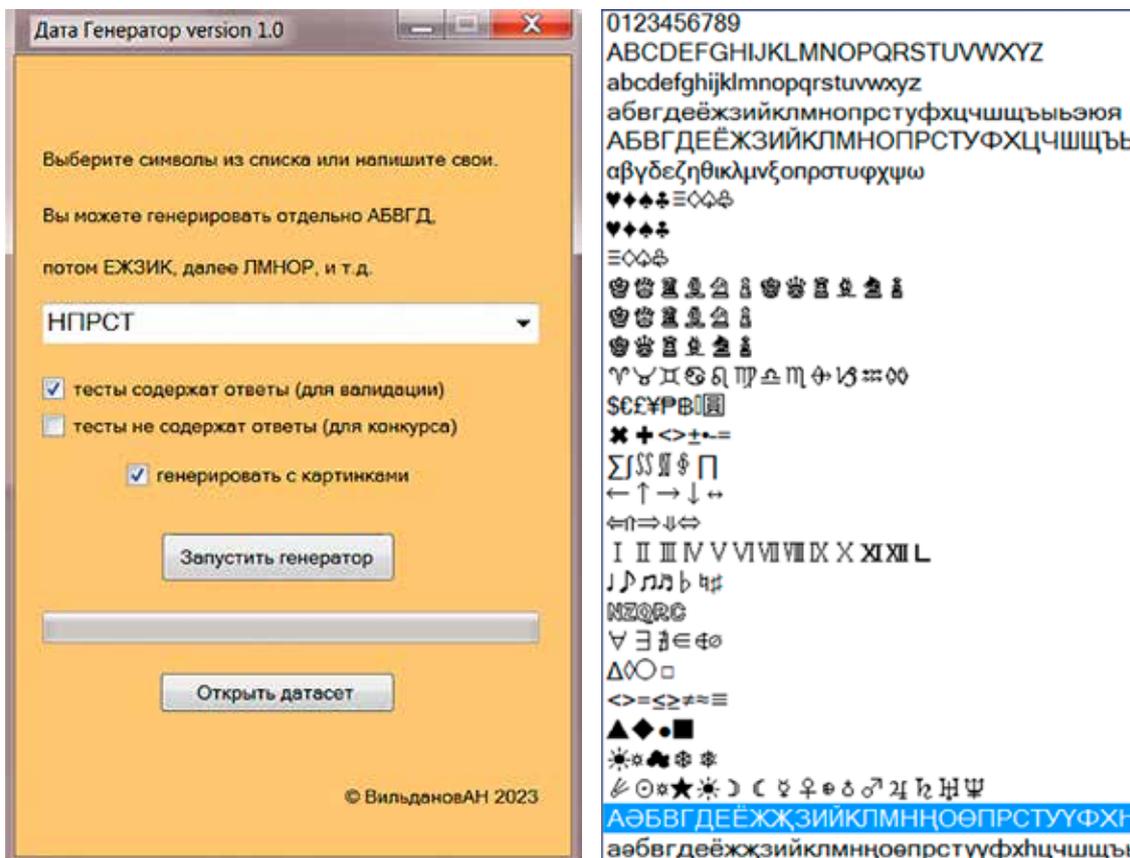


Рис. 1. Интерфейс программы «Дата Генератор»

Таблица 1

Этапы проектно-исследовательской деятельности

Этап № 1	<ul style="list-style-type: none"> • Студенты строят модель полносвязной двухслойной нейронной сети для решения задачи распознавания изображений согласных букв «Н», «П», «Р», «С», «Т» и производят ее обучение и валидацию. • Каждый студент самостоятельно готовит десяток собственных изображений букв «Н», «П», «Р», «С», «Т» и проверяет, как обученная сеть распознает их. • Далее обучающиеся строят модель полносвязной трехслойной нейронной сети и также производят ее обучение и валидацию. • Студенты снова проверяют, как новая обученная сеть распознает их собственные изображения. • Наконец, студенты строят модель сверточной нейронной сети и повторяют предыдущие шаги
Этап № 2	<ul style="list-style-type: none"> • Каждый студент работает с индивидуальным вариантом датасета для классификации изображений. Он самостоятельно продельвает все шаги предыдущего этапа, пытаясь построить наилучшую нейронную сеть. • По итогам исследования учащийся проводит сравнительный анализ, заполняя таблицу с результатами распознавания изображений разными моделями нейронных сетей

В проектной работе студенты строят и обучают нейронные сети разной сложности, начиная с полносвязных и заканчивая сверточными. Создание моделей нейронных сетей, их обучение и тестирование проводятся в облачной среде Google Colab с использованием библиотеки TensorFlow. На основе полученных результатов студенты анализируют качество распознавания изображений различными архитектурами нейронных сетей, выявляя преимущества сверточных сетей.

На завершающем этапе проекта каждый студент проводит самостоятельное исследование с использованием индивидуального варианта датасета. Формирование обучающей выборки (или датасета) – это важный шаг в процессе создания и обучения моделей машинного обучения. Датасет содержит данные, которые используются для того, чтобы «научить» модель выполнять конкретную задачу (например, классифицировать изображения, предсказывать значение стоимости или других числовых величин и т.д.).

При этом важно обеспечить репрезентативность обучающей выборки [3]. Для формирования заданий в рамках проектной деятельности используется программа «Дата Генератор», которая способна создавать датасеты по разнообразным тематикам для задач компьютерного зрения [4]. Интерфейс программы достаточно простой (рис. 1).

Для учебных задач достаточно генерировать 4–8 классов изображений. Тогда датасеты будут не слишком объемными, и процесс обучения нейронной сети будет проходить достаточно быстро.

В рассматриваемом ниже примере (рис. 1) генерируются датасеты для изо-

бражений пяти прописных согласных букв [«Н», «П», «Р», «С», «Т»].

Имеется также возможность выбора готовых вариантов. С помощью этой программы можно подготовить датасеты для задачи распознавания изображений цифр, русских, английских или греческих букв, музыкальных знаков, астрономических обозначений, карточных мастей, обозначений валют [4] и т.д.

Сгенерированный набор данных разбит на обучающую и тестовую выборку. Это позволяет проводить валидацию точности модели по различным метрикам [5].

План проектно-исследовательской деятельности обучающихся в области технологии компьютерного зрения

Предлагается следующий алгоритм выполнения обучающимися проектно-исследовательской деятельности в области технологий компьютерного зрения (табл. 1).

Как видно из таблицы 1, проект выполняется в два этапа. На первом этапе все студенты решают одинаковую задачу.

Набравшись опыта, каждый студент работает со своим вариантом датасета для классификации изображений. Такой подход позволяет сформировать у студентов навыки построения нейронной сети и облегчает достижение ими понимания сути этих сетей [6].

Результаты исследования и их обсуждение

В результате исследования подготовлен программный алгоритм выполнения проекта. Проект можно выполнять с помощью дистрибутива Anaconda или в Google Colab. Второй способ удобнее тем, что про-

грамма сохраняется в Google-аккаунте учащегося, и он сможет продолжить работу дома или же на следующем занятии. В данном проекте используется Google Colab, ссылка на файл проекта будет дана ниже.

Первым шагом в Google Colab следует создать новый «блокнот» (файл приложения) Jupyter Notebook. Работа начинается с подключения библиотек и их классов, загрузки и просмотра датасетов. Данный проект выполнен с использованием библиотек TensorFlow, Keras, Pandas, NumPy и Matplotlib. Рассмотрим подробнее их роль и взаимодействие.

В задачах искусственного интеллекта ключевую роль играет библиотека Pandas, поскольку работа с данными начинается с их загрузки и предобработки. В Pandas уже проделаны необходимые оптимизации, которые значительно ускоряют обработку даже очень больших объемов данных.

Табличные структуры данных, которые предоставляет Pandas, затем конвертируются в массивы NumPy для более эффективной и быстрой обработки.

После этого строится модель с использованием библиотек TensorFlow и Keras. TensorFlow – это библиотека для машинного обучения, разработанная Google, а Keras – это высокоуровневая библиотека для создания и обучения нейронных сетей, которая упрощает работу с TensorFlow. Взаимодействие происходит таким образом, что Keras позволяет пользователям легко строить нейронные сети через интуитивно понятный API, а TensorFlow выполняет всю низкоуровневую работу по вычислениям и оптимизации, обеспечивая высокую производительность.

TensorFlow и Keras облегчают быстрое прототипирование и экспериментирование с архитектурами нейронных сетей, позволяя разработчикам создавать и обучать модели с минимальной сложностью, тем самым служа ценным инструментом как для новичков, так и для опытных практиков в области глубокого обучения [7]. Они предоставляют разработчику удобный программный интерфейс для создания, обучения и предсказания нейронной сети.

Визуализация результатов выполняется с помощью библиотеки Matplotlib, что позволяет наглядно представить структуру данных и работу модели.

Итак, для выполнения проекта следует сначала загрузить необходимые библиотеки для работы с нейронными сетями, обработкой данных и их визуализацией: Keras, Pandas и NumPy для обработки данных, и Matplotlib для построения графиков. Команда `%matplotlib inline` позволяет отображать графики прямо в ноутбуке Jupyter или Google Colab (рис. 2).

Датасеты следует загрузить на Google-диск в отдельную папку. Когда датасет уже находится на Google-диске, его можно легко подключить к приложению Colab и использовать как источник данных для обучения моделей, анализа данных и других вычислительных задач (рис. 2).

Каждая строка в файле для обучения `train.csv` содержит информацию об одном изображении: первый столбец – это метка класса, остальные столбцы – пиксельные значения изображения. В нашем примере рассматриваются следующие пять классов русских заглавных согласных букв: `classes = [«Н», «П», «Р», «С», «Т»]`.

```
#загружаем нужные библиотеки
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense, Flatten
from tensorflow.keras import utils
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
%matplotlib inline

Загружаем данные

[ ] from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive/')
DIR = "2024/CV/dataset"
PATH = '/content/drive/My Drive/' + DIR + '/'
```

Рис. 2. Загрузка необходимых библиотек и подключение к Google-диск



Рис. 3. Датасет согласных букв

```
model = Sequential()
model.add(Dense(900, input_dim=400, activation="relu"))
model.add(Dense( 5, activation="softmax"))
```

Рис. 4. Модель полносвязной двухслойной сети

```
Epoch 1/16
58/58 [=====] - 2s 16ms/step - accuracy: 0.9513 - val_loss: 0.5525 - val_acc: 0.9877
Epoch 2/16
58/58 [=====] - 1s 12ms/step - accuracy: 0.9950 - val_loss: 0.6181 - val_acc: 0.9890
Epoch 3/16
58/58 [=====] - 1s 12ms/step - accuracy: 0.9952 - val_loss: 0.0689 - val_acc: 0.9939
Epoch 4/16
58/58 [=====] - 1s 13ms/step - accuracy: 0.9984 - val_loss: 0.0632 - val_acc: 0.9975
Epoch 5/16
58/58 [=====] - 1s 13ms/step - accuracy: 0.9952 - val_loss: 0.1927 - val_acc: 0.9963
...
Epoch 15/16
58/58 [=====] - 1s 12ms/step - accuracy: 1.0000 - val_loss: 0.1279 - val_acc: 0.9963
Epoch 16/16
58/58 [=====] - 1s 12ms/step - accuracy: 1.0000 - val_loss: 0.1279 - val_acc: 0.9963
```

Рис. 5. Ход обучения нейронной сети

После загрузки датасета можно для наглядности его визуализировать, чтобы посмотреть на него и убедиться, что мы работаем с нужными данными (рис. 3):

Далее обязательно проводится предварительная обработка данных изображений, включая нормализацию, стандартизацию и другие операции, которые помогут повысить качество обучения нейронной сети [8].

После подготовки данных создаются модели нейронных сетей и проводится их обучение. В проекте исследуются различные их архитектуры, такие как полносвязные нейронные сети с разным количеством слоев, и сверточные (CNN), которые лучше всего подходят для задач распознавания изображений. Обучение модели проводит-

ся на наборе данных train.csv с последующей проверкой на валидационном наборе для оценки ее производительности [9].

На первом шаге рассматривается полносвязная сеть из двух нейронных слоев. Модель такой нейронной сети строится с помощью класса `Sequential` (рис. 4).

Размер входных данных составляет 400 (так как у нас изображения размером 20 на 20 пикселей), функция активации на входном слое – `relu`. На первом, входном слое располагаются 900 нейронов. На выходном слое у нас должно быть 5 нейронов, так как это количество должно соответствовать количеству классов [9] (у нас ровно пять согласных букв: это «Н», «П», «Р», «С», «Т»).

Обучение созданной модели производится с помощью ее метода `fit` (рис. 5).

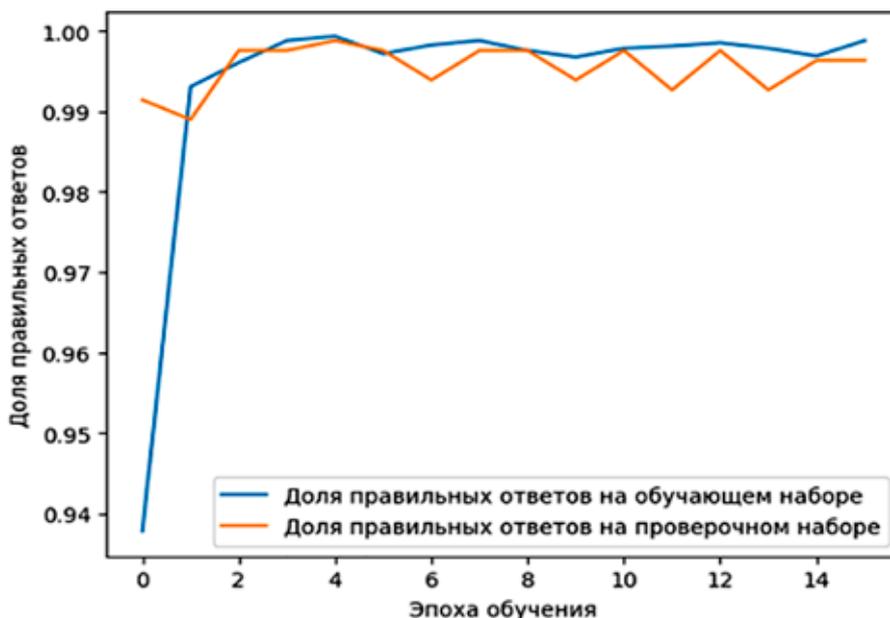


Рис. 6. График обучения нейронной сети



Рис. 7. Собственные тестовые изображения

Также можно вывести график, наглядно демонстрирующий процесс обучения (рис. 6). Обычно такие графики показывают две линии: одну для тренировочных данных (train) и другую для валидационных данных (validation). Если точность на тренировочных данных растет, но на валидационных данных перестает увеличиваться или даже начинает снижаться, это указывает на переобучение.

Таким образом, графики помогают наглядно понять, не начинает ли модель переобучаться, и сделать, например, такой вывод, что дальнейшее обучение бесполезно и имеет смысл перезапустить обучение с меньшим количеством эпох.

Теперь следует проверить, как нейронная сеть делает предсказание на валидаци-

онных и тестовых данных. Валидационные данные (датасет `validate.csv`) уже содержат правильные ответы. Они нужны для того, чтобы в автоматическом режиме оценить качество работы нейронной сети.

Для валидации модели нейронной сети применяется метод `evaluate`. Модель делает предсказания на валидационном наборе данных и преобразует их в числовые метки классов. Далее визуализируются первые 50 изображений из валидационного набора, где для каждого отображается предсказанный класс. Изображения выводятся в черно-белом формате, с подписями, указывающими результат распознавания, и при этом можно наглядно посмотреть, как работает нейронная сеть на валидационных данных.



Рис. 8. Тестирование работы двухслойной нейронной сети на собственных изображениях

```

from tensorflow.keras.layers import Conv2D, MaxPooling2D

model = Sequential()
model.add(Conv2D(32, (3, 3), input_shape=(img_width, img_height, 1),
                activation='relu'))
model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2,2)))

model.add(Conv2D(64, (3, 3), activation='relu'))
model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)))

model.add(Flatten())
model.add(Dense(200, activation='relu'))
model.add(Dense(5, activation='softmax'))

```

Рис. 9. Модель полносвязной трехслойной сети

```

model = Sequential()
model.add(Dense(900, input_dim=400, activation="relu"))
model.add(Dense(64, activation="relu"))
model.add(Dense(5, activation="softmax"))

```

Рис. 10. Модель сверточной сети

Далее учащийся самостоятельно подготавливает с помощью Paint собственные изображения для тестирования работы нейронной сети. Их можно закинуть в папку с датасетами.

Для последующего удобства подсчета вручную количества правильно распознанных изображений подготовлено их круглое количество – 10 изображений (рис. 7).

Далее следует преобразовать пиксели изображений в массивы `numpy` и провести предсказание. Для предсказания в модели применяется метод `predict`. Из рисунка ниже видно, что правильно предсказано 7 изображений из 10, то есть 70% изображений (рис. 8).

Далее можно немного усложнить нейронную сеть, сделав три слоя [9] (рис. 9).

Остальные шаги прорабатываются аналогично. Добавление слоя не дает особого

преимущества, а иногда может привести и к ухудшению качества предсказания.

В итоговой таблице 2 ниже показано, что трехслойная сеть правильно распознала только 6 изображений из 10, то есть 60% изображений. Можно сделать вывод, что полносвязные нейронные сети недостаточно качественно справляются с задачей распознавания изображений. Прогресс обучения двухслойной и трехслойной нейронной сети растет достаточно медленно из-за увеличения количества неизвестных параметров (весов) нейронной сети [9].

Более качественный результат можно получить, построив сверточную нейронную сеть. В структуре данного типа нейронных сетей используются слои свертки и подвыборки, чередующиеся между собой [10] (рис. 10).

Таблица 2

Качество распознавания изображений нейронными сетями

Структура НС	Количество весов для обучения	Качество на валидации	Качество распознавания собственных изображений
Полносвязная нейронная сеть из двух слоев	365405	97,75%	70%
Полносвязная нейронная сеть из трех слоев	372389	98,25%	60%
Сверточная нейронная сеть с двумя сверточными слоями	42629	99,65%	100%

Обучение такой сети проводится аналогично. На этот раз правильно предсказано 10 из 10, то есть 100% изображений.

После успешного выполнения и защиты работы каждый учащийся приступает к выполнению индивидуального проекта. Каждый учащийся получает свой вариант датасета и выполняет исследование самостоятельно, повторяя все шаги. Это поможет закрепить полученные навыки по распознаванию изображений и может выполняться в рамках курсового проекта, лабораторной или самостоятельной работы и т.д.

По результатам выполнения индивидуального проекта учащийся заполняет таблицу, которая содержит информацию о качестве распознавания изображений с использованием различных типов нейронных сетей, сравнивая их по следующим параметрам:

- 1) количество весов для обучения;
- 2) точность модели на валидационном наборе данных;
- 3) качество распознавания собственных изображений – точность распознавания изображений, которые были подготовлены обучающимися для тестирования непосредственно в ходе работы над проектом.

Такая таблица демонстрирует обучающимся преимущества сверточной нейронной сети перед полносвязной (табл. 2).

Заключение

Процесс обучения нейронной сети является важным этапом в задачах машинного обучения, особенно в компьютерном зрении, и требует обеспечения достаточности, разнообразия и равномерности классов в датасете.

В ходе выполнения проектной работы студенты поэтапно строят и обучают нейронные сети разной сложности, начиная с полносвязных и заканчивая сверточными. Они анализируют качество распознавания изображений различными архитектурами нейронных сетей, выявляя преимущества сверточных сетей. В конце проекта каждый студент выполняет самостоятельное исследование с использованием собственного варианта датасета.

Такой подход к организации проектной деятельности стал возможным благодаря программе «Дата Генератор», с помощью которой можно создавать разнообразные наборы данных для задачи распознавания изображений.

Список литературы

1. Государкин Я.С., Глазунов С.А. Проектное обучение школьников технологиям компьютерного зрения // Современное образование: содержание, технологии, качество. 2021. Т. 1. С. 308-311.
2. Вильданов А.Н. Построение интерактивных тестовых заданий по высшей алгебре с помощью mathjax // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 12-2. С. 301-305. DOI: 10.17513/snt.39476.
3. Галушка В.В., Фатхи В.А. Формирование обучающей выборки при использовании искусственных нейронных сетей в задачах поиска ошибок баз данных // Инженерный вестник Дона. 2013. № 2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1597 (дата обращения: 12.10.2024).
4. Вильданов А.Н. Генерация датасетов для учебных задач компьютерного зрения // Инженерный вестник Дона. 2023. № 4(100). С. 92-101.
5. Тетеревенков Д.Л., Корчагин С.А. Математические модели и комплекс программ для определения эмоций человека с использованием технологий компьютерного зрения // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 1. С. 82-86. DOI: 10.17513/snt.39912.
6. Нажимова Н.А., Наумова Е.Г. Формирование навыков построения нейронных сетей в различных программных средах // Современные проблемы науки и образования. 2024. № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=33522> (дата обращения: 08.10.2024). DOI: 10.17513/spno.33522.
7. Яцкевич Е.С., Кушнир Н.В., Тотухов К.Е., Власенко А.В., Оганян А.Р., Высоцкий В.А. Анализ влияния нейронных сетей на программирование на Python // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2024. № 198. URL: <http://ej.kubagro.ru/2024/04/pdf/42.pdf> (дата обращения: 12.10.2024). DOI: 10.21515/1990-4665-198-042.
8. Цзян С., Шэнь Ц., Яо Я. Распознавание изображений из мультфильмов на основе технологии глубокого обучения tensorflow // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2024. № 1. С. 146-148. DOI: 10.37882/2223-2966.2024.01.38.
9. Бадрисламов Д.И. Разработка сверточной нейронной сети для распознавания изображений карточной масти // Современные научные исследования и инновации. 2024. № 6 (158). [Электронный ресурс]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2024/06/102200> (дата обращения: 10.10.2024).
10. Сабиров А.И., Минниханов Р.Н., Катаев А.С., Мустафин Р.И. Нейросетевая система распознавания дорожных знаков // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 1. С. 87-91. DOI: 10.55421/1998-7072_2024_27_1_87.

УДК 371.31
DOI 10.17513/snt.40253

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ РОССИИ И ЭФИОПИИ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНТЕКСТ

Данилов С.В., Лукьянова М.И., Шустова Л.П.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова»,
Ульяновск, e-mail: danilovnic@rambler.ru, e-mail: lukjanovami@mail.ru, e-mail: lp_shustova@mail.ru

Цель исследования заключается в том, чтобы на основе анализа содержания тестовых заданий, примененных в разные годы в международном исследовании Programme for International Student Assessment, разработать и предложить к использованию в образовательном процессе диагностическую методику, предназначенную для изучения функциональной грамотности школьников Эфиопии и России. В условиях активно развивающегося международного сотрудничества между российскими и африканскими образовательными организациями возрастает необходимость разработки доступного для обеих сторон диагностического инструментария, позволяющего адекватно оценить качество образования, проявляющегося, в том числе, и в достигнутом уровне функциональной грамотности. Сравнительный анализ опыта и результатов изучения функциональной грамотности обучающихся в разных странах позволил выделить общие тенденции и требования к ее сформированности как ответ образовательных систем на внешние вызовы. Разработанная на базе Ульяновского государственного педагогического университета имени И.Н. Ульянова методика оценки сформированности функциональной грамотности школьников России и Эфиопии была апробирована в рамках деятельности Центров открытого образования на русском языке и обучения русскому языку, направленных на укрепление научно-образовательного сотрудничества. Предлагаемый диагностический инструментарий может быть использован педагогами общеобразовательных организаций этих двух стран в контексте развития поликультурной компетентности всех участников образовательного взаимодействия.

Ключевые слова: оценка качества образования, формирование функциональной грамотности обучающихся, функциональная грамотность, компетентность, методика оценки сформированности функциональной грамотности школьников

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE FORMATION FUNCTIONAL LITERACY OF SCHOOLCHILDREN IN RUSSIA AND ETHIOPIA: THE INTERNATIONAL CONTEXT

Danilov S.V., Lukyanova M.I., Shustova L.P.

Ulyanovsk State Pedagogical University named after I.N. Ulyanov, Ulyanovsk,
e-mail: danilovnic@rambler.ru, e-mail: lukjanovami@mail.ru, e-mail: lp_shustova@mail.ru

The purpose of the study is to develop and propose for use in the educational process a diagnostic methodology designed to study the functional literacy of schoolchildren in Ethiopia and Russia based on the analysis of the content of test tasks used in different years in the international Programme for International Student Assessment study. In the context of actively developing international cooperation between Russian and African educational organizations, there is an increasing need to develop diagnostic tools that are accessible to both sides, allowing for an adequate assessment of the quality of education, manifested, among other things, in the achieved level of functional literacy. A comparative analysis of the experience and results of studying functional literacy of students in different countries allowed us to identify common trends and requirements for its formation as a response of educational systems to external challenges. Russian and Ethiopian schoolchildren's functional literacy assessment methodology developed on the basis of the Ulyanovsk State Pedagogical University named after I.N. Ulyanov has been tested as part of the activities of the Centers for Open Education in Russian and Russian Language Teaching aimed at strengthening scientific and educational cooperation. The proposed diagnostic tools can be used by teachers of educational institutions of these two countries in the context of the development of multicultural competence of all participants in educational interaction.

Keywords: assessment of the quality of education, functional literacy, competence, formation of functional literacy of students, methodology for assessing the formation of functional literacy of schoolchildren

Введение

Глобальные изменения в жизни людей в XXI веке, вызовы современного VUCA-мира и их влияние на запросы к системе образования в разных странах подвигли некоторых авторов к «теоретико-прикладному переосмыслению концепта “функциональная грамотность” в трансформирующихся реалиях нового тысячелетия»

[1, с. 2]. Разработана периодизация трансформации изучаемого феномена в педагогической теории и практике в различные исторические эпохи, детерминированная изменением и расширением спектра требований общества к развитию индивида [2]. Значительное содержательное наполнение понятия «функциональная грамотность» в течение последних десятилетий требу-

ет обратиться к характеристике именно фундаментальной (а не элементарной в ее традиционном понимании) функциональной грамотности. К ней относится овладение таким набором компетенций, которые оцениваются как «необходимые человеку, живущему в мире свершившейся глобализации» для полноценного и продуктивного функционирования и обеспечивают способность личности «находить и реализовывать оптимальные способы решения проблем, возникающих в ходе практической деятельности» [3]. Это и есть «метакомпетенции, предметные компетенции, компетенции саморазвития, самообразования и саморегуляции» [4, с. 467].

Следует признать определенные различия в оценке качества образования, существующие в разных странах, однако объединяющим фактором является понимание необходимости «модернизации образования на основе объективной информации о состоянии учебных достижений школьников – уровня функциональной грамотности» [5, с. 218]. Изменения в образовательных ориентирах, анализ инновационных подходов, раскрытых в различных источниках информации, а также проведение международных исследований качества образования привели к совершенствованию всего спектра процедур оценки качества общего образования и их реализации с учетом мировых и внутрироссийских трендов [6].

Высокая актуальность проблемы изучения сформированности функциональной грамотности обучающихся сохраняется не только на российском, но и на международном уровне [7].

Любая страна заинтересована в том, чтобы ее граждане могли «...полноценно и эффективно функционировать как члены общества, родители, граждане и работники» [цит. по 2, с. 182]. Решение многих значимых вопросов, затрагивающих интересы молодого поколения разных стран, зависит от создания условий для их самореализации и активной включенности в общественно-политическую жизнь, а соответственно, и направленности образования на формирование особо востребованных навыков XXI века [8].

В условиях активно развивающегося международного сотрудничества в контексте новейших тенденций в сфере образования отдельного внимания заслуживает интеграция ресурсов российских и африканских научных и образовательных организаций. Эфиопия, в которой, «как и полвека тому назад, продолжают соседствовать традиционный и современный сектор образования» [9, с. 436], не участвовала в предлагаемых и уже проведенных на сегодняшний день

международных исследованиях оценки качества образования, посвященных, в том числе, и оценке сформированности функциональной грамотности.

В рамках реализации государственного задания по теме «Модель формирования функциональной грамотности обучающихся стран Африки в условиях цифровой образовательной среды школы (Эфиопия)» Ульяновскому государственному педагогическому университету имени И.Н. Ульянова было предложено разработать методику оценки сформированности функциональной грамотности для эфиопских школьников.

Цель исследования – на основе анализа содержания тестовых заданий, примененных в разные годы в международном исследовании Programme for International Student Assessment (PISA), разработать и предложить к использованию в образовательном процессе диагностическую методику, предназначенную для изучения функциональной грамотности школьников Эфиопии и России.

Материал и методы исследования

На основе анализа содержания тестовых заданий, примененных в разные годы в международном исследовании PISA и разработанных с ориентацией на достижение учащимися понимания изучаемой информации и возможности ее практического применения, исследователи смогли утвердиться в том, что в определениях функциональной грамотности «доминирует ее значение как метапредметного образовательного результата» [10, с. 21].

Следовательно, успешность в решении вопроса формирования функциональной грамотности российских и эфиопских школьников на практике во многом зависит от разработанности средств диагностики (что является одним из условий), наличия качественного инструментария для оценки достигнутого образовательного результата – соответствующего уровня сформированности основных составляющих функциональной грамотности. Организация качественно-количественного мониторинга для «получения обратной связи о результативности предпринятых действий» позволит обеспечить принятие эффективных педагогических и управленческих решений [11, с. 16].

Учитывая описанные выше тенденции, в данном исследовании задача качественно-системного отбора текстовой информации для методики оценки функциональной грамотности и ее дальнейшей смысловой обработки при конструировании разноуровневых заданий была решена с опорой на основные положения лингвистики текста, которая рассматривает текст как «первичную данность

всего гуманитарно-философского мышления», «базовую категорию» и «основную единицу языка» [4, с. 468; 12, с. 64–76].

С помощью предлагаемой авторами методики текстовой информации для диагностируемых учащихся создаются ситуации выявления у них степени понимания общих и существенных свойств описываемого явления или процесса, различного рода значимых содержательных связей и отношений. В рамках данных к тексту заданий от школьника потребуется вычленять смысловой контекст и находить логические связи, извлекать то конкретное содержание, которое требуется для ответа на вопрос или для поиска аргументации к заявленному утверждению.

Авторские задания, предложенные в методике для старшеклассников, структурированы в пять содержательных блоков, но при этом в каждый из них внесены вопросы для диагностики читательской, математической, естественно-научной грамотности. Разнообразие объемной информации социокультурной направленности об Эфиопии и о России задается тематикой («Путешествие по России», «Поездка в Эфиопию», «Культура Эфиопии и России», «Обучение и выбор профессии», «Агроиндустрия и торговые связи Эфиопии»), а также возможностью применения разных способов ее интерпретации при формулировании ответа на вопросы. Достаточное внимание в методике уделено описанию практико-ориентированных текстов-задач, напоминающих школьнику о реальных жизненных ситуациях, с которыми он встречается в своей повседневной практике. Задания носят метапредметный характер, обеспечивая формирование соответствующих компетенций и критического мышления [13], но базируются на предметной основе.

Для иллюстрации инструментальной части методики обратимся к конкретным примерам заданий.

Рассмотрим задание на оценку читательской грамотности из особо актуального для старшеклассников информационного раздела «Обучение и выбор профессии».

После прочтения краткого текста «Поиск высшего учебного заведения в Эфиопии» нужно ответить на вопрос: «Где выпускнику школы можно найти официальную информацию об аккредитованных высших учебных заведениях (государственных и частных) Эфиопии?» Это задание низкого уровня сложности образовательного контекста из содержательной области «Образование». Выбирая несколько верных ответов, следует показать владение компетенцией находить и извлекать информацию.

А вот для выполнения другого задания – среднего уровня сложности – необходимо ознакомиться с текстом «Поиск высшего учебного заведения в России», где дается общее представление о праве иностранных граждан обучаться в российских вузах по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры и аспирантуры.

Комплекс значимых вопросов сосредотачивает внимание эфиопских школьников на освоении нескольких обязательных для обучения в России правил: На каком сайте можно подать заявку на квоту? Нужно ли иностранному абитуриенту сдавать анализы на ВИЧ-инфекцию? Нужно ли иностранному абитуриенту переводить на русский язык документ об образовании? Подойдет ли для документов фотография размером 9x10 см? Нужно ли иностранному абитуриенту заверять у нотариуса медицинскую справку? В данном случае задание по форме ответа ориентирует на несколько кратких утверждений после нахождения и извлечения из текста соответствующей информации.

Охарактеризуем далее одно из заданий на оценку математической грамотности по теме «Путешествие по России». Оно представлено школьникам в таком виде: «Семья Берхейна Ашеннафи и Шарлиз в четверг вылетела из Адис-Абебы в Москву на самолете компании “Аэрофлот”. В семье – папа, мама, сын Эйд 5 лет, дочь Адезе – 6 месяцев. У Адезе пока бесплатный билет без места, так как она будет сидеть вместе с мамой, у Эйда детский билет со скидкой 30%. Хватило ли семье Ашеннафи 86500 быр для перелета в Москву, если цена одного билета для взрослого составляет 31933 быр? Ответ поясните вычислениями».

Среднее по уровню сложности задание из содержательной области «Количество» в личностном контексте направлено на оценку такой компетентности, как умение интерпретировать, использовать и оценивать математические результаты. Данный тип задания по форме ответа предполагает развернутый ответ, в котором путем математических действий указывается стоимость детских билетов со скидкой на один из них, общая стоимость билетов для всей семьи, и делается вывод о достаточности имеющейся у семьи суммы на поездку.

Обратимся в качестве примера к одному из заданий на оценку естественно-научной грамотности из раздела «Агроиндустрия и торговые связи Эфиопии». Во вступительном тексте этого раздела представлен доклад об агроиндустрии и торговых связях Эфиопии, который по условиям тестовой

истории подготовили Бахру, Аддиса, Лия и Аида, чтобы принять участие в международной конференции школьников Эфиопии и России, организатором которой выступил Русский дом в Аддис-Абебе.

В задании указано: «Большая часть территории России лежит в умеренном поясе, для него характерны отчетливое разделение года на холодный и теплый сезоны и большие перепады температур (среднегодовая температура воздуха составляет $-5,5^{\circ}\text{C}$), зимой почти на всей территории России устанавливается устойчивый снежный покров. Самыми теплыми регионами России являются Краснодарский край и Республика Адыгея, где средняя температура января составляет около $+9^{\circ}\text{C}$ (при этом возможны кратковременные похолодания до -15 – 20°C), июля $+25,8^{\circ}\text{C}$, среднегодовая температура воздуха $+17^{\circ}\text{C}$ ».

Тестируемый должен обосновать свои ответы на два вопроса: а) Можно ли выращивать на всей территории России кофе как одну из основных сельскохозяйственных культур? б) Можно ли выращивать кофе в Краснодарском крае и Республике Адыгея?

Задание соответствует среднему уровню сложности, отражая контекст «Окружающая среда» из содержательной области «Науки о Земле и Вселенной». Осуществляется выбор нескольких верных ответов с объяснением. Школьник проявляет способность научно объяснить явление, указывая на то, что на всей территории России выращивать кофе нельзя, в том числе в Краснодарском крае и Республике Адыгея, поскольку большая часть территории лежит в умеренном поясе, для него характерны отчетливое разделение года на холодный и теплый сезоны, большие перепады температур, низкая среднегодовая температура воздуха, а зимой устанавливается устойчивый снежный покров.

Проиллюстрируем задание высокого уровня сложности, представленное в разделе «Культура Эфиопии и России» при оценке математической грамотности. Во вступительном тексте, с которым обучающиеся должны ознакомиться перед выполнением задания, в табличной форме указаны данные о конфессиях (религиозном составе населения) Эфиопии по регионам, показано их численное соотношение (в процентах). От обучающихся требуется определить, каково общее процентное соотношение представителей религиозных конфессий? Нужно отразить конфессиональную структуру Эфиопии в таблице и обосновать свой ответ. Полное и качественное выполнение этого комплексного задания с выбором ответа и объяснением предполагает интер-

претацию, использование и оценку математических данных, выполнение математических действий и их обоснование (провести подсчет и правильно указать процент представительства религиозных конфессий в Эфиопии – христиан, мусульман и других религий). Задание отражает контекст «Общественная жизнь» из содержательной области «Количество».

Результаты исследования и их обсуждение

Авторское видение содержательного контента определило ту заключительную часть методики, где раскрываются основные направления обработки и интерпретации результатов тестирования. В соответствии с тем, что задания методики, как было указано выше, структурированы по двум основаниям – в соответствии с пятью темами, а внутри каждой темы даны задания для оценки сформированности читательской, математической и естественно-научной грамотности школьников, то предлагаемая методика предоставляет возможности для получения данных, позволяющих оценивать функциональную грамотность тремя способами: 1) «таксонометрично» – используя результаты, полученные по итогам применения заданий, относящихся к какой-либо одной или нескольким отдельно выбранным темам (таксонам); 2) «парадигматично» – обобщая «сквозные» результаты исследования по одному из трех видов функциональной грамотности (парадигм) – читательской, математической и естественно-научной, полученные по всем содержательным темам (разделам); 3) «комплексно» – интегрируя результаты, полученные по исследованиям всех трех видов функциональной грамотности во всех пяти темах.

Вопрос о том, какой из названных способов получения данных о сформированности функциональной грамотности следует считать наиболее целесообразным, по мнению авторов, является дискуссионным. Востребованность того или иного способа детерминируется намерениями исследователей.

Итоги диагностики по результатам выполнения заданий в каком-либо конкретном содержательном разделе (например, «Путешествие по России» или «Поездка в Эфиопию», др.) позволяют при обсуждении сконцентрировать внимание обучающихся на содержательном контексте заданий и степени освоения информации по теме раздела.

«Сквозные» данные о результатах диагностики по каждому из трех видов функциональной грамотности в отдельности (чита-

тельской, математической, естественно-научной) вычисляются путем суммирования баллов, полученных по интересующему виду функциональной грамотности (например, читательской) во всех темах (разделах), а итоговое количество баллов по каждому виду функциональной грамотности сопоставляется друг с другом. Делается вывод о достигнутом уровне сформированности каждого вида в отдельности, что позволяет педагогу и обучающемуся наметить пути дальнейшего развития изучаемого качества.

Интегрированный результат, полученный по исследованиям всех трех видов функциональной грамотности с учетом количества баллов во всех пяти темах, вместе взятых, является обобщенным в формате суммирования, хотя и представляется наиболее масштабным. Однако следует признать, что более детальной, надежной и полезной в контексте дальнейшей организации развивающей деятельности с тестируемыми школьниками следует считать информацию об уровне сформированности каждого вида функциональной грамотности в отдельности. Способы и методы работы над развитием читательской, математической и естественно-научной грамотности имеют свою специфику, предполагают разное содержание и практическую направленность. В связи с этим достигнутый на том или ином этапе обучения уровень развития этих видов функциональной грамотности у одного и того же школьника может быть разным и проявляться в неравной степени.

Заключение

Апробация методики среди старшеклассников нескольких российских школ показала возможность и доступность ее применения для тестирования эфиопских школьников, чему в немалой степени способствует содержательный контент методики, отражающий актуальную информацию и о России, и об Эфиопии, обеспечивая существенный вклад в поликультурную компетентность учащихся обеих стран.

Следует подчеркнуть, что ситуационные задачи, отражающие в своем содержании ориентацию не только на воспроизведение знаний, но и их практическое применение в жизни, предлагаются в методике не только с целью диагностики, но и для стимулирования развития познавательной мотивации и образовательной активности обучающихся.

Список литературы

1. Чигишева О.П., Солтовец Е.М. Бондаренко А.В. Интерпретационное своеобразие концепта «функциональная грамотность» в российской и европейской теории образования // Мир науки. 2017. Т. 5. № 4. URL: <http://mir-nauki.com/PDF/45PDMN417.pdf> (дата обращения: 26.10.2024).
2. Фролова П.И. К вопросу об историческом развитии понятия «функциональная грамотность» в педагогической теории и практике // Наука о человеке: гуманитарные исследования. 2016. № 1(23). С. 179-185. URL: <https://rucont.ru/efd/363564> (дата обращения: 29.10.2024). DOI: 10.17238/issn1998-5320.2016.23.179.
3. Зуева Ф.А., Шарипова Э.Ф. Технологическая подготовка как фактор формирования функциональной грамотности учащихся // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30200> (дата обращения: 26.10.2024). DOI: 10.17513/spno.30200.
4. Сизякина В.М., Лопатухина Т.А. Феномен функциональной грамотности в современной высшей школе // Научные ведомости. Серия: Гуманитарные науки. 2019. Т. 38. № 3. С. 463-472. DOI: 10.18413/2075-4574-2019-38-3-463-472.
5. Худякова М.А., Власова И.Н. Анализ международных подходов к оценке функциональной грамотности обучающихся // Управление образованием: теория и практика. 2022. Т. 12, № 3. С. 216-225.
6. Методология и критерии оценки качества общего образования в общеобразовательных организациях на основе практики международных исследований качества подготовки обучающихся (Утверждены приказом Министерства просвещения Российской Федерации и приказом Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки от 06.05.2019 № 590/219). URL: https://liczejderzhavaobninsk-r40.gosweb.gosuslugi.ru/netcat_files/148/2437/prikaz_rosso_brnadzora_590_minprosvescheniya_219_ot_06.05.2019.pdf (дата обращения: 12.10.2024).
7. Захарова В.А. Функциональная грамотность в ретроспективе и перспективе: проблемно-исторический анализ зарубежных источников // Управление образованием: теория и практика. 2023. Т. 13, № 4. URL: <https://emreview.ru/index.php/emr/article/view/863> (дата обращения: 13.09.2024). DOI: 10.25726/v3039-0555-6987-i.
8. Крылова Н.Л. Слово о молодежи Африки // Азия и Африка сегодня. 2019. № 7. С. 64-67. DOI: 10.31857/S032150750005571-0.
9. Кинфу Зенебе Тафессе. Система образования в Эфиопии: традиции и современность. [Электронный ресурс]. URL: <https://repository.rudn.ru/records/article/record/94645/> (дата обращения: 12.10.2024).
10. Тагаева Г.С., Ажыкулова Н.Б., Камчиева А., Атткурова Ч.А., Джамбаева А. Вопросы оценки функциональной грамотности учащихся школы // Sciences of Europe. 2022. Т. 87. С. 15-21. DOI: 10.24412/3162-2364-2022-87-2-15-21.
11. Данилов С.В., Тимошина И.Н. Модель формирования функциональной грамотности обучающихся в условиях цифровой образовательной среды школы // Ярославский педагогический вестник. 2023. № 4 (133). С. 8-20. DOI: 10.20323/1813-145X_2023_4_133_8.
12. Лопатухина Т.А., Данко С.П., Залевская Т.В., Осипова А.В. 2014. Современные образовательные парадигмы и технологии их реализации в локальном компетентностном образовательном пространстве // Европейский журнал социальных наук. 2014. Т. 1, № 7 (46). С. 64-76.
13. Логинова О.Б. Особенности заданий для формирования и оценки креативного мышления // Отечественная и зарубежная педагогика. 2021. Т. 2, № 5 (79). С. 160-173.

УДК 378.14
DOI 10.17513/snt.40254

ФОРМИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ У БУДУЩИХ БАКАЛАВРОВ ЮРИСПРУДЕНЦИИ В УСЛОВИЯХ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Задорина М.А., Корсун К.И., Руколеев В.А.

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», Екатеринбург,
e-mail: zadorina_ma@usue.ru*

Цель исследования – определить потенциал студенческой научно-исследовательской лаборатории в формировании исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции. Материалами для исследования послужили теоретические работы ученых в области педагогики и психологии, нормативные правовые акты в сфере образования, учебно-методическая документация вузов г. Екатеринбурга, реализующих профессиональные образовательные программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки 40.03.01 «Юриспруденция», а также результаты педагогического эксперимента. Методы исследования: анализ, синтез, сравнение, обобщение, индукция, дедукция, анализ литературы и документов, анкетирование, изучение продуктов деятельности, педагогический эксперимент, методы математической статистики обработки результатов. Установлено, что образовательные организации высшего образования по-разному подходят к вопросу создания организационно-педагогических условий для формирования исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции как в рамках организации учебного процесса, так и во внеучебной деятельности. Авторы пришли к выводу, что студенческая научно-исследовательская лаборатория в формировании исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции обладает большим потенциалом, так как способствует увеличению численности студентов со средним и высоким уровнями сформированности указанной компетенции, осваиваемой во внеурочное время, а также увеличению числа научных работ, подготавливаемых студентами-первокурсниками.

Ключевые слова: бакалавриат, исследовательская компетенция, образовательная программа, юриспруденция, студенческая лаборатория

FORMATION OF RESEARCH COMPETENCE FOR FUTURE BACHELORS OF LAW IN THE CONDITIONS OF STUDENT RESEARCH LABORATORY

Zadorina M.A., Korsun K.I., Rukoleev V.A.

Ural State University of Economics, Yekaterinburg, e-mail: zadorina_ma@usue.ru

The purpose of the study is to determine the potential of the student research laboratory in the formation of research competence for future bachelors of law. The materials for the study were theoretical works of scientists in the field of pedagogy and psychology, normative legal acts in the field of education, educational and methodological documentation of universities in Yekaterinburg that implement professional educational programs of higher education – bachelor's degree programs in the field of Law 40.03.01, as well as the results of a pedagogical experiment. Research methods: analysis, synthesis, comparison, generalization, induction, deduction, analysis of literature and documents, questionnaires, study of products of activity, pedagogical experiment, methods of mathematical statistics of results processing. It is established that educational organizations of higher education have different approaches to the issue of creating organizational and pedagogical conditions for the formation of research competence for future bachelors of law both within the framework of the organization of the educational process and extracurricular activities. The authors concluded that the student research laboratory has great potential in the formation of research competence for future bachelors of law, as it contributes to an increase in the number of students with an average and high level of formation of this competence, mastered during extracurricular hours, as well as an increase in the number of scientific papers prepared by first-year students.

Keywords: bachelor's degree, research competence, educational program, jurisprudence, student laboratory

Введение

Каждый год на рынок труда выходит более 80 тыс. юристов, большая часть из которых имеет квалификацию «бакалавр» [1, с. 71]. После окончания вуза они могут выбрать карьеру государственных гражданских служащих, муниципальных служащих, могут пойти на службу в органы прокуратуры, следствия или в суды. А могут выбрать частную практику и трудоустроиться в юридическую консультацию или в юри-

дический отдел какого-либо учреждения или организации различных форм собственности. Однако какое бы направление своей деятельности они ни выбрали, им так или иначе придется столкнуться с необходимостью осуществления исследовательской деятельности. В частности, для проведения технико-юридического или сравнительно-правового анализа нормативных правовых актов, обобщения судебной практики по тем или иным категориям дел, под-

готовки отчетной документации при помощи различных методов научного познания. Следовательно, для того, чтобы максимально эффективно выполнять профессиональные задачи, бакалавру юриспруденции необходимо обладать исследовательской компетенцией, характеризующей способность и готовность к осуществлению исследовательской деятельности [2].

Современная система образования построена на применении компетентного подхода к обучению. Следует согласиться с И.В. Ершовой в том, что «компетентность так же важна, как и квалификация» [3]. Компетентность – это способность применять компетенции [4, с. 7]. Компетентный подход позволяет выпускать специалистов, способных решать сложные правовые задачи, быть востребованными в условиях цифровизации и глобализации [5]. В связи с этим будущий бакалавр юриспруденции в период обучения в вузе должен овладеть набором компетенций в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта.

Действующий Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 40.03.01 «Юриспруденция» (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 13 августа 2020 г. № 1011 [6] (далее – ФГОС), не предусматривает подготовку будущего бакалавра юриспруденции к научно-исследовательской деятельности. Более того, в соответствии с указанным стандартом написание курсовых работ и проектов, равно как и выпускной квалификационной работы, также не является обязательным. Вследствие этого профессиональная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата по направлению подготовки 40.03.01 «Юриспруденция» (далее – программа юридического бакалавриата) может не содержать в качестве результата освоения данной программы формирование у выпускника исследовательской компетенции при условии, что вуз не воспользуется своим правом на самостоятельное определение перечня профессиональных компетенций и не включит в него исследовательскую компетенцию (если она будет содержаться в соответствующих профессиональных стандартах). Соответственно, учебный план программы бакалавриата может не предусматривать также и освоение дисциплин «Основы научных исследований», «Методология юридических исследований» и т.д. Следовательно, в образовательной организации высшего образования организаци-

онно-педагогические условия для формирования исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции могут быть не созданы или носить фрагментарный характер.

Отмеченные выше факторы порождают противоречие между потребностью общества в юридических кадрах с квалификацией «бакалавр», обладающих исследовательской компетенцией, с одной стороны, и несформированностью организационно-педагогических условий, обеспечивающих формирование исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции, с другой.

Анализ учебно-методической документации вузов, расположенных в г. Екатеринбурге Свердловской области и реализующих программы юридического бакалавриата, показал, что ни один из них не предусмотрел среди профессиональных компетенций исследовательскую. В то же время есть образовательные организации высшего образования, которые стараются создать те или иные организационно-педагогические условия для формирования исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции в рамках учебного процесса. Среди екатеринбургских вузов лидирующую позицию в данном направлении занимает Уральский федеральный университет, так как учебные планы по программам юридического бакалавриата предусматривают написание курсовых работ и проектов, выполнение, подготовку к процедуре защиты и защиту выпускной квалификационной работы, а также освоение дисциплины «Основы научных исследований» (все формы обучения, 108 ч). Другие вузы Екатеринбурга так комплексно к данному вопросу не подходят. К примеру, программы юридического бакалавриата, реализуемые Гуманитарным университетом, ничего из вышеперечисленного не предусматривают. В то же время формирование исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции может проходить и во внеучебное время – в рамках студенческих научных кружков, обществ или лабораторий. Так, например, в Уральском государственном экономическом университете (УрГЭУ) в 2023–2024 учебном году для формирования исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции была создана студенческая научно-исследовательская лаборатория.

Цель исследования – определить потенциал студенческой научно-исследовательской лаборатории в формировании исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции.

Материалы и методы исследования

Материалами для исследования послужили теоретические работы ученых в области педагогики и психологии, нормативные правовые акты, регулирующие отношения в сфере образования, учебно-методическая документация образовательных организаций высшего образования, расположенных в г. Екатеринбурге Свердловской области и реализующих профессиональные образовательные программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки 40.03.01 «Юриспруденция», а также результаты педагогического эксперимента, проведенного в 2023–2024 учебном году на базе УрГЭУ.

На констатирующем этапе организации экспериментальной работы проводилась диагностика исходного уровня сформированности исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции по методике Л.А. Казариной [7, с. 45–53, 158–163], адаптированной с учетом возрастных особенностей лиц, участвующих в исследовании, специфики направления подготовки 40.03.01 «Юриспруденция» и особенностей исследовательской компетенции будущих бакалавров юриспруденции. В исследовании приняли участие студенты УрГЭУ 1 курса очной формы обучения по направлению подготовки 40.03.01 «Юриспруденция» (56 чел.). На формирующем этапе педагогического эксперимента проходила реализация проекта «Формирование исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции». На контрольном этапе педагогического эксперимента осуществлялась повторная диагностика уровня сформированности исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции, а также проводился сравнительный анализ с данными констатирующего этапа.

Гипотеза исследования: процесс формирования исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции будет эффективнее, если раскрыта сущность и структура исследовательской компетенции будущих бакалавров юриспруденции, разработан и реализован проект по формированию исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции, основным организационно-педагогическим условием по формированию исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции будет выступать студенческая научно-исследовательская лаборатория.

Методы исследования: анализ, синтез, сравнение, обобщение, индукция, дедукция, анализ литературы и документов, анкетирование, изучение продуктов деятель-

ности, педагогический эксперимент, методы математической статистики обработки результатов.

Результаты исследования и их обсуждение

В рамках настоящей статьи остановимся на отдельных результатах исследования, исходя из заявленной в работе цели.

Стоит отметить, что «исследовательская компетенция будущих бакалавров юриспруденции представляет собой готовность и способность к исследовательской деятельности как в образовательных, так и в профессиональных целях при решении задач нормотворческого, правоприменительного, правоохранительного и экспертно-консультационного типов в процессе познания правовой действительности» [8]. Отдельные элементы исследовательской компетенции будущих бакалавров юриспруденции прослеживаются в содержании универсальных и общепрофессиональных компетенций, определенных ФГОС: УК-1, ОПК-1, ОПК-4 – когнитивный компонент; УК-2, УК-3, ОПК-2, ОПК-8 – деятельностный компонент; УК-5, УК-6, ОПК-7 – мотивационно-ценностный компонент [8]. В то же время отдельные элементы исследовательской компетенции могут проследиться в содержании профессиональных компетенций, определенных вузами. В частности, в УрГЭУ программы юридического бакалавриата предусматривают в качестве результатов освоения программ следующие профессиональные компетенции, в содержании которых усматриваются отдельные элементы исследовательской компетенции: способность анализировать нормы международного права, законодательства иностранных государств в соотношении с нормами внутринационального законодательства России, способность анализировать и прогнозировать потоки трудовой миграции.

Понимание сущности, структуры и содержательных особенностей исследовательской компетенции будущих бакалавров юриспруденции позволило приступить к разработке проекта «Формирование исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции», целью которого стало обеспечение к сентябрю 2024 г. создания и функционирования студенческой научно-исследовательской лаборатории при кафедре конституционного и международного права Уральского государственного экономического университета для формирования исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции. Срок реализации проекта: 01.09.2023 – 31.08.2024.

<p>Научно-исследовательская деятельность и методы научного познания</p>	<p>•Цель: изучение и закрепление знаний о научно-исследовательской деятельности и методологии научного познания, отработка навыков применения методов научных исследований и их использовании при постановке и решении профессиональных задач</p>
<p>Источники научного исследования</p>	<p>•Цель: изучение и закрепление знаний об источниках научного исследования, отработка навыков подбора научной литературы</p>
<p>Научные публикации: виды, структура и правила оформления</p>	<p>•Цель: изучение и закрепление знаний о научных публикациях, их видах, структуре и правилах оформления, отработка навыков подготовки и оформления отдельных структурных элементов научной публикации</p>
<p>Научный стиль речи</p>	<p>•Цель: изучение и закрепление знаний об особенностях научного стиля речи, отработка навыков написания научных текстов</p>

Рис. 1. Мероприятия студенческой научно-исследовательской лаборатории

В рамках проекта командой проекта, в состав которой вошли в том числе авторы настоящей работы, были подготовлены и проведены мероприятия, направленные на формирование исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции (рис. 1). В процессе их реализации использовались информационно-коммуникационные технологии и активные методы обучения. Разработка программ мероприятий осуществлялась на основании личностно-ориентированного, системно-деятельностного и компетентностного подходов. Кроме того, для студентов преподавателями проводились индивидуальные консультации. Помимо программ мероприятий и дидактических материалов, результатом деятельности лаборатории стали 13 научных работ, подготовленных обучающимися.

Следует согласиться с позицией о том, что формирование исследовательской компетенции у обучающихся по юридическим направлениям подготовки следует начинать с 1 курса обучения [6], так как, вне зависимости от наличия или отсутствия в учебном плане дисциплины «Основы научных исследований» или подобной ей, первое знакомство с используемыми в юриспруденции методами исследования у обучающихся проходит при изучении дисциплины «Теория государства и права», освоение которой во всех вузах начинается как раз на 1 курсе обучения. В связи с этим принять участие в деятельности студенческой научно-исследовательской лаборатории приглашались

студенты юридического бакалавриата первого года обучения.

В специальной литературе сегодня высказывается мнение о том, что формирование исследовательской компетенции у студентов юридических направлений подготовки необходимо осуществлять «посредством педагогической фасилитации» [9], когда взаимоотношения обучающегося и преподавателя выстраиваются на основе взаимоуважения, доверия, открытости и свободы выражения мнения по какому-либо вопросу, поддержки диалога, поощрения самостоятельного поиска решений каких-либо исследовательских задач (как индивидуально, так и в группах), в том числе за счет применения активных методов обучения. В связи с этим технология фасилитативного педагогического взаимодействия была положена в основу выстраивания взаимоотношений между кураторами студенческой научно-исследовательской лаборатории и студентами, изъявившими желание в ней заниматься.

Экспериментальная работа позволила, с одной стороны, определить целевые показатели проекта по формированию исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции, а с другой – оценить эффективность его реализации. По результатам диагностики на констатирующем этапе экспериментальной работы был определен процент студентов, обладающих высоким и средним уровнями сформированности исследовательской компетенции – 71,9%. Данный показатель стал исходным для определения эффективности проекта.

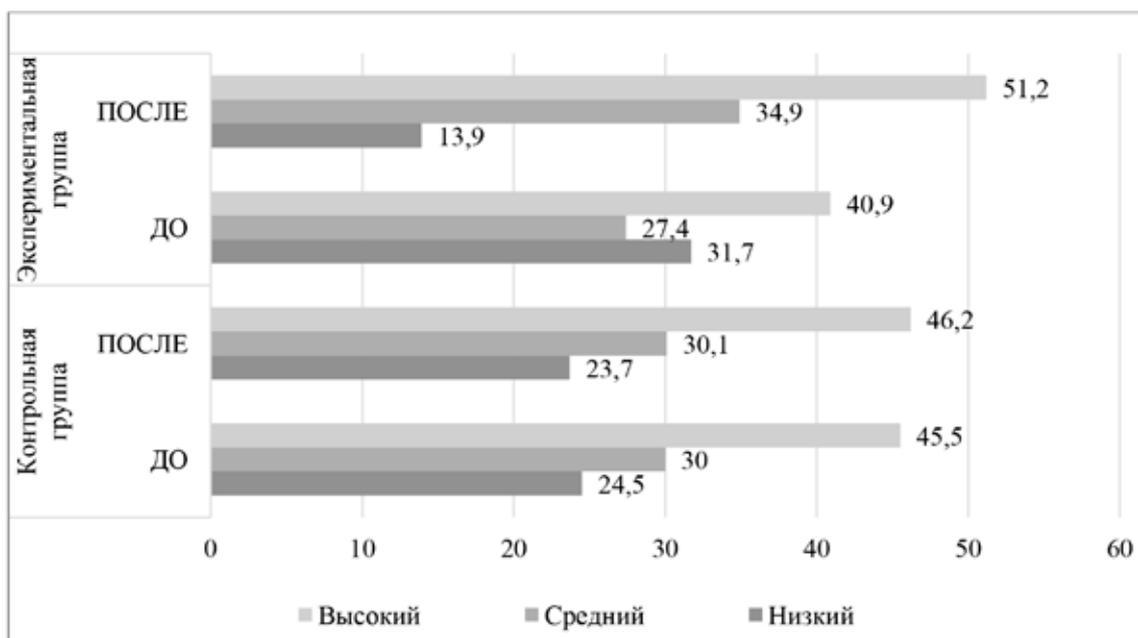


Рис. 2. Уровень сформированности исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции до и после запуска лаборатории, % (примечание: t-критерий Стьюдента составил 2,1 при $p < 0,05$)

Вместе с тем все участники исследования были разделены на две группы: контрольная группа, то есть не занимающиеся в лаборатории (29 чел.); экспериментальная группа, то есть занимающиеся в лаборатории (27 чел.). После реализации запланированных мероприятий в преддверии закрытия проекта на контрольном этапе организации экспериментальной работы была проведена повторная диагностика уровня сформированности исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции, а также сравнительный анализ с данными констатирующего этапа (рис. 2). Так как целью настоящей работы является определение потенциала студенческой научно-исследовательской лаборатории в формировании исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции, результаты педагогического эксперимента приведены в обобщенном виде.

В контрольной группе в конце учебного года численность студентов с низким уровнем сформированности исследовательской компетенции сократилась на 0,8%, со средним – возросла на 0,1%, с высоким – возросла на 0,7%. В экспериментальной группе численность студентов, обладающих низким уровнем сформированности исследовательской компетенции, сократилась на 17,8%, средним – возросла на 7,5%, высоким – возросла на 10,3%. Результаты экс-

перимента свидетельствуют о том, что изменения, полученные в экспериментальной группе, значительно превосходят изменения в контрольной группе.

Заключение

Таким образом, студенческая научно-исследовательская лаборатория в части формирования исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции обладает большим потенциалом. Деятельность лаборатории способствует повышению уровня сформированности этой компетенции, служит средством удовлетворения потребности вуза в увеличении численности научных работ студентов-юристов и потребности общества в бакалаврах юриспруденции со средним и высоким уровнем сформированности названной компетенции. Настоящее исследование может служить основой для построения комплексной системы организационно-педагогических условий формирования исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции как в рамках учебного процесса, так и во внеурочной деятельности. В то же время вопрос о выработке единого подхода к оценке уровня сформированности исследовательской компетенции у будущих бакалавров юриспруденции остается открытым и нуждается в дополнительном исследовании. Особую значимость данное

исследование приобретает в связи с предстоящей реформой системы высшего образования и необходимостью обновления всех федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования.

Список литературы

1. Образование в цифрах: 2024: краткий статистический сборник / Т.А. Варламова, Л.М. Гохберг, О.А. Зорина и др. М.: НИУ ВШЭ, 2024. 132 с.
2. Зинченко Е.Н. Развитие исследовательской компетенции студентов по направлению подготовки юриспруденция // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2020. № 6–1. С. 120–128. DOI: 10.24411/2500-1000-2020-10662.
3. Ершова И.В. Исследовательские компетенции юристов: в поисках места и значения // Методологические проблемы цивилистических исследований. 2020. № 2. С. 9–25.
4. Развитие и оценка надпрофессиональных компетенций студентов университетов: теоретико-методологические основы / Под общ. ред. А.В. Пеша. Казань: Бук, 2020. 248 с.
5. Соловьева Н.А., Шинкарук В.М. Компетентностный подход в юридическом образовании: проблемы и перспективы // Вестник ВолГУ. Серия 6. 2013. № 14. С. 42–49.
6. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 13 августа 2020 г. № 1011 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 40.03.01 Юриспруденция» (с изм. и доп.) [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/74607104/> (дата обращения: 27.10.2024).
7. Казарина Л.А. Формирование исследовательской компетентности учащихся профильных гуманитарных классов общеобразовательной школы: дис. ... канд. пед. наук. Томск, 2016. 193 с.
8. Задорина М.А. Понятие и структура исследовательской компетенции будущих бакалавров юриспруденции // Научное обозрение. Педагогические науки. 2023. № 6. С. 48–52. DOI: 10.17513/srps.2511.
9. Пономарчук П.Н. Формирование исследовательской компетенции у студентов юридических специальностей // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=4906> (дата обращения: 27.10.2024).

УДК 37.015.3:373.2
DOI 10.17513/snt.40255

ДИАГНОСТИКА КОГНИТИВНОГО И ЭМОЦИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ, ПОСЕЩАЮЩИХ СРЕДНИЕ ГРУППЫ ДОШКОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)

¹Иванова М.К., ²Семенов Ю.И.

¹ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»,
Якутск, e-mail: ivmarkim@mail.ru;

²ГБУ «Академия наук Республики Саха (Якутия)», Якутск,
e-mail: yra_semen1109@mail.ru

Цель работы – изучение когнитивного и эмоционального развития детей трех-пяти лет, степень которого определялась следующими показателями: когнитивная гибкость, зрительная рабочая память, их компоненты – содержание и расположение, а также слухоречевой и физической сдерживающий контроль. На основе анализа трудов отечественных ученых авторами определен предмет исследования. Приведены результаты диагностики. Выделены три кластера, соответствующие уровням регуляторных функций, и представлено их описание. Определены такие показатели, как когнитивная гибкость и зрительная рабочая память, а также их составляющие (содержание, расположение и бонусный балл), а также слухоречевой и физической контроль сдерживания. Выявлена взаимосвязь особенностей адаптации дошкольников к детскому саду с уровнями их когнитивного и эмоционального развития, изучено поведение участников исследования в различных ситуациях в период адаптации. Дана оценка зависимости когнитивной гибкости, бонусного балла и слухоречевой рабочей памяти от стратегии мотивации в разных видах деятельности. На основе анкетирования родителей была выявлена взаимосвязь между характеристиками игровой деятельности и показателями изучаемых процессов. Также представлены результаты опроса воспитателей о том, как данные показатели отражаются на поведении в детском саду.

Ключевые слова: когнитивное развитие, эмоциональное развитие, когнитивная гибкость, рабочая память, поведение, деятельность, адаптация

DIAGNOSTICS OF COGNITIVE AND EMOTIONAL DEVELOPMENT OF CHILDREN ATTENDING SECONDARY GROUPS OF PRE-SCHOOL EDUCATIONAL ORGANIZATIONS IN THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)

¹Ivanova M.K., ²Semenov Yu.I.

¹North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk,
e-mail: ivmarkim@mail.ru;

²Academy of Sciences of the Republik of Sakha (Yakutia), Yakutsk,
e-mail: yra_semen1109@mail.ru

The purpose of the work is to study the cognitive and emotional development of children aged three to five years, the degree of development of which was determined by the following indicators: cognitive flexibility, visual working memory, their components – content and location, as well as auditory-verbal and physical inhibitory control. Based on an analysis of the works of domestic scientists, the authors defined the term “cognitive development”. The diagnostic results are presented. Three clusters corresponding to the levels of regulatory functions are identified and their description is presented. Indicators such as cognitive flexibility and visual working memory, as well as their components (content, location and bonus point), as well as auditory-verbal and physical inhibition control, have been identified. The relationship between the characteristics of a preschooler’s adaptation to kindergarten and the levels of their cognitive and emotional development was revealed, and the behavior of study participants in various situations during the adaptation period was studied. An assessment is made of the dependence of cognitive flexibility, bonus points and auditory-verbal working memory on motivation strategies in different types of activities. Based on a survey of parents, a relationship was identified between the characteristics of gaming activity and indicators of cognitive and emotional development. The results of a survey of teachers on how these indicators affect their behavior in kindergarten are also presented.

Keywords: cognitive development, emotional development, cognitive flexibility, working memory, behavior, activity, adaptation

Введение

Актуальность данного исследования обусловлена растущей потребностью в всестороннем анализе психического развития младших и старших дошкольников в послед-

ние годы. Когнитивное развитие – это процесс формирования мыслительных функций у детей, в ходе которого они осознают, исследуют и воспринимают объекты и явления окружающей действительности. Этот про-

цесс включает в себя накопление знаний, развитие навыков, умений решать задачи и формирование склонностей, способствующих осмысленному восприятию и интерпретации мира. Также когнитивное развитие можно назвать умственным, поскольку оно тесно связано с процессами мышления и интеллектуальной активности. Кроме того, развитие различных структур мозга играет важную роль в мыслительном процессе.

Предмет исследования активно используется в зарубежной психолого-педагогической литературе. Он происходит от латинского слова *Cogito*, что переводится как «мыслю», и относится к познанию, которое сосредоточено именно на процессе мышления. В отечественной науке изначально использовался термин «познавательный» для обозначения этого явления. Тем не менее недавний анализ исследований в области познавательной деятельности показал, что современные психологи и педагоги все чаще предпочитают использовать термин «когнитивный». Р.С. Немов отмечает, что изучаемый процесс в разных исследованиях рассматривается или в сравнении, или, наоборот, в противопоставлении эмоции и воле [1, с. 219].

В исследованиях крупнейших российских психологов С.Л. Рубинштейна, А.Н. Леонтьева и др. регуляторные функции рассматриваются через призму значимости процессов формирования психического образа [2, с. 424; 3, с. 120]. Как известно, в первые пять лет жизни люди проходят период быстрого и интенсивного развития. Этот процесс происходит в четырех ключевых сферах: моторном (физическом) развитии, языковых и коммуникативных навыках, социально-эмоциональном развитии, а также в области умственного развития.

Цель исследования – изучить когнитивное и эмоциональное развитие детей 3–5 лет, степень которого определялась следующими показателями: когнитивная гибкость, зрительная рабочая память, их компоненты – содержание и расположение, а также слухоречевой и физической сдерживающий контроль.

Материалы и методы исследования

Основой данной статьи являются исследования С.Л. Рубинштейна, А.Н. Леонтьева, Н.Е. Веракса о когнитивных регуляторных функциях [2, с. 369; 3, с. 120; 4, с. 57]. Используются такие методики, как субтесты диагностических комплексов, направленных на изучение когнитивной и эмоциональной сферы обследуемых [5; 6, с. 219; 7, с. 46], а также анкетирование родителей и педагогов.

В исследовании 2023–2024 учебного года участвовали 176 дошкольников, посещающих средние группы детских садов Республики Саха (Якутия), в возрасте от 3 до 5 лет, из них 55,4% девочек и 44,6% мальчиков [8]. Родители и/или законные представители дали информированное согласие на данное исследование.

Исследование было проведено в г. Якутске (21,6% от выборки) и следующих улусах: Горный (5,7%), Намский (10,2%), Вилюйский (8,5%), Сунтарский (5,7%), Амгинский (11,4%), Томпонский (5,1%), Чурапчинский (11,4%), Верхневилуйский (2,8%), Нюрбинский (11,9%), Нерюнгринский (5,7%).

Вместе с детьми в исследовании приняли участие их родители, а также воспитатели. Состав семьи разный: так, есть семьи с одним и двумя, а 51,5% семей – с тремя детьми и более. Родители чаще оценивают уровень обеспеченности семьи как средний (87,1%), реже – как выше среднего (10,6%) [8]. Важными и актуальными задачами для авторов являются диагностика когнитивных способностей и эмоциональной сферы детей, определение программы и анализ результатов исследования [9, с. 102].

Результаты исследования и их обсуждение

Для данного исследования было важно узнать, как проходила адаптация у воспитанников, и в связи с этим авторы провели анкетирование воспитателей и родителей. Согласно ответам воспитателей большинство участников эксперимента посещают ДООУ в среднем 12 месяцев ($M = 12,65$; $SD = 9,62$), у 44,8% дошкольников адаптация длилась 2–4 недели, у 41% не отмечалось признаков стресса, вызванных адаптацией, и у 11,4% адаптация длилась больше 2 месяцев.

Согласно ответам родителей адаптация проходила легко и для ребенка, и для матери у 77,3%, тяжело для ребенка и легко для матери у 11,4% и тяжело для матери и для ребенка у 10,6%.

Участники исследования были разделены на три группы в соответствии с уровнями развития регуляторных функций (табл. 1).

Первый кластер включает исследуемых с относительно низкими показателями когнитивной гибкости и зрительной рабочей памяти, а также их компонентов (содержание, расположение и бонусный балл), а также с низким уровнем слухоречевого и физического сдерживающего контроля. Второй кластер состоит из детей, демонстрирующих средние результаты регуляторных функций по сравнению с другими, за исключени-

ем физического сдерживающего контроля, который у них выше среднего по выборке. Третий кластер включает детей с высоким уровнем развития регуляторных функций [10], при этом физический сдерживающий контроль находится на среднем уровне относительно всей выборки.

Различия между кластерами являются значимыми по всем параметрам (Н-критерий Краскела – Уоллиса, $p\text{-value} < 0,001$), кроме слухоречевой рабочей памяти [11].

Для оценки взаимосвязи особенностей адаптации детей к дошкольному учреждению с уровнями их когнитивного и эмоционального развития было проведено анкетирование родителей. Они ответили на ряд вопросов о процессе адаптации их ребенка к детскому саду: Как проходила адаптация? Имел ли ребенок опыт длительного расставания с мамой? Если да, то как он на это реагировал? Как поступает ребенок, когда испытывает физическую боль (например, при ушибах, падениях или болезни)? Как он реагирует, если что-то не получается? Как вы считаете, какая мотивация в деятельности наиболее характерна для вашего ребенка?

Также в анкете воспитатели ответили на несколько вопросов, касающихся адаптации ребенка к детскому саду: Сколько месяцев ребенок посещает сад на данный момент (открытый вопрос)? Как ребенок расстается утром с мамой? Как ребенок встречает маму, когда она приходит его забирать? Как ребенок реагирует, когда у него что-то не получается? Сколько длилась

адаптация в детском саду? (Когда закончились явные признаки стресса у этого ребенка? Например, ребенок перестал плакать, нормализовались дневной сон и аппетит, ребенок стал включаться в деятельность группы.) Спрашивает ли ребенок в течение дня о маме? Как ребенок реагирует, когда забирают других детей? Как вам кажется, какая мотивация в деятельности чаще присуща ребенку?

Ответы родителей и воспитателей на указанные вопросы были сопоставлены с результатами оценки предмета исследования. Было получено, что физический сдерживающий контроль выше у тех детей, которые при неудаче продолжают самостоятельные попытки, не ищут поддержки, и ниже у тех детей, которые при неудачной попытке злятся (табл. 2).

Слухоречевая рабочая память выше у детей, которые радостно встречают маму, когда она пришла их забирать, начинают что-то рассказывать и могут попросить закончить то, чем занимались, и ниже у тех детей, которые бегут к маме, бросив все занятия, но потом могут начать плакать, ударить маму, закапризничать.

Физический сдерживающий контроль выше у тех детей, которые бегут к маме, бросив все занятия, но потом могут начать плакать, ударить маму, закапризничать, и ниже у тех детей, которые радостно встречают маму, когда она пришла их забирать, начинают что-то рассказывать и могут попросить закончить то, чем занимались (табл. 3).

Таблица 1

Показатели уровня саморегуляции у детей средней группы ДОО

	Уровень саморегуляции			Достоверность различий	
	Низкий уровень саморегуляции	Средний уровень саморегуляции	Высокий уровень саморегуляции	Н-критерий Краскела – Уоллиса	p-value
Когнитивная гибкость	18,9	20,4	21,6	23,69	< 0,001
Содержание	28,5	32,9	38,7	75,82	< 0,001
Расположение	9	15,9	35,8	91,13	< 0,001
Бонус	4,1	15,9	35,8	100,01	< 0,001
Зрительная рабочая память	41,6	65	94,2	105,32	< 0,001
Слухоречевая рабочая память	11,7	12,2	14,5	2,28	0,320
Физический сдерживающий контроль	22,1	26,7	24,2	12,22	0,002
Количество детей в кластере	60	45	21		

Таблица 2

Оценка средних значений уровня физического сдерживающего контроля с разным поведением в ситуации неудачной попытки

Поведение ребенка	Физический сдерживающий контроль
Плачет, идет к маме, долго не успокаивается, новых попыток не предпринимает	M = 24,46 SD = 5,56
Ищет поддержки у мамы, быстро успокаивается, предпринимает новые попытки	M = 24,5 SD = 5,29
Продолжает самостоятельные попытки, не ищет поддержки	M = 26 SD = 3,52
Злится	M = 17 SD = 1,41
Дисперсионный анализ ANOVA (поправка Уэлча), p-value	F = 13,054 p = 0,006

Таблица 3

Оценка средних значений уровней слухоречевой рабочей памяти и физического сдерживающего контроля у детей с разным поведением, когда в детский сад приходит мама

Поведение ребенка	Слухоречевая рабочая память	Физический сдерживающий контроль
Бежит к маме, бросив все занятия, но потом может заплакать, ударить маму, закапризничать	M = 9,86 SD = 2,03	M = 28,17 SD = 1,6
Радостно, начинает что-то ей рассказывать и может попросить закончить то, чем занимался	M = 13,27 SD = 4,49	M = 23,56 SD = 6,25
Без эмоций, с трудом отрываясь от занятий	M = 10,5 SD = 2,38	M = 27,25 SD = 2,5
Не получилось пронаблюдать, ребенка встречает не мама	M = 9,33 SD = 0,58	M = 27 SD = 2,45
Дисперсионный анализ ANOVA (поправка Уэлча), p-value	F = 9,72 P < 0,001	F = 8,38 P = 0,011

Таблица 4

Оценка средних значений уровня физического сдерживающего контроля у детей в зависимости от длительности адаптации к детскому саду

Показатель	Длительность адаптации до месяца (2–4 недели)	Длительность адаптации до 2 месяцев	Больше 2 месяцев	Не было признаков стресса	ANOVA (поправка Уэлча), p-value
Физический сдерживающий контроль	M = 22,7 SD = 6,15	M = 28,5 SD = 0,71	M = 23,82 SD = 7,28	M = 25,46 SD = 5,33	F = 10,441 p < 0,001

Также физический сдерживающий контроль ниже у тех детей, у которых адаптация к детскому саду длилась до месяца (2–4 недели), и выше у тех детей, у которых адаптация к детскому саду длилась до 2 месяцев (табл. 4).

Данные табл. 5 наглядно показывают, что у исследуемых с мотивацией дости-

жений выше уровень когнитивной гибкости, а также слухоречевой рабочей памяти, а у детей без ярко выраженной мотивации в деятельности – ниже. Бонусный балл в оценке зрительной рабочей памяти также выше у детей с мотивацией достижений; ниже у детей с мотивацией избегания неудач.

Таблица 5

Оценка средних значений когнитивной гибкости, бонусного балла и слухоречевой рабочей памяти в зависимости от стратегии мотивации в деятельности

Стратегия мотивации ребенка	Когнитивная гибкость	Бонус	Слухоречевая рабочая память
Мотивация достижений	M = 20,58 SD = 2,52	M = 15,5 SD = 13,54	M = 14 SD = 4,66
Мотивация избегания неудач	M = 19,7 SD = 2,16	M = 8,73 SD = 8,2	M = 11,87 SD = 3,44
Нет ярко выраженного предпочтения	M = 18,57 SD = 3,97	M = 11,4 SD = 12,45	M = 11,45 SD = 4,05
Дисперсионный анализ ANOVA (поправка Уэлча), p-value	F = 3,343 p = 0,043	F = 3,461 p = 0,038	F = 3,803 p = 0,028

Для того чтобы установить взаимосвязь между особенностями игровой деятельности с показателями когнитивного и эмоционального развития [8], было проведено анкетирование родителей. Родители ответили на несколько вопросов, касающихся организации детского досуга, с использованием шкалы, где 1 – «совсем не соответствует» и 4 – «полностью соответствует».

1. Ребенок теряет интерес к новым игрушкам буквально в тот же день.

2. Ребенок предпочитает играть с отдельным типом игрушек (например, только конструктор или только кукла).

3. Любимые игрушки меняются в зависимости от трендов (слаймы, спиннеры, поп-ит, анимационные герои).

4. Ребенок эмоционально привязан к своим игрушкам (бережно относится – не теряет, не ломает, хранит в порядке; спит с любимой игрушкой; хочет брать с собой в детский сад, чтобы не расставаться с ними, и т.д.).

5. Ребенок вообще не стремится играть или предпочитает другие виды деятельности (рисование, спортивные игры, чтение и т.д.).

6. Дома у ребенка есть специально отведенное место для игры (где детские постройки, например домик, не убираются каждый день).

7. Ребенок по-настоящему погружается в игру (например, бывает сложно завершить игру, поскольку ребенок очень вовлечен в игровой сюжет).

8. У ребенка есть возможность регулярно играть с другими детьми дома или во дворе.

9. Ребенок не может играть один даже 10 минут.

10. Ребенок хочет брать с собой игрушки в детский сад, чтобы играть в них с другими детьми.

11. Ребенок регулярно использует предметы домашнего обихода в играх в качестве предметов-заместителей, то есть как

что-то другое в игровом контексте (например, использует коробку от сока как кровать для куклы).

12. Ребенок любит играть с реалистичными игрушками (фигурки людей с правдоподобными чертами и пропорциями, игрушечные предметы быта, здания и т.д.).

К результатам исследования когнитивного и эмоционального развития детей были добавлены отзывы родителей, которые были сопоставлены и проанализированы. В итоге авторами определено, что уровень физического контроля оказывается выше у тех, кто предпочитает определенные виды игрушек, однако у них нет специально отведенного места для игр. Исследуемые, имеющие специальное игровое пространство, а также те, кто не может играть в одиночку даже на протяжении 10 минут, демонстрируют более высокий бонусный балл в оценке зрительной рабочей памяти.

Дошкольники, способные играть одни более 10 минут, имеют более высокие результаты по расположению, в то время как содержание выше у тех, кто не желает брать игрушки в группу для игр со сверстниками. Зрительная рабочая память выше у участников эксперимента, которые не могут играть одни дольше 10 минут, а слухоречевая рабочая память лучше развита у детей с выделенным местом для игры. Понимание ментальных эмоций оказывается выше у тех, кто регулярно имеет возможность играть с другими как дома, так и во дворе.

Вопрос «Как влияют уровни когнитивного и эмоционального развития малышей на особенности поведения ребенка в дошкольной образовательной организации?» [8] был изучен на основе анализа ответов воспитателей. В анкете воспитатели ответили на несколько вопросов, касающихся разных аспектов поведения в группе с использованием шкалы Лайкерта от «очень

редко» до «очень часто». Авторы интересовали поведение исследуемых в разной ситуации, на праздниках и утренниках, в игре, в художественной деятельности; самостоятельность и инициативность, проявление идей, новых правил, проявление воображения и творческих способностей.

Ответы воспитателей были проанализированы в сочетании с результатами исследования обозначенных показателей. В ходе исследования было установлено следующее:

– уровень развития выше у детей, которые редко предлагают альтернативные способы использования предметов, отличающиеся от традиционных;

– также уровень выше у детей, которые нечасто с готовностью принимают разные роли на утренниках и праздниках, но при этом очень часто выражают множество идей и мыслей о картинах, рассказах, стихотворениях или проблемах, а также часто придумывают новые правила для разрешения конфликтов и распределения игрушек и т.п.; которые очень часто высказывают неожиданные идеи и суждения; очень часто могут придумать необычную историю про обычный предмет; у которых рисунки часто отличаются оригинальностью;

– ниже у детей, которые очень часто делают необычные работы.

Бонусный балл в оценке зрительной рабочей памяти:

– уровень развития выше у детей, которые нередко не удовлетворяются единственным правильным ответом и ищут альтернативные решения различных задач, а также регулярно предлагают несколько оригинальных способов использования предметов; которые очень часто придумывают новые правила, например, для урегулирования конфликтов, распределения игрушек и т.п.; которые очень часто задают много вопросов; а также выше у детей, которые способны создать необычную историю об обычном предмете, у которых рисунки отличаются множеством уместных деталей и оригинальным подходом, а также те, кто часто выполняет несколько работ вместо одной, демонстрирует высокий уровень креативности;

– в то же время у детей, которые редко проявляют желание участвовать в обсуждениях на различные темы, почти никогда не создают оригинальные работы, чьи произведения редко передают эмоции, а также у тех, кто не стремится вносить что-то личное в задания по образцу и часто работает медленно и неэффективно, уровень креативности ниже.

Зрительная рабочая память:

– выше у детей, которые очень часто придумывают новые правила, например,

для урегулирования конфликтов, распределения игрушек и т.п.; которые очень часто задают много вопросов; очень часто могут придумать необычную историю про обычный предмет; у детей, у которых рисунки часто отличаются оригинальностью и которые часто делают необычные работы;

– ниже у детей, которые редко охотно участвуют в обсуждении разных тем и которые очень часто, выполняя задание по образцу, стремятся привнести в работу что-то свое.

Слухоречевая рабочая память:

– выше у детей, которые часто делятся множеством мыслей и идей о произведениях искусства, рассказах, стихах или актуальных проблемах, нередко возникает недовольство единственным правильным ответом. Они активно ищут альтернативные решения и предложат различные способы использования предметов, отличающиеся от привычных. Эти дети имеют способность придумывать необычные истории об обычных вещах;

– в противоположность им, есть дети, которые крайне редко с интересом создают и подробно описывают свои истории. Их работы зачастую не передают эмоций, и они почти никогда, выполняя задания по образцу, не стремятся внести что-то индивидуальное в свою деятельность.

Когнитивная гибкость лучше развита у тех детей, которые систематически беседуют с родителями о музыкальных произведениях, обсуждают содержание рассказов, сказок, стихов или насущных тем.

Физический сдерживающий контроль значительно выше у детей, которые редко делятся своими мыслями о музыке, картинах, рассказах, стихотворениях или проблемах. Дети, о которых идет речь, не испытывают неудовлетворенности от того, что существует только один правильный ответ. Они не стремятся к поиску альтернативных решений задач и редко предлагают оригинальные идеи относительно использования предметов. Их креативность в создании новых правил, будь то в разрешении конфликтов или распределении игрушек, также весьма ограничена. В результате им сложно с увлечением придумывать и детально описывать истории, а также они практически не изобретают необычные рассказы о повседневных вещах. При выполнении заданий, основанных на образце, они не стремятся вносить собственные идеи в свою работу. Напротив, у детей, которые часто рисуют с множеством уместных деталей, предпочитают создавать несколько картин вместо одной и изготавливают необычные работы, этот показатель низкий, и их когнитивная гибкость находится на более высоком уровне.

Таблица 6

Оценка средних значений уровня тревожности у детей с разной реакцией на случаи долгого расставания с мамой

Поведение ребенка	Тревожность	ANOVA (поправка Уэлча), p-value
Скучали без мамы, при возвращении мамы радовались, но пытались «наказать» маму	M = 1,50 SD = 0,08	F = 3,61 P = 0,028
Скучали, но отвлекались на свои дела и игры, очень обрадовались встрече	M = 1,42 SD = 0,15	
Практически без перемен в настроении, при встрече реагировали спокойно	M = 1,35 SD = 0,16	
Не было случаев долгого расставания с мамой	M = 1,39 SD = 0,15	

Таблица 7

Описательные статистики методики «Самооценка»

Оценка ребенком	Оценка мамой	Оценка воспитателем
M = 3,43; SD = 0,68	M = 3,21; SD = 0,73	M = 3,09; SD = 0,76

Общая способность понимать эмоции ниже у детей, которые не наслаждаются процессом создания историй. Им сложно детально описывать сказанное, и они редко работают быстро и продуктивно.

Рефлексия эмоций выше у детей, которые часто не ограничиваются одним правильным ответом и активно ищут альтернативные способы решения задач, а также с удовольствием создают и детально описывают истории, нередко возникает способность придумывать необычные сюжеты о привычных предметах.

Понимание эмоций, вызываемых внешними причинами, ниже у детей, которым не нравится придумывать и подробно описывать воображаемые истории.

Для оценки результатов диагностики личностных особенностей была проведена диагностика уровня тревожности, самооценки и мотивационно-потребностной сферы.

Согласно результатам диагностики личностных особенностей детей, посещающих средние группы ДОУ Республики Саха (Якутия), были получены следующие результаты. Так, уровень тревожности находится на среднем уровне (M = 1,41; SD = 0,16).

При анализе ответов родителей на вопросы об адаптации ребенка к детскому саду были получены статистически значимые различия. Так, уровень тревожности выше у тех детей, которые очень скучали, пока мамы не было рядом, практически ни на что не отвлекались, когда мама вернулась, обрадовались, но проявляли признаки обиды и злости, хотели «наказать» маму

[ДМИ ЮИ]. Самый низкий уровень тревожности отмечается у тех детей, которые реагировали на долгое расставание с мамой практически без перемен в настроении, были спокойны при встрече (табл. 6).

Таблица 7 показывает, что в среднем дети имеют адекватную самооценку.

Изучение мотивационно-потребностной сферы показало, что наиболее частыми желаниями детей являются: цветок (цветы), бабочка, кукла, машинка и другие игрушки, пони, конфеты и другие сладости, телефон.

Чаще всего дети хотят избавиться: от темноты, лука, конфет, черта, «когда ругаются»; лимона, зомби. Однако чаще всего дети затрудняются с выбором того, от чего хотят избавиться.

Заключение

В результате изучения различных источников авторы пришли к выводу, что когнитивное развитие – это процесс, в ходе которого формируются мыслительные способности детей, позволяя им осознавать, исследовать и воспринимать объекты и явления окружающего мира. Этот процесс включает такие показатели, как когнитивная гибкость, зрительная рабочая память, а также слухоречевой и физический сдерживающий контроль. Влияние семьи на когнитивное развитие ребенка осуществляется через детско-родительские отношения. В целом результаты исследования доказывают предположение о том, что когнитивное развитие имеет прямую взаимосвязь с эмоциональным развитием.

В среднем дошкольном возрасте эмоциональные состояния имеют большое значение; у детей данного возраста преобладают низкие показатели когнитивной гибкости и зрительной рабочей памяти, а также их компонентов (содержание, расположение и бонусный балл).

Список литературы

1. Немов Р.С. Психология: Словарь-справочник: в 2 ч. М.: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. Ч. 1. 304 с.
2. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. СПб.: Питер, 2022. 705 с. [Электронный ресурс]. URL: http://elibrary.gnpbu.ru/text/rubinshteyn_osnovy_obschey_psihologii_t2_1989/go,4;fs,1/ (дата обращения: 26.11.2024).
3. Леонтьев А.Н. Психическое развитие ребенка в дошкольном возрасте // Культурно-историческая психология. 2020. Т. 16, № 2. URL: https://psyjournals.ru/journals/chp/archive/2020_n2/Leontiev (дата обращения: 17.10.2024). DOI: 10.17759/chp.2020160213.
4. Веракса Н.Е., Веракса А.Н., Гаврилова М.Н., Бухаленкова Д.А., Тарасова К.С. Тест на понимание эмоций: адаптация русскоязычной версии на российской выборке детей дошкольного возраста // Психология. Журнал ВШЭ. 2021. № 1. URL: <https://psy-journal.hse.ru/2021-18-1/456530217.html>. (дата обращения: 17.10.2024). DOI: 10.17323/1813-8918-2021-1-56-70.
5. Алмазова О.В., Бухаленкова Д.А., Веракса А.Н. Прозрительность в дошкольном возрасте: сравнительный анализ различных подходов и диагностического инструментария // Национальный психологический журнал. 2016. № 4 (24). URL: <https://npsyj.ru/articles/volumes/-4-24-2016/> (дата обращения: 17.10.2024). DOI: 10.11621/npj.2016.04.02.
6. Калягин В.А., Овчинникова Т.С. Энциклопедия методов психолого-педагогической диагностики лиц с нарушениями речи. СПб.: КАРО, 2013. 432 с.
7. Иванова М.К., Дедюкина М.И. Развитие когнитивных способностей и регуляции поведения детей старшего дошкольного возраста. Киров: Изд-во МЦИТО, 2021. 127 с.
8. Дедюкина М.И., Иванова М.К. Оценка взаимосвязи организации детского досуга с показателями когнитивного и эмоционального развития // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 6. С. 112–116. URL: <https://top-technologies.ru/article/view?id=39640> (дата обращения: 17.10.2024). DOI: 10.17513/snt.39640.
9. Иванова М.К. Когнитивное и эмоциональное развитие первоклассников Республики Саха (Якутия) // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия: Педагогика. Психология. Философия. 2023. № 4 (23). С. 101–110. URL: <https://www.ppfs-vfu.ru/jour/article/view/295>. (дата обращения: 21.11.2024). DOI: 10.25587/2587-5604-2023-4-101-110.
10. Дедюкина М.И., Семенов Ю.И. Изучение взаимосвязей воображения и уровней когнитивного и эмоционального развития детей, посещающих подготовительные группы дошкольной образовательной организации в Республике Саха (Якутия) // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 10. С. 127–133. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=40183> (дата обращения: 21.11.2024). DOI: 10.17513/snt.40183.
11. Попова Р.Р. Развитие когнитивных регуляторных функций у дошкольников при разном уровне культурной конгруэнтности: дис. ... канд. психол. наук. Казань, 2020. 244 с.

УДК 371.215:378
DOI 10.17513/snt.40256

КОНСТРУИРОВАНИЕ МОДЕЛИ СЕТЕВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ТЕХНОПАРКА ВУЗА С ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ: ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ, ОРГАНИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ

Кириллова О.А., Евдокимова В.Е.

*Шадринский государственный педагогический университет, Шадринск,
e-mail: 970013@mail.ru, evdokimovavera@yandex.ru*

Основной целью работы выступает анализ теоретико-методологических подходов, влияющих на структуру модели сетевой образовательной среды технопарка Шадринского государственного педагогического университета с образовательными организациями города Шадринска. Логика материалов изложения опирается на педагогическую практику авторов, а также на анализ имеющегося опыта организации данного процесса в других регионах. Исследование было проведено в четыре этапа: на первом этапе были определены техническое оснащение технопарка, готовность преподавателей к участию в сетевом партнерстве образовательных учреждений; на втором этапе выполнены опросы участников образовательного процесса о необходимости использования оборудования технопарка вуза при реализации образовательных и дополнительных программ; третий этап состоял в проведении анализа зарубежных и отечественных источников; на четвертом этапе были выделены подходы конструирования модели сетевой образовательной среды. Посредством анализа имеющегося опыта, интеграции принципов взаимодействия участников образовательного процесса были определены варианты конструирования модели сетевой образовательной среды технопарка вуза с образовательными учреждениями города Шадринска. Предложенная авторами модель может быть использована администрациями вузов для конструирования модели сетевой образовательной среды технопарка вуза с общеобразовательными и учреждениями дополнительного образования.

Ключевые слова: модель сетевой образовательной среды, вуз, технопарк универсальных педагогических компетенций, подходы

Исследование выполнено при финансовой поддержке научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям деятельности вузов – партнеров ЮУрГГПУ и ШГПУ в 2024 году по теме «Теоретико-методологические подходы конструирования модели сетевой образовательной среды технопарка универсальных педагогических компетенций университета с образовательными организациями региона» (№ 16-39 от 2 мая 2024 г.)

CONSTRUCTION OF A MODEL OF A NETWORKED EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF A TECHNOPARK OF A UNIVERSITY WITH EDUCATIONAL ORGANIZATIONS: THEORETICAL AND METHODOLOGICAL APPROACHES, ORGANIZATION, MANAGEMENT

Kirillova O.A., Evdokimova V.E.

*Shadrinsk State Pedagogical University, Shadrinsk,
e-mail: 970013@mail.ru, evdokimovavera@yandex.ru*

The main purpose of the work is the analysis of theoretical and methodological approaches that affect the structure of the model of the network educational environment of the Shadrinsk State Pedagogical University Technopark with educational organizations of the city of Shadrinsk. The logic of the presentation materials is based on the pedagogical practice of the authors, as well as on the analysis of existing experience in organizing this process in other regions. The study was conducted in four stages: at the first stage, the technical equipment of the technopark was determined, the readiness of teachers to participate in the network partnership of educational institutions; at the second stage, surveys of participants in the educational process were conducted on the need to use the equipment of the technopark of the university in the implementation of educational and additional programs; the third stage consisted in analyzing foreign and domestic sources; at the fourth At the stage, approaches to constructing a model of a network educational environment were highlighted. By analyzing the existing experience, integrating the principles of interaction between participants in the educational process, approaches to constructing a model of the network educational environment of the technopark of the university with educational institutions of the city of Shadrinsk were determined. The model proposed by the authors can be used by university administrations to construct a model of a network educational environment of a university technopark with general education and additional education institutions.

Keywords: model of network educational environment, university, technopark of universal pedagogical competencies, approaches

The research was carried out with the financial support of research works on priority areas of activity of partner universities of South Ural State Humanitarian and Pedagogical University and Shadrinsk State Pedagogical University in 2024 on the topic «Theoretical and methodological approaches to constructing a model of the network educational environment of the technopark of universal pedagogical competencies of the university with educational organizations of the region» (No. 16-39 dated May 2, 2024).

Введение

Преобразования, которые непрерывно протекают в мире в целом и в обществе России, радикально трансформируют направления развития и будущее организаций. Эта тенденция не обошла стороной и высшие учебные заведения, пребывающие в состоянии интенсивных преобразований. Структурные новации, происходящие в настоящий момент в вузах, касаются их целей, тактических планов, концепций и состава руководства, совместного влияния, которое происходит как внутри вуза, так и за его пределами, социального и технического проектирования. В 2022 году при поддержке Министерства просвещения РФ была утверждена программа «Учитель будущего поколения России» и начата ее реализация. Основной целью данной программы выступало открытие технопарков универсальных педагогических компетенций, оснащенных высокотехнологичным оборудованием для современных занятий и учебными материалами к нему. Полученное оборудование для технопарков быстро нашло применение при подготовке к занятиям для «эффективной практической междисциплинарной подготовки будущих педагогов».

Концептуальные трансформации, ожидаемые в России, идентифицируют один из наиболее актуальных векторов развития эффективных партнерских отношений среди вузов и деловых партнеров (предпринимателей, управленческих органов, общественных кругов, учреждений, предоставляющих образовательные услуги). Целью таких преобразований является развитие взаимного сетевого сотрудничества в образовательном, научном и исследовательском пространстве.

Целями данного исследования выступают поиск и анализ теоретико-методологических подходов, оказывающих влияние на структуру модели сетевой образовательной среды технопарка универсальных педагогических компетенций Шадринского государственного педагогического университета с образовательными организациями города Шадринска.

Материалы и методы исследования

В рамках исследования была изучена научная, педагогическая и методическая литература. Следует отметить, что при оценке успешности проделанной авторами работы нужно учесть тот факт, что теоретико-методологические подходы проектирования модели сетевой образовательной среды технопарка университета с учреждениями г. Шадринска, осуществляющими образовательные услуги, были рассмотрены

для образовательного пространства технопарка ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет».

В своем исследовании авторы постарались определить подходы, которые позволили бы смоделировать сетевую образовательную среду технопарка вуза с учреждениями города, предоставляющими образовательные услуги, и предположить интеграцию различных систем управления учебным процессом в рамках взаимодействия администрации учреждения, преподавателей и обучающихся.

Анализ современных российских исследований показал, что разные авторы сетевое взаимодействие рассматривают как явление сетевого сотрудничества употребительно к образованию [1]; как форму взаимоотношений между участниками учебного процесса, которое организуется посредством применения цифровых технологий [2]; как совокупность звеньев учебно-воспитательной работы, обеспечивающих один другому свою ресурсную базу [3].

Анализируя опыт сетевого взаимодействия в сфере образования Российской Федерации, можно сделать вывод о многообразии форм и вариантов сотрудничества организаций. Каждый вариант характеризуется специфической целью, уникальным набором участников взаимодействия, условиями и правилами сотрудничества и др. Исследование литературы показало, что чаще всего партнерское сотрудничество в пространстве образования происходит исключительно среди образовательных учреждений.

Сетевое сотрудничество с научно-образовательными учреждениями, организованными в европейских странах, активно развивается и широко распространено, оно выполняет базовые масштабные локальные и национальные миссии. Получить представления о таком сотрудничестве можно, изучив соответствующие источники литературы [4, 5, 6].

С появлением технопарков в России при университетах в 2022 году по социальному заказу возникла необходимость проведения исследований в этой области. Проведенные в разных вузах исследования [7, 8, 9] позволили выявить возможности развития универсальных педагогических компетенций средствами технопарков.

Педагогами Ульяновского государственного педагогического университета проводилось наблюдение и была разработана система по теме «Технопарк как часть информационно-образовательного пространства вуза», основу которой составляли системный, процессный, синергетический и структурный подходы [10, с. 126].

В рамках структурного подхода в качестве основных звеньев выделяют студентов, профессорско-преподавательский состав, кафедры, дирекции, директоров и специалистов технопарка, информационно-вычислительные центры вузов, органы управления вузов и пр. Использование структурного подхода возможно при условии создания сетевого сотрудничества сторон образовательно-воспитательного процесса с применением информации и технологий технопарка.

Использование функционального подхода построения сетевого партнерства требует определения функций деятельности каждой службы и подразделения учреждения образования, звеньев системы, уточнения спецификации и детального представления функций.

Кроме вышеописанного подхода, при организации системы необходимо осуществлять процессный подход. Его элементы представляют собой единый и целостный процесс, взаимодействующий между собой и имеющий руководство; управление системой осуществляется оптимально благодаря использованию всех процессов вуза (учебно-воспитательной деятельности, учебы вне вуза, научно-исследовательских поисков).

Проведя анализ построения по разным подходам, можно сказать, что процессный подход позволяет системе развиваться в динамике, дает возможность видеть ее в перспективе, является более конструктивным, вследствие чего наиболее востребован [10, с. 127].

Проводимые по данной теме исследования опираются на функционирование средствами проектного подхода. При этом подходе происходит создание реальных технологических заданий, выполнение которых приводит к получению промышленного продукта. Для получения перспективных, отражающих реальность решений, с точки зрения технологий, организуются производственные группы. Они обычно включают в себя обучающихся технопарка, педагога-тьютора, специалиста промышленного предприятия, руководителя обучающихся (из профессорско-преподавательского состава) [11].

Проанализированные в данной статье работы указывают на то, что для каждого учебного заведения необходимо искать свои подходы, отражающие его цели и возможности.

Результаты исследования и их обсуждение

Для достижения поставленной цели исследование было проведено в четыре этапа.

Первый этап. Проведена инвентаризация всего имеющегося оборудования тех-

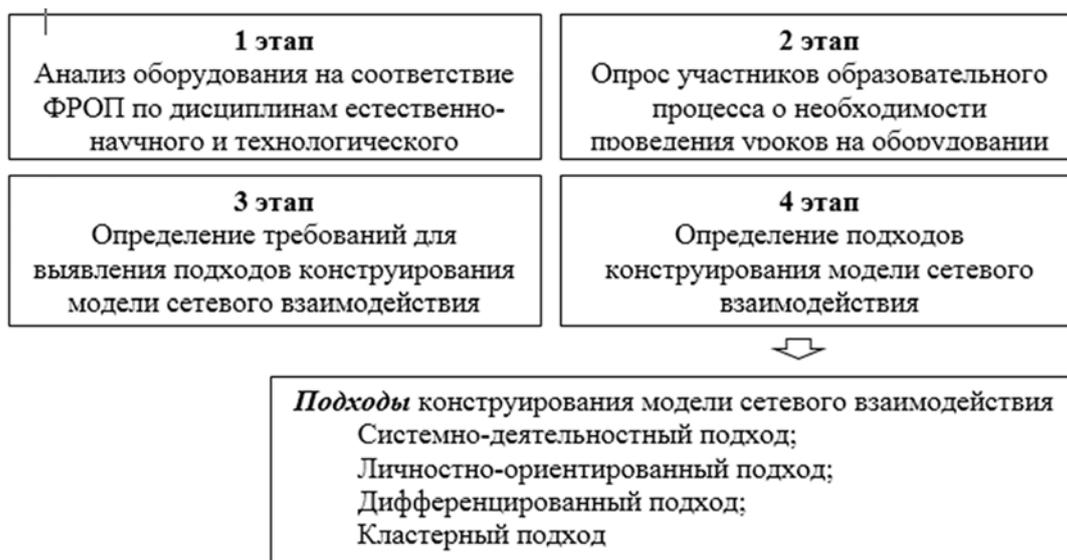
нопарка ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет», описана краткая характеристика работы с ним. После этого все оборудование было соотнесено с федеральной рабочей образовательной программой по предметам: «Информатика», «Физика», «Биология», «Химия», «Технология», а также с программами образовательных учреждений. Определен состав персонала, имеющего возможность проводить занятия с ним.

Второй этап. Для определения потребностей различных категорий участников образовательных организаций г. Шадринска был проведен опрос, включающий серию вопросов о необходимости проведения уроков на оборудовании технопарка вуза. В опросе приняли участие 8 общеобразовательных школ, 31 учреждение дошкольного и 12 учреждений дополнительного образования.

Третий этап. Для определения способов создания модели сетевой образовательной среды был проведен сопоставительный анализ результатов опроса второго этапа. После рассмотрения результатов исследований были определены требования, необходимые для того, чтобы сформулировать варианты конструирования модели сетевого взаимодействия, предусматривающие такие ключевые составляющие, как дидактическая, функциональная и техническая.

Дидактические составляющие направлены на разработку заданий разного типа и вида; возможность организовать образовательную деятельность, ориентированную на получение интересов и обучающегося; использование различных способов передачи учебного материала (таких как чаты и форумы в социальных сетях, электронная почта, онлайн-конференции для оперативной связи и консультаций). Функциональные возможности способствуют: использованию оборудования по мере изучения дисциплины; выделению удобного времени проведения занятий; возможности выполнения заданий индивидуально или в парах. Возможности технической составляющей в соответствии с возрастными категориями обучающихся направлены на обеспечение коммуникации между участниками образовательного процесса.

Четвертый этап. После изучения теоретических и эмпирических данных уже проведенных исследований были выявлены подходы, на которые целесообразно опираться при конструировании модели сетевой образовательной среды технопарка университета с образовательными организациями города Шадринска: системно-деятельностный, дифференцированный, личностно-ориентированный и кластерный.



Фрагмент модели сетевой образовательной среды технопарка вуза с образовательными организациями

Сетевое сотрудничество образовательных организаций всех ступеней образования опирается на системно-деятельностный подход, который прописан в нормативных и правовых документах, в том числе и в Федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации».

Системно-деятельностный подход предполагает, что сотрудничество должно выступать как некий инструмент для формирования всех сторон и образовательных сред в общей сложности. Личностно-ориентированный подход при организации сетевой образовательной среды декларирует приоритет индивидуальности обучающегося и предоставления в процессе познавательной деятельности возможностей ее раскрытия и реализации. Дифференцированный подход предоставляет возможность учитывать специфику учебного заведения, личности обучающегося, специальные образовательные программы.

Кластерный подход создает условия для концентрирования внимания на развитии движения вперед обучающегося и обучающего, определения новых ориентиров, стимулирования появления и внедрения нововведений в сотрудничестве с образовательными объединениями, т.е. для создания сетевой образовательной сети, способной решить многие проблемы региона (функционирования открытого образовательного пространства в пределах области), а обучающимся и выпускникам он помогает выстроить путь к совершенствованию и реализации поставленных задач.

На рисунке представлен фрагмент модели сетевой образовательной среды технопарка вуза с образовательными организациями, в которой отражены этапы исследования, направленного на поиск и анализ теоретико-методологических подходов, оказывающих влияние на структуру данной модели.

Сконструированная модель сетевой образовательной среды технопарка университета с образовательными организациями г. Шадринска должна объединять три системы управления: администрация университета, преподаватели и сотрудники, обучающиеся.

Администрация вуза контролирует исполнение законодательной базы сетевого сотрудничества, подготавливает и утверждает программы, оказывает содействие и курирует учебно-воспитательную деятельность, производимую средствами оборудования технопарка ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет».

Преподаватели разрабатывают учебно-методический материал, рабочие программы дисциплин.

Обучающиеся пользуются оборудованием технопарка для получения теоретических и практических знаний, отслеживают собственную траекторию учебных достижений.

Выделенные варианты модели позволяют охватить все этапы организации учебного процесса и эффективно координировать деятельность участников системы управления: администрации, преподавателей и обучающихся. Сконструированная модель сетевой

образовательной среды технопарка университета с образовательными организациями региона, построенная посредством интеграции системно-деятельностного, дифференцированного, личностно-ориентированного и кластерного подходов, будет создавать условия для эффективного обучения.

Выводы

1. Актуальность данной статьи подтверждается потребностями образовательных учреждений в необходимости конструирования модели сетевой образовательной среды технопарка университета с образовательными учреждениями города для организации и проведения теоретических и практических занятий.

2. Согласно анализу зарубежного и отечественного опыта, модели сетевого взаимодействия образовательных организаций строятся на разных теоретико-методологических подходах, вследствие чего нуждаются в разработке в зависимости от цели, потребностей образовательных учреждений и имеющегося оборудования технопарка.

3. Исследование показало, что в зависимости от цели, потребностей образовательных учреждений и имеющегося оборудования технопарка определяются подходы и конструируется модель сетевого взаимодействия организаций. Для определения подходов была проведена следующая работа, включающая в себя:

– выявление потребностей образовательных организаций в использовании оборудования технопарка вуза для изучения предметов;

– сопоставительный анализ имеющегося оборудования технопарка, рабочих общеобразовательных программ и потребностей образовательных учреждений;

– определение подходов к разработке модели сетевой образовательной среды технопарка вуза с учреждениями города.

Несмотря на то что в работе проведен анализ опыта взаимодействия только двух технопарков вузов, выводы исследователей относительно выделения подходов конструирования модели сетевого взаимодействия вуза с образовательными организациями будут идентичны.

Заключение

Представленное исследование дало возможность определить теоретико-методологические подходы для разработки модели сетевой образовательной среды технопарка нашего вуза с учебными учреждениями го-

рода, создающей условия для эффективного взаимодействия всех участников образовательного процесса: системно-деятельностный, дифференцированный, личностно-ориентированный и кластерный.

В ходе работы над данной проблемой были обозначены следующие актуальные направления будущих исследований: формирование модели сетевой образовательной среды технопарка университета с образовательными учреждениями города, разработка дидактических инструментов реализации разработанной модели и нормативно-правовых документов, регламентирующих деятельность нескольких организаций.

Список литературы

1. Щебельская Э.Г. Типология условий управления сетевым образовательным взаимодействием в системе образования // Вестник ТОГИРРО. 2016. № 1(33). С. 57–60.

2. Евдокимова, В.Е., Кириллова О.А. Сетевое взаимодействие как форма совместной деятельности образовательных учреждений // Вестник Шадринского государственного педагогического университета. 2021. № 4(52). С. 59–63.

3. Адамский А.И. Модель сетевого взаимодействия // Управление школой. 2002. № 4. URL: <https://upr.1sept.ru/article.php?ID=200200402> (дата обращения: 12.10.2024).

4. Мизинцева М.Ф., Зверева Т.Ю. Современные тенденции развития высшего образования: Российский и мировой опыт // Экономическая наука современной России. 2008. №4 (43). С. 141–153.

5. Сигова М.В., Банников С.А. Международные консорциумы как форма реализации сотрудничества в сфере науки и образования // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2014. № 6(90). С. 114–117.

6. Салми Д., Фрумин И.Д. Российские вузы в конкуренции университетов мирового класса // Вопросы образования. 2007. № 3. С. 5–45.

7. Евдокимова В.Е., Устинова Н.Н. Технопарк универсальных педагогических компетенций как современное профессионально ориентированное развивающее пространство // Современные проблемы науки и образования. 2022. №6 (1). URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32130> (дата обращения: 15.10.2024). DOI: 10.17513/spno.32130.

8. Евдокимова В.Е., Перфильева А.В. Применение оборудования технопарка универсальных педагогических компетенций при работе с учащимися школ в системе дополнительного образования // Научное обозрение. Педагогические науки. 2022. №5. С. 25–29. DOI: 10.17513/srps.2446.

9. Ледовская Т.В., Солынин Н.Э. Формирование универсальных педагогических компетенций средствами современных технопарков (на примере социальных УПК) // Преподаватель XXI век. 2022. № 4 (1). С. 75–87.

10. Петрищев И.О., Сибирева А.Р., Сибирев В.В. Технопарк универсальных педагогических компетенций как часть информационно-образовательного пространства педагогического вуза: процесс внедрения // Вестник ЧГПУ им. И.Я. Яковлева. 2023. №3 (120). С. 124–135.

11. Кудака М.А., Лягинова О.Ю., Смылова А.Л., Ламанова Л.А., Харзина Н.В., Барabanцева С.Л. Модель сетевого взаимодействия: университет – детский технопарк «Кванториум» – промышленное предприятие // Вестник Череповецкого государственного университета. 2018. №3 (84). С. 135–143. DOI: 10.23859/1994-0637-2018-3-84-18.

УДК 378.14.015.62
DOI 10.17513/snt.40257

СТРАТЕГИИ ПОВЫШЕНИЯ АКАДЕМИЧЕСКОЙ УСПЕШНОСТИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

**Королева Н.Г., Воздвиженская А.В., Всеволодова А.Х.,
Белка А.Ю., Мухина М.Ю.**

*ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет
имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
Санкт-Петербург, e-mail: nataliya.koroleva@szgmu.ru, anna.vozdvizhenskaya@szgmu.ru,
anna.vsevolodova@szgmu.ru, aleksandra.belka@szgmu.ru, marina.mukhina@szgmu.ru*

Целями данной работы являются исследование факторов академической успешности через призму интернационализации медицинского образования, а также разработка стратегий ее повышения в образовательной экосистеме Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова. Проведенный авторами анализ результатов языкового тестирования международного формата на определение уровня готовности к академическому общению на иностранном языке выявил, что в отсутствие унифицированных предъявляемых требований студенты демонстрируют значительную вариабельность языковой компетенции – от начального до продвинутого уровня. Авторами отмечается, что неоднородный уровень владения языком может существенно препятствовать достижению академической успешности и адаптационным процессам. В заключение для эффективной интеграции иностранных обучающихся в новую образовательную среду авторами предложен целый ряд педагогических и административных мер: в рамках педагогики представляется целесообразным внедрение языковых программ, нацеленных на повышение и выравнивание уровня языковой подготовки, а также программ менторства и наставничества; на административном уровне видится перспективным формирование унифицированных требований университетов к уровню языковой подготовки поступающих на англоязычные программы. Реализация данных шагов является ключевым фактором повышения академической успешности международных студентов.

Ключевые слова: академическая успешность, иноязычная компетенция, интернационализация медицинского образования

STRATEGIES FOR IMPROVING ACADEMIC SUCCESS OF INTERNATIONAL STUDENTS IN ECOSYSTEM OF MEDICAL UNIVERSITY

**Koroleva N.G., Vozdvizhenskaya A.V., Vsevolodova A.Kh.,
Belka A.Yu., Mukhina M.Yu.**

*North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg,
e-mail: nataliya.koroleva@szgmu.ru, anna.vozdvizhenskaya@szgmu.ru,
anna.vsevolodova@szgmu.ru, aleksandra.belka@szgmu.ru, marina.mukhina@szgmu.ru*

The aims of this work are to study the factors of academic success from the perspective of medical education internationalization, and to develop a strategy for its improvement in the educational ecosystem of the North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov. The analysis of the results of the international language testing conducted by the authors to determine the level of readiness for academic communication in a foreign language revealed that due to the absence of unified requirements, students demonstrate significant variability of language competence from the elementary to advanced level. Authors note a heterogeneous level of language proficiency can significantly hinder the achievement of academic success and adaptation processes. In conclusion, for the effective integration of foreign students into a new educational environment, the authors propose a number of pedagogical and administrative measures: in terms of pedagogy, it is appropriate to introduce language programs aimed at improving and equalization of language level, as well as mentoring programs; at the administrative level, it seems promising to form unified university requirements for the level of language training of applicants to English-language programs. Implementation of these steps is a key factor for improving academic success of international students.

Keywords: academic success, foreign language competence, internationalization of medical education

Введение

Интернационализация высшего образования – глобальный тренд, вызванный комплексом социальных, экономических и технологических факторов. В Российской Федерации в 2017 году был утвержден па-

спорт приоритетного проекта «Развитие экспортного потенциала российской системы образования», в котором был предложен ряд инициатив, нацеленных на повышение привлекательности образовательных программ для иностранных граждан в российских образовательных учреждениях, фор-

мирование комфортных условий обучения и повышение объемов экспорта российского образования [1].

Россия является привлекательным направлением для международных студентов благодаря стабильно высокому качеству получаемого образования, национальному и культурному разнообразию и ряду других факторов. В 2024 году был принят Указ «О национальных целях развития РФ на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года», согласно которому ставится цель довести количество иностранных студентов на программах высшего образования в российских университетах и научных организациях до минимум 30% от общего контингента обучающихся [2]. Для выполнения поставленных задач СЗГМУ им. И.И. Мечникова последовательно повышает привлекательность образования посредством создания адаптивной образовательной экосистемы, что привело к увеличению количества иностранных обучающихся на программе «Лечебное дело», реализуемой на английском языке в 2024-2025 учебном году: прирост иностранного контингента составил около 41% (262 человека) по сравнению с 2023-2024 учебным годом.

Следствием увеличения числа иностранных обучающихся в высшей школе является необходимость адаптации образовательных экосистем к их потребностям. Соответственно, основной задачей университетов является предоставление студентам условий для реализации своего потенциала, успешной интеграции в студенческое сообщество и повышения академической успешности, а также интеграции в культуру и социум города и страны в целом.

В отечественной психолого-педагогической науке исследованию феноменов академической успеваемости и успешности посвящено множество работ. Академическую успеваемость обучающихся определяют как «степень совпадения реальных и запланированных результатов учебной деятельности, как показатель успешности учебной деятельности, который отражает результативность обучения, познавательную активность, уровень и объем полученных знаний» [3; 4].

Исследователи справедливо обращают внимание на узость термина и его несоответствие современному пониманию гармонично развитого и самореализующегося студента. Термин «академическая успеваемость» не отражает все стороны деятельности обучающегося в высшей школе и их сущность, поскольку сводится исключительно к результатам обучения и не охватывает процессуальную сторону оценивания.

Академическая же успешность включает гораздо больше аспектов и имеет несколько граней: деятельностно-практическую, мотивационную, эмоциональную и ценностную [5; 6, с. 4].

Термин «академическая успешность» стал использоваться для заполнения понятийных лакун при характеристике современного обучающегося. Шабалина М.Р. рассматривает данное понятие как качественный параметр эффективности и результативности учебной деятельности студента, имеющих такие объективные критерии, как «академическая успеваемость, уровень развития учебной активности, самостоятельности, креативности и рефлексии» [7]. Гильманшина С.И. и Массарова Е.О. описывают академическую успешность как комплексную характеристику, которая, во-первых, отражает эффективность учебной деятельности (показатель успеваемости, учебно-познавательной активности, умений применять знания на практике, самостоятельности и креативности в решении учебных задач, рефлексии), во-вторых, удовлетворенность собственной деятельностью [8]. Аминов Н.А., Малахова В.Р. и Чернявская В.С. определяют ее же как «состояние переживания личностью своего успеха в учебной деятельности и ее результатов» [9].

Вслед за Шаповоровым А.М. под академической успешностью в данной работе понимается комплексная оценка результата и процесса учебной деятельности, коррелирующая с объективными (формализованными) показателями результатов обучения и с субъективными представлениями личности о целях, содержании и успешности этой деятельности [6, с. 4]. Данное определение представляется наиболее точно раскрывающим цели и задачи современного образовательного процесса с точки зрения обучающегося, т.к. подчеркивает его объективно-субъективную сущность, нацеленную на формирование специалиста с гармонично развитыми мягкими и твердыми навыками.

Выраженная академическая успешность обучающегося как цель образовательной экосистемы приобретает специфические черты в условиях работы с международными студентами. В реальности иностранные обучающиеся проходят через более сложные и длительные этапы адаптации: помимо приспособления к новой учебной программе и методике высшей школы, они должны освоить язык принимающей стороны, погрузиться в чуждую для себя культуру, разобраться в особенностях бюрократии, установить личностные отношения, приспособиться к климату, питанию,

ритму жизни, окружающему шуму и т.д. Все эти специфические для международных студентов черты могут существенно затруднять достижение ими академической успешности. В связи с этим **целями** данной работы являются: (1) исследование факторов академической успешности через призму интернационализации медицинского образования, а также (2) разработка стратегии ее повышения в образовательной экосистеме СЗГМУ им. И.И. Мечникова.

Будучи комплексным явлением, академическая успешность основывается на выделении внешних и внутренних факторов, которые представлены в таблице [6, с. 4; 15].

Одним из важнейших факторов для всех студентов является успешная адаптация к условиям обучения в университете. Как отмечалось выше, первокурсники сталкиваются с рядом трудностей, таких как сложности построения отношений в новом коллективе, большая нагрузка и сложности в изучении новых предметов, налаживание быта, сложность рационального использования ресурсов (неправильная организация времени). Иностранцы обучающиеся испытывают еще больше сложностей в процессе адаптации: в первую очередь, это культурные различия. Им приходится осваивать новую культуру и модели поведения, принятые в стране обучения: привычные и знакомые им образцы могут не подходить к новым реалиям. Более того, этот процесс адаптации осложняется тем, что иностранный студент, приезжая на обучение в российский университет, оказывается в многонациональном сообществе и должен адаптироваться также к культуре, манере поведения, привычкам, интересам и т.д. представителей разных государств. В частности, СЗГМУ им. И.И. Мечникова является мультимеждународ-

ным образовательным центром и объединяет граждан более 30 стран мира.

Также отметим, что трудностями в адаптации являются каждодневные условия жизни, например невозможность приготовления привычных блюд из-за отсутствия необходимых ингредиентов. Столь резкая смена рациона может не только служить причиной психологического дискомфорта, но и вызвать проблемы со здоровьем. Климат является еще одним каждодневным препятствием к успешной адаптации, поскольку множество обучающихся приезжают в Российскую Федерацию из Индии, Ирана, Египта, Нигерии, Саудовской Аравии, Палестины, Судана и других стран с гораздо более теплой погодой [10]. Еще одним важным моментом является адаптация студентов к урбанистической среде, особенно в мегаполисах, так как большинство иностранцев приезжает из небольших городов или сельской местности и резкая смена обстановки, ритм и шум большого города вызывают дополнительный дискомфорт, а зачастую и дезориентацию.

Основным же фактором, затрудняющим процесс обучения, является языковой барьер, из-за которого обучающиеся, особенно обучающиеся на английском языке и не прошедшие подготовительное отделение, испытывают разочарование, психологический дискомфорт, нежелание продолжать обучение и неуверенность в своих силах.

В силу исследовательского интереса, фокусом которого является образовательная программа для иностранных обучающихся, реализуемая на английском языке, **предметом** исследования в данной работе является один из критериев академической успешности, специфический именно для международных обучающихся – владение английским языком.

Модель академической успешности

Академическая успешность	
Внешние факторы	Внутренние факторы
Правоустанавливающие документы по образованию	Образовательные результаты, достигнутые обучающимся на предыдущей ступени обучения
Требования ФГОС ВО	Характеристики личности
Профессиональные компетенции, устанавливаемые работодателями	Особенности мотивации к обучению и получению профессии
Организационно-педагогические и педагогические условия	Развитие учебной активности, рефлексия и самостоятельность
Педагогические технологии и методы, адаптированные к специфике уровня образования, ориентированные на повышение академической успешности	Адаптированность к условиям обучения Показатели уровня интеллекта

Студенты проходят обучение на англоязычных программах специалитета Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова, где применение русского начинается только с момента прохождения практики в лечебных заведениях; бытовые и административные проблемы также разрешаются на английском языке, поскольку прибывающие в страну обучающиеся не знают русского языка. Английский язык становится единственным средством коммуникации, и уровень владения им влияет на все сферы жизни.

Материалы и методы исследования

Поскольку знание английского языка критически важно для усвоения программы обучения для иностранных студентов, большинство университетов Европы, США и Азии выдвигает требования к знанию иностранного языка на определенном уровне для зачисления в вуз. В качестве оценки уровня знаний используются международные системы оценки, например TOEFL (Test of English as a Foreign Language), IELTS (The International English Language Testing System) и ряд других. В данной статье будет рассмотрен экзамен формата IELTS, поскольку он принимается в большинстве стран. Экзамен состоит из 4 разделов: чтение – reading, аудирование – listening, письмо – writing и говорение – speaking. Разделы reading и listening нацелены на проверку восприятия и понимания устной и письменной речи, разделы writing и speaking – на способность её продуцировать. Результат IELTS состоит из оценок по каждому из четырёх разделов, общий суммарный балл, который можно набрать за экзамен – от 0 до 9.

Существуют 2 разновидности IELTS: академическая и общая, различия заключаются в аспектах «письмо» и «чтение». Поступление в университет подразумевает сдачу академического типа IELTS. Для успешного освоения программы требуется достаточно высокий уровень владения английским языком, в связи с чем вузами выдвигаются определенные требования к нему.

Авторами были проанализированы вступительные критерии для зачисления на медицинские специальности в 10 крупнейших западных университетах стран, где английский язык является основным языком обучения: Harvard Medical School, Boston University School of Medicine и др. (США и Великобритания). Анализ показал, что минимальный необходимый балл – 7 из 9, что соответствует уровню C1 или Advanced,

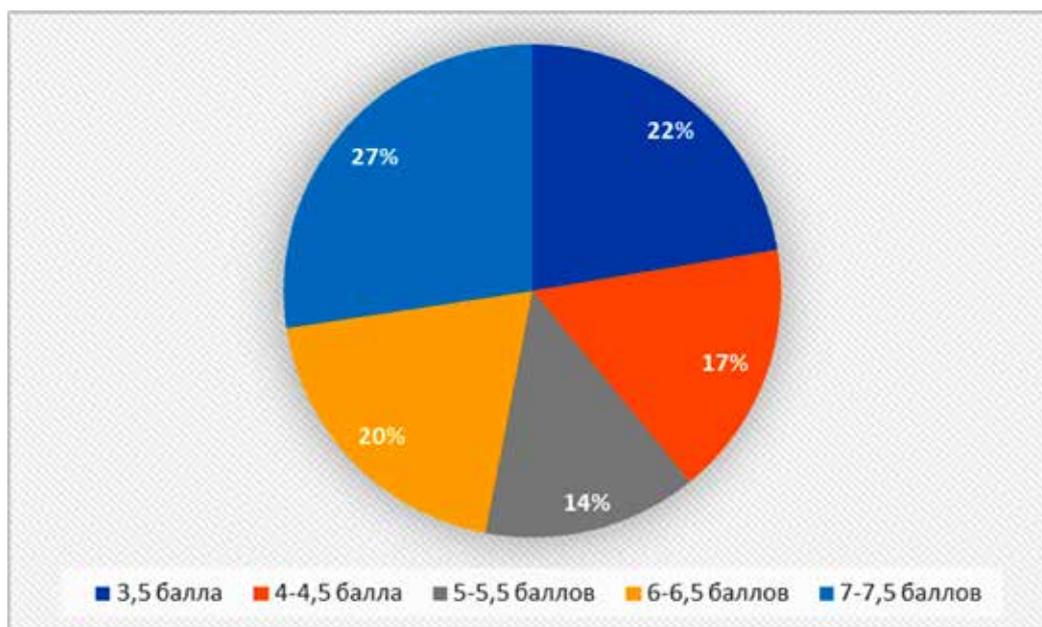
то есть студенты должны уметь детально понимать язык и использовать сложные конструкции, допуская небольшие неточности. Данный уровень владения позволяет распознавать и применять различные конструкции, что дает возможность в полной мере освоить достаточно сложную программу медицинских университетов.

Вместе с тем авторы проанализировали требования вузов в тех регионах мира, в которых английский язык не является основным языком реализации образовательных программ: в 10 крупнейших европейских (University Targu Mures, Bialystok Medical University и др.) и 10 крупнейших азиатских вузах (Duke-NUS Medical School, Tokyo Medical University и др.) достаточным признается результат в 6 баллов из 9, что соответствует уровню B2 или Upper-Intermediate. Обучающийся с таким уровнем может допускать ошибки и демонстрировать недостаточное понимание, однако в целом обладает достаточной компетенцией и способен использовать и воспринимать достаточно сложный язык, особенно в знакомых контекстах.

В большинстве медицинских университетов Российской Федерации, в том числе и СЗГМУ им. И.И. Мечникова, требования к подтверждению уровня владения английским языком на период 2024-2025 учебного года при поступлении не установлены. По мнению авторов, введение унифицированных критериев в системе интернационализации высшего образования позволило бы лучше адаптировать образовательную экосистему к потребностям обучающихся, внести необходимые изменения в учебные программы и, соответственно, положительно повлиять на академическую успешность международных студентов.

Результаты исследования и их обсуждение

С целью определения уровня владения английским языком иностранными обучающимися 1 курса было проведено тестирование международного формата IELTS Academic. В нем приняли участие 36 студентов, обучающихся на 1 курсе по специальности «Лечебное дело», реализуемой на английском языке, в СЗГМУ им. И.И. Мечникова. Для большинства участников исследования родной страной была Индия (67%), и родным языком для них являлся хинди, 33% были родом из арабских и североафриканских стран, таких как Иран, Египет и Алжир, чей родной язык был персидский, или фарси, и арабский. Результаты тестирования представлены на диаграмме (рисунки).



Результаты тестирования на уровень владения английским языком

Анализ результатов тестирования позволяет сделать выводы, изложенные ниже.

Чуть менее половины обучающихся (47%) обладают уровнем Upper-Intermediate и Advanced и соответствуют международным требованиям к обучению на английском языке. 22% первокурсников (условно низкий процент) демонстрируют низкий уровень подготовки, соответствующий уровню Elementary (под «условно низким» процентом подразумевается факт недостаточности у контингента владения английским языком в объеме, позволяющем именно обучаться на английском языке). В совокупности 31% обучающихся обладают средним уровнем (Pre-Intermediate, Intermediate), что вполне позволяет им освоить выбранную программу.

Таким образом, согласно модели академической успешности, меньше половины зачисленных на первый курс будут беспрепятственно реализовывать внутренние факторы с точки зрения языковой компетенции (табл. 1). В то же время для 53% (совокупность уровней Elementary, Pre-Intermediate, Intermediate) обучающихся языковой барьер существенно затруднит достижение академической успешности, поскольку потенциально может оказать негативное влияние на все внутренние факторы академической успешности: понизить мотивацию к обучению, препятствовать демонстрации полученных ранее знаний и умений, интенсифицировать связанные с тревожностью характеристики личности.

Второй проблемой, выявленной по результатам языкового тестирования, оказывается неоднородность языковой компетенции обучающихся, которая не учитывается при формировании групп, в результате чего усложняется педагогическая деятельность, а также формальная и неформальная коммуникация среди одногруппников и однокурсников, что отрицательно сказывается на адаптации и, как следствие, на академической успешности.

Выводы

Успешная интеграция студентов-иностранцев зависит от их уровня подготовки к обучению в новой среде и эффективности программ поддержки. Анализ уровня владения иностранным языком как внутреннего фактора модели академической успешности международных обучающихся в СЗГМУ им И.И. Мечникова поднимает вопрос о необходимости разработки комплексных мер, способствующих ее повышению. Ключевыми факторами, рассмотренными через призму интернационализации медицинского образования, как было указано выше, являются языковая подготовка, культурная адаптация, академическая и административная поддержка, социальная интеграция и инфраструктурные условия.

В качестве мер повышения академической успешности международных студентов в образовательной экосистеме СЗГМУ им. И.И. Мечникова авторы предлагают:

1. Повышение и выравнивание уровня языковой подготовки международных слушателей:

- разработка унифицированных требований для поступающих с целью приведения знаний английского языка к единому стандарту на уровне медицинских вузов Российской Федерации;

- открытие онлайн-подготовительного факультета, где будущие студенты смогут повысить уровень английского языка (разработка и внедрение интенсивных языковых курсов, ориентированных на академическую лексику и навыки, необходимые для успешного обучения и вовлечения в образовательный процесс) и заранее познакомиться с особенностями пребывания в новой стране через вебинары и онлайн-семинары;

- внедрение современных технологий в образовательный процесс: использование онлайн-платформ, интерактивных учебных материалов и виртуальных лабораторий для повышения эффективности обучения и доступности ресурсов, а также создания психологически комфортной среды для преодоления страха совершить ошибку в условиях новой культурной среды;

- повышение квалификации преподавателей: организация тренингов и семинаров по методикам преподавания иностранным студентам, включая межкультурную коммуникацию и использование интерактивных методов обучения.

2. Внедрение программ менторства и наставничества:

- создание программ, связывающих иностранных студентов с опытными наставниками из числа студентов-старшекурсников и преподавателей для облегчения адаптации, повышения их социальной активности и предоставления академической поддержки;

- развитие инфраструктуры поддержки: обеспечение комфортных условий проживания, для эффективного общения, доступ к медицинским и психологическим услугам, создание центров поддержки иностранных студентов с консультационными услугами и информационной поддержкой; в том числе совместное проживание в общежитии с русскоговорящими обучающимися;

- организация культурных мероприятий, праздников и межкультурных обменов для способствования интеграции иностранных студентов и создания благоприятной социальной среды;

- привлечение международных обучающихся к участию во внеаудиторной работе, создание условий для продолжения хобби с целью сохранения идентичности и развития мотивации достижения успеха.

Вовлеченность в коллективную работу дисциплинирует, повышает ответственность за итоговый результат, формирует реалистичную самооценку, умение управлять эмоциями и интерес к обучению, то есть развивает ключевые качества для достижения успеха в любой деятельности, включая академическую.

В качестве практических рекомендаций авторы предлагают ввести на макроуровне следующие виды деятельности:

- усиление сотрудничества между вузами и государственными органами (развитие партнерских программ и инициатив, направленных на улучшение условий обучения и поддержки иностранных студентов, в том числе разработка унифицированных требований к сдаче вступительных испытаний по английскому языку для международных студентов, обучающихся на англоязычных программах);

- мониторинг и оценка эффективности программ поддержки: регулярное проведение оценок и опросов для мониторинга успешности внедренных мер и их адаптации в соответствии с потребностями студентов.

Проведенное исследование ставило перед собой в качестве одной из целей изучить параметры академической успешности через призму интернационализации медицинского образования. В рамках данной цели был проанализирован внутренний фактор, критически важный для международных студентов: владение английским языком. Результаты проведенного исследования среди иностранных обучающихся 1 курса специальности «Лечебное дело» в СЗГМУ им. И.И. Мечникова показали неоднородный уровень языковой подготовки, вносящий дисбаланс в процесс обучения и, следовательно, в формирование академической успешности. Полученные данные свидетельствуют о необходимости разработки и внедрения требований к владению английским языком для международных абитуриентов, желающих обучаться в высшей школе в Российской Федерации. По мнению авторов, вышеуказанные параметры должны быть сформированы и приняты коллегиально представителями медицинских университетов.

В рамках второй поставленной цели были предложены стратегии повышения академической успешности международных студентов в образовательной экосистеме СЗГМУ им. И.И. Мечникова. Одним из самых перспективных предложений, по мнению авторов, является организация онлайн-подготовительного факультета для иностранных абитуриентов с целью выравнивания языковой подготовки будущих

обучающихся университета и знакомства с культурой, особенностями принимающей стороны.

В условиях растущей конкуренции на международном образовательном рынке Россия имеет потенциал для привлечения и успешной интеграции иностранных студентов. Реализация комплексных мер по введению требований к уровню владения английским языком при поступлении, улучшению языковой подготовки, культурной адаптации, по академической и инфраструктурной поддержке является ключевым фактором повышения академической успешности международных студентов. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оценку долгосрочного влияния предлагаемых мер и их адаптацию к меняющимся условиям глобального образования.

Список литературы

1. Паспорт приоритетного проекта «Развитие экспортного потенциала российской системы образования» (утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам, протокол от 30.05.2017 № 6) [Электронный ресурс]. URL: <https://legalacts.ru/doc/pasport-prioritetnogo-proekta-razvitiieksportnogo-potentsiala-rossiiskoi-sistemy-obrazovaniija/> (дата обращения: 20.09.2024).
2. Указ президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития РФ на период до 2030 года и на перспективу 2036 года» [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202405070015> (дата обращения: 21.09.2024).
3. Литвинова А.В. Целеполагание студентов с разным уровнем академической успеваемости // Интеграция образования. 2022. №26(4). С. 708-721. DOI: 10.15507/1991-9468.109.026.202204.708-721.
4. Залесова Н.В. К вопросу о формировании академической успешности студентов // Вестник Шадринского государственного педагогического института. 2014. № 2(22). С. 34-39.
5. Шапоров А.М. Факторы устойчивости академической успешности обучающихся // Ярославский педагогический вестник. 2020. №4(115). С. 25-32. DOI: 10.20323/1813-145X-2020-4-115-25-32.
6. Шапоров А.М. Педагогические условия академической успешности обучающихся: дис. ... канд. пед. наук. Ярославль, 2022. 381 с.
7. Шабалина М.Р. Педагогические условия повышения академической успешности студентов // Вестник ВятГУ. 2009. № 2. С. 59-63.
8. Гильманшина С.И., Массарова Е.О. Педагогические условия формирования академической успешности обучающихся средствами цифровых образовательных платформ // Казанский педагогический журнал. 2022. №2(151). С. 155-162. DOI: 10.51379/KPJ.2022.152.2.022.
9. Аминов Н.А., Малахова В.Р., Чернявская В.С. Механизм самораскрытия способностей у подростков как фактор академической успешности // Сибирский психологический журнал. 2021. № 82. С. 96-119. DOI: 10.17223/17267080/82/6.
10. Ханафеева А.М. Особенности социокультурной адаптации иностранных студентов к образовательному пространству регионального вуза // Современные проблемы науки и образования. 2023. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32774> (дата обращения: 24.09.2024). DOI: 10.17513/spno.32774.

УДК 378:[372.881.1+004.8]
DOI 10.17513/snt.40258

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ТРАНСЛЯЦИИ ЗНАНИЙ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

Кузнецова Н.В.

*Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Пятигорск,
e-mail: sorokina_nataly@mail.ru*

В статье проанализирован функциональный потенциал новейших технологий, созданных на базе искусственного интеллекта, с точки зрения их перспективности в процессе трансляции знаний в высшем учебном заведении. Автор рассмотрел возможности применения некоторых компьютерных сервисов в процессе обучения иностранному языку студентов высшего учебного заведения. Подробно описаны результаты личного использования таких нейросистем, как: Perplexity, Cleverbot, Mondly, Kandinsky, Twee, в процессе преподавания дисциплины «Иностранный язык». Рассмотрены достоинства и недостатки каждой из вышеперечисленных технологий путем их интегрирования в образовательный процесс, а также приведены авторские иллюстрации, наглядно показывающие их применение. Использование новых цифровых технологий с применением искусственного интеллекта трансформирует устоявшуюся модель образования, делая ее более интересной и продуктивной. За считанные секунды искусственный интеллект способен создать разнообразные материалы по запросу пользователя: план занятия, презентацию, текст, изображение, ментальную карту и многое другое. Возможности чат-ботов также многообразны: они могут поддержать беседу, ответить на вопрос, дать комментарий относительно выполненной работы (например, перевода или эссе) и даже посоветовать, как можно ее улучшить. Однако выявленные автором недостатки позволяют утверждать, что эти сервисы не могут полностью заменить преподавателя вуза.

Ключевые слова: искусственный интеллект, вуз, преподавание, иностранные языки, трансляция знаний, достоинства, недостатки

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A PROMISING WAY OF TRANSLATING KNOWLEDGE IN HIGHER EDUCATION: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

Kuznetsova N.V.

*Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – branch of the Volgograd State
Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation,
Pyatigorsk, e-mail: sorokina_nataly@mail.ru*

The article analyzes the functional potential of the latest technologies created on the basis of artificial intelligence, from the point of view of their prospects in the process of knowledge transfer in higher education institutions. The author considered the possibilities of using some computer services in the process of teaching a foreign language to students of a higher educational institution. The results of personal use of such neurosystems as: Perplexity, Cleverbot, Mondly, Kandinsky, Twee in the process of teaching the discipline «Foreign language» are described in detail. The advantages and disadvantages of each of the above technologies are considered by integrating them into the educational process, as well as author's illustrations that clearly show their application. The use of new digital technologies using artificial intelligence is transforming the established model of education, making it more interesting and productive. In a matter of seconds, artificial intelligence is able to create a variety of materials at the user's request: lesson plan, presentation, text, image, mental map and much more. The possibilities of chatbots are also diverse: they can support a conversation, answer a question, comment on the work they have done (for example, a translation or an essay), and even advise on how to improve it. However, the shortcomings identified by the author suggest that these services cannot completely replace a university teacher.

Keywords: artificial intelligence, university, teaching, foreign languages, knowledge translation, advantages, disadvantages

Введение

Вопросам применения инструментов и сервисов искусственного интеллекта (ИИ) в рамках образовательного процесса уделяется все большее внимание во всем мире. Этому феномену в общем, а также отдельным вопросам цифровой трансформации образования и проблемам, возникающим в процессе применения новых

компьютерных технологий, посвящены многочисленные исследования не только отечественных, но и зарубежных ученых. Однако согласимся с мнением А.А. Рольгайзера о том, что в настоящий момент до сих пор отсутствует единый системный подход к изучению возможностей применения инструментов ИИ в методике преподавания иностранных языков (в том числе

в неязыковом вузе) для транслирования знаний в высшей школе [1].

В настоящий момент вопрос внедрения и использования цифровых технологий в процесс образования все еще остается актуальным и продолжает оставаться целью исследований с точки зрения применения различных подходов. Следствием этого является огромный объем информации, с которой ежедневно сталкиваются педагогические работники. Помощником в данной ситуации выступают создаваемые на базе нейросетей системы ИИ, способные анализировать большой объем данных, автоматизировать некоторые процессы и решать задачи, требующие сложных вычислений. Однако, как отмечает в своем исследовании С.В. Ковальчук, здесь очень важно понимать, что ИИ не представляет угрозы для педагогов и не призван полностью заменить их в образовательном процессе [2]. Внедряемые в образовательную среду цифровые технологии полностью меняют сложившуюся модель традиционного образования, при этом улучшая ее, делая более интерактивной, интересной, персонализированной и продуктивной. ИИ в этом вопросе, безусловно, обладает большим потенциалом, так как открывает новые возможности для педагогов в процессе транслирования знаний. Но только тесное взаимодействие человека с этими сервисами и сетями позволит обеспечить пролонгированный эффект этого изменения.

Что же такое искусственный интеллект? Сам термин «искусственный интеллект» (англ. Artificial Intelligence) был введен в широкое обращение в 1956 году Джоном Маккарти на первой научной конференции, посвященной этой теме [3]. Однако до сих пор не существует какого-либо согласованного универсального определения, которое признавалось бы всеми специалистами. Более того, этот вопрос является предметом для горячих дискуссий. При этом нельзя сказать, что существующие определения этого понятия разнятся кардинальным образом. Рассмотрим некоторые из определений.

Э.М. Пройдаков понимает под ИИ науку и технологию, включающую набор средств, при помощи которых компьютер может выдавать знания, которые в него не закладывались разработчиками [4].

П.М. Морхат предложил следующую дефиницию понятия: «ИИ – это полностью или частично автономная самоорганизующаяся (и самоорганизующаяся) компьютерно-аппаратнопрограммная виртуальная (virtual) или киберфизическая (cyberphysical), в том числе био-кибернетическая (bio-cybernetic), система (юнит), не живая в био-

логическом смысле этого понятия, с соответствующим математическим обеспечением, наделенная/обладающая программно-синтезированными (эмулированными) способностями и возможностями» и т.д.» [5, с. 20–21].

В Англо-английском словаре Merriam-Webster Dictionary [6] приводится следующее значение понятия ИИ:

Artificial Intelligence (n) – 1) the capability of computer systems or algorithms to imitate intelligent human behavior; 2) a branch of computer science dealing with the simulation of intelligent behavior in computers; 3) *also*, plural artificial intelligences: a computer, computer system, or set of algorithms having this capability.

Противоположную точку зрения имеет Н. Бостром. Он выдвигает мнение о том, что ИИ и человеческий разум не представляют собой подобные понятия, поскольку «когнитивная структура искусственного интеллекта кардинально отличается от когнитивной структуры человеческого» [7, с. 61].

Автор данной научной статьи придерживается точки зрения, что ИИ представляет собой программные средства, осуществляющие интеллектуальную деятельность, близкую к человеческой. В статье сервисы на основе ИИ рассматриваются с позиции их функционального применения в образовательном процессе.

Цели исследования – проанализировать функциональный потенциал ИИ в процессе обучения студентов неязыковых специальностей дисциплине «Иностранный язык», а также выявить достоинства и недостатки этого способа трансляции языковых знаний.

Материалы и методы исследования

Теоретическим материалом для проведения исследования стали библиографические источники учебного и учебно-методического характера. Методы, используемые при написании данной работы: эмпирический (практическая работа с применением сервисов ИИ в образовательном процессе неязыкового вуза – Пятигорского медико-фармацевтического института, далее – ПМФИ), теоретические (критический анализ указанной в библиографическом списке литературы, абстрагирование, классификация).

Результаты исследования и их обсуждение

На основании данных, полученных в ходе анализа научного и учебно-методического материала, указанного в библиографическом списке, а также собственного

языкового опыта автор выделил несколько форм ИИ, наиболее часто используемых в процессе обучения иностранному языку в высшей школе.

В стремительно развивающемся мире технологий особой популярностью у преподавателей кафедры иностранных языков ПМФИ пользуются компьютерные программы, применяющие ИИ для понимания вопросов и генерирования ответов на них. Одной из них является интеллектуальная поисковая система на базе ИИ Perplexity. Миссия этой системы отражена в названии (с английского название переводится как «недоумение») – «мгновенный доступ ко всем знаниям мира», упрощение обучения и помощь в поиске ответов даже на самые сложные вопросы. Функциональные способности системы довольно широки и разнообразны: обобщение статей, создание учебного плана, подготовка электронных писем, написание ситуационных диалогов и сцен, составление предложений по грамматике, различных тестов, просмотр и анализ видео, персонализированные от-

веты на основе информации о пользователе и многое другое. Рассмотрим некоторые результаты применения системы Perplexity в процессе трансляции языковых знаний в неязыковом вузе.

Как отмечалось ранее, эту передовую технологию можно использовать для различных целей, в том числе и для создания учебных материалов, а также планов практических занятий. И если ранее преподавателям требовалось достаточно большое количество времени и ресурсов для того, чтобы создать учебные материалы, то с использованием интеллектуальной системы Perplexity этот процесс стал гораздо проще и быстрее.

На рисунке 1 представлен фрагмент плана практического занятия по иностранному языку (английскому) для студентов по теме «Medicinal plants». Можно увидеть, что запрос в данном случае был выполнен на русском языке с уточнением, для кого необходимо разработать план, какой языковой уровень у обучаемых, какова тема занятия. Однако сделать это можно и на английском языке.

составь план урока по английскому по теме "Лекарственные растения" для подростка уровня intermediate

Answer

Вот примерный план урока по теме "Лекарственные растения" для подростков уровня intermediate:

Вводная часть (5-7 минут)

- Приветствие, проверка готовности учеников к уроку
- Введение в тему урока, объяснение его целей и задач

Активизация фоновых знаний (10-15 минут)

- Беседа о лекарственных растениях, которые ученики знают
- Обсуждение их свойств и применения в медицине
- Введение новой лексики по теме (названия растений, их части, свойства)

Упражнение на закрепление лексики

- Ученики составляют предложения с новыми словами
- Игра "Найди пару" (соотнести растение и его свойства)

Основная часть (20-25 минут)

- Чтение текста о лекарственных растениях с заданиями на понимание
- Обсуждение прочитанного, ответы на вопросы

Ask follow-up Pro

Рис. 1. Фрагмент сгенерированного системой Perplexity плана практического занятия

Разработанный системой план занятия включает в себя все этапы (от вводной части до заключительной), а также примерное количество времени, которое потребуется педагогу на выполнение того или иного действия. Кроме того, в конце выполненного запроса система приводит ссылки на дополнительный материал, который может пригодиться преподавателю и способствовать усовершенствованию плана занятия.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что рассматриваемая автором система способна создавать контент по конкретной задаваемой теме, языковому уровню и предназначенный для определенной аудитории, а также предоставляет ссылки на дополнительные информационные источники, что, в свою очередь, способствует повышению эффективности процесса трансляции знаний и улучшению уровня образования в целом.

create 10 sentences in Passive Voice for an intermediate student topic "Medicinal plants"

Answer

Here are 10 sentences in the passive voice related to the topic of medicinal plants for an intermediate student:

1. Aloe vera is used to treat burns and skin irritations.
2. Chamomile tea is believed to have calming effects.
3. Ginger is known to help with nausea and digestive issues.
4. Echinacea is taken to boost the immune system.
5. Lavender oil is applied topically to promote relaxation.
6. Valerian root is consumed as a natural sleep aid.
7. Peppermint leaves are brewed into a tea to soothe an upset stomach.
8. St. John's Wort is used to treat mild to moderate depression.
9. Turmeric is studied for its anti-inflammatory properties.
10. Elderberry syrup is given to reduce cold and flu symptoms.

These sentences cover a range of medicinal plants and their uses, while also providing practice with the passive voice in various tenses.

Share Rewrite

create some more exercises with these sentences

Answer

Here are additional exercises using the sentences in passive voice related to medicinal plants. These exercises focus on different skills, including fill-in-the-blank, sentence transformation, and matching.

Exercise 1: Fill in the Blanks

Complete the sentences using the correct form of the verb in passive voice.

1. Aloe vera _____ (use) to treat burns and skin irritations.
2. Chamomile tea _____ (believe) to have calming effects.
3. Ginger _____ (know) to help with nausea and digestive issues.
4. Echinacea _____ (take) to boost the immune system.
5. Lavender oil _____ (apply) topically to promote relaxation.

Exercise 2: Sentence Transformation

Transform the following active voice sentences into passive voice.

1. People use aloe vera to treat burns and skin irritations.
 - Aloe vera _____ to treat burns and skin irritations.
2. Doctors believe chamomile tea has calming effects.
 - Chamomile tea _____ to have calming effects.
3. People know ginger helps with nausea and digestive issues.
 - Ginger _____ to help with nausea and digestive issues.
4. People take echinacea to boost the immune system.
 - Echinacea _____ to boost the immune system.
5. Users apply lavender oil topically to promote relaxation.

Рис. 2. Фрагменты заданий и упражнений для отработки грамматических конструкций

create a test for an intermediate student topic "Medicinal Plants"

Answer

Here is a test designed for intermediate students on the topic of "Medicinal Plants." The test includes a variety of question types to assess different skills, including reading comprehension, vocabulary, grammar, and writing.

Test: Medicinal Plants

Part 1: Vocabulary (10 points)

Match the words with their definitions.

- Herb
- Infusion
- Extract
- Dosage
- Pharmacology

Definitions:

- A concentrated form of a substance obtained by soaking it in a solvent.
- The study of drugs and their effects on the body.
- A plant used for medicinal purposes.
- The amount of a medication to be taken at one time.
- A method of preparing a drink by steeping herbs in hot water.

Part 2: Reading Comprehension (15 points)

Read the following passage and answer the questions.

Passage:

Medicinal plants have been used for centuries to treat various ailments. For example, chamomile is known for its calming effects and is often used as a tea to help with sleep. Ginger is widely recognized for its ability to alleviate nausea and digestive discomfort. Echinacea is commonly taken to boost the immune system, especially during cold and flu season. Researchers continue to study these plants to understand their benefits and potential side effects.

Questions:

- What is chamomile commonly used for? (2 points)
- What effect does ginger have on the body? (2 points)
- Why do people take echinacea? (2 points)

Pro

Part 3: Grammar (10 points)

Рис. 3. Фрагмент созданного системой теста

Работа с грамматикой – еще одна функциональная возможность нейросети Replexity. С ее помощью можно создавать задания для отработки грамматических конструкций, серии упражнений (рис. 2), а также разнообразные по типу тесты (включая тесты с выбором ответов, True / False тесты и т.д.), адаптированные под определенную аудиторию и сферу знаний (рис. 3).

Следует отметить, что при использовании данного интеллектуального сервиса может возникнуть ряд проблем и рисков. В частности, автор попросил нейронную сеть создать 10 предложений для студентов, обучающихся по специальности «Фармация», с использованием глаголов во времени Present Perfect, а затем трансформиро-

вать эти предложения в Past Simple. Здесь он столкнулся с грамматическими ошибками в трансформационных упражнениях, созданных системой (рис. 4). Таким образом, можно прийти к выводу о том, что применение систем и сервисов ИИ ни в коем случае не элиминирует роль педагога в образовательной системе, а лишь подчеркивает его роль в процессе трансляции знаний и создании необходимых условий для ее эффективного осуществления.

В практике преподавания иностранных языков в ПМФИ используются и так называемые смарт-боты, или чат-боты (Cleverbot, Mondly, AndyRobot) – компьютерные программы с применением ИИ, имитирующие человеческую коммуникацию в пись-

менной или устной форме и ориентированные на развитие навыков коммуникации, аудирования, чтения. Ценность этих сервисов заключается в повышении интереса к изучению иностранных языков, однако преподавателями кафедры иностранных языков они в основном используются в рамках самостоятельной аудиторной или внеаудиторной работы с целью прокачки словарного запаса или проработки грамматических структур. Но в процессе общения автор опять столкнулся с ошибкой, допущенной этой программой, а также с некоторым недопониманием со стороны чат-бота, что отражено на рисунке 5.

Само собой разумеется, что в своей работе преподаватель иностранных языков не может обойтись без визуальных изо-

бражений. Здесь помощниками могут послужить нейросети Kandinsky или Tweek, при помощи которых можно сгенерировать изображение или видео по описанию, смешать изображения, а также создать изображения в определенном стиле, при этом не нарушая чьих-либо авторских прав. На рисунке 6 представлены изображения, сгенерированные нейросетью Kandinsky по запросу: две девушки, обе фармацевты, находящиеся на своем рабочем месте (в химической лаборатории). Однако, приглядевшись, на картинках можно увидеть некоторые недостатки, а именно: очки у девушки на картинке А сгенерированы из локонов волос; на картинке Б очевидно несоблюдение размеров на заднем плане.

write 10 sentences in Present Perfect for an intermediate pharmacy student

Answer

Here are 10 sentences in the Present Perfect tense suitable for an intermediate pharmacy student:

1. The researchers **have discovered** a new compound that may treat cancer.
2. Many patients **have reported** improvements after using herbal remedies.
3. Pharmacists **have completed** their training in medication management.
4. The clinical trials **have shown** promising results for the new drug.
5. Scientists **have studied** the effects of various medicinal plants on health.
6. The pharmacy **has received** a shipment of new vaccines this week.
7. Patients **have expressed** concerns about the side effects of their medications.
8. The team **has developed** a new formulation for the pain relief medication.
9. Many pharmacists **have participated** in continuing education courses this year.
10. The guidelines for prescribing antibiotics **have changed** in recent years.

These sentences highlight relevant topics in pharmacy while practicing the Present Perfect tense.

Share Rewrite

transform these sentences in Past Simple

Answer

Here are the 10 sentences transformed from Present Perfect to Past Simple:

1. The researchers **discovered** a new compound that may treat cancer.
2. Many patients **reported** improvements after using herbal remedies.
3. Pharmacists **completed** their training in medication management.
4. The clinical trials **showed** promising results for the new drug.
5. Scientists **studied** the effects of various medicinal plants on health.
6. The pharmacy **received** a shipment of new vaccines last week.
7. Patients **expressed** concerns about the side effects of their medications.
8. The team **developed** a new formulation for the pain relief medication.
9. Many pharmacists **participated** in continuing education courses last year.
10. The guidelines for prescribing antibiotics **changed** in recent years.

These transformations maintain the original meaning while changing the tense to Past Simple.

Share Rewrite

Рис. 4. Ошибки, допущенные системой Perplexity



Рис. 5. Фрагмент письменной коммуникации с Cleverbot



Запрос: pharmacist, female, performing her job, wavy hair, with goggles

Режим: Генерация по тексту
 Стилль: Цифровая живопись
 Соотношение сторон: 1:1
 Модель: Kandinsky 3.0
 Негативный промпт: Нет

14.48

А.



Запрос: pharmacist, female, wavy hair, in the chemical laboratory

Режим: Генерация по тексту
 Стилль: Детальное фото
 Соотношение сторон: 1:1
 Модель: Kandinsky 3.1
 Негативный промпт: Нет

14.53

Б.

Рис. 6. Изображения, сгенерированные нейросетью Kandinsky

Необходимо отметить, что при генерировании иллюстраций по английским идиомам и фразеологизмам нейросеть не совсем справляется с данным заданием. Так, по запросу сгенерировать изображение идиомы *once in a blue moon* (= очень ред-

ко) и фразеологизма *to be the black sheep* (= быть белой вороной) автор получил картинки (рис. 7), доказывающие, что эти языковые речевые обороты нейросеть воспринимает буквально, не отражая их истинного значения.

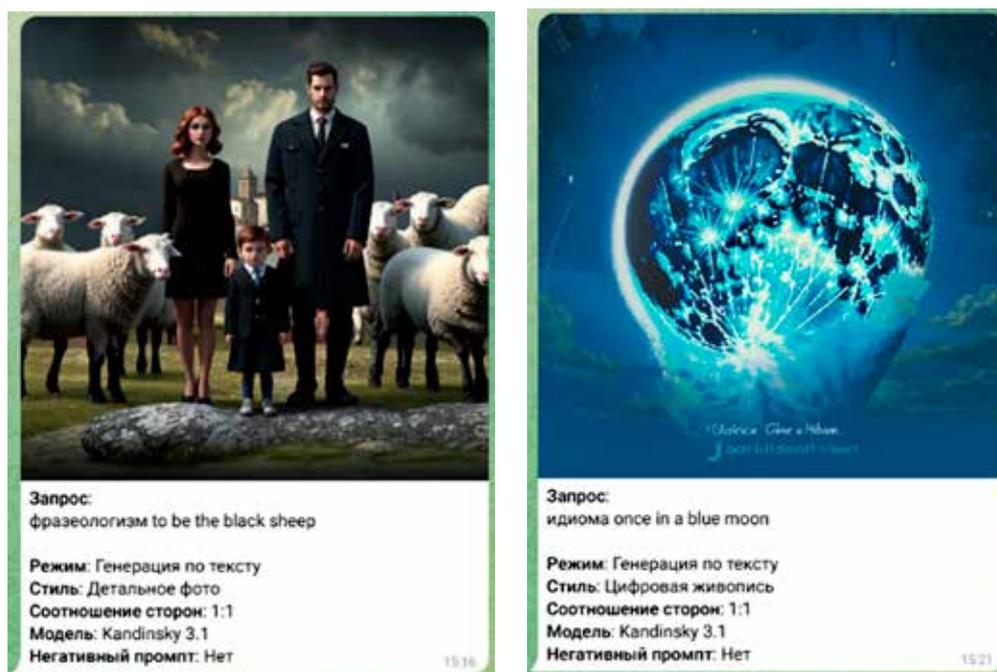


Рис. 7. Картинки по английским идиомам и фразеологизмам

Заключение

Подводя итог всему вышесказанному, прежде всего следует упомянуть о практической ценности компьютерных программ на основе ИИ в процессе обучения студентов высших учебных заведений неязыкового профиля дисциплине «Иностранный язык». Она, прежде всего, проявляется в снижении энерго- и ресурсозатрат: быстрый поиск педагогом необходимой информации по базам цифровых библиотек, онлайн-платформ и виртуальных лабораторий, уменьшение расходов на печатные материалы и т.д. Изменения затрагивают не только организацию образовательного процесса, но и непосредственную роль и функции преподавателя. Педагог больше не является просто транслятором информации, а становится своего рода куратором и дизайнером образовательного процесса, тщательно подбирая инструментарий для решения поставленных учебных задач и воплощая свои идеи в онлайн-пространстве. Именно педагог планирует занятия с учетом персонализированных особенностей обучающихся, выбирая необходимый качественный материал для эффективного транслирования знаний, полноценно взаимодействуя с обучающи-

мися и, при необходимости, осуществляя с ними обратную связь.

Список литературы

1. Рольгайзер А.А. Перспективы использования искусственного интеллекта в практике преподавания иностранного языка // Актуальные вопросы лингводидактики и методики преподавания иностранных языков: сб. науч. ст. Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т, 2022. С. 243-248.
2. Ковальчук С.В., Тараненко И.А., Устинова М.Б. Применение искусственного интеллекта для обучения иностранному языку в вузе // Современные проблемы науки и образования. 2023. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=33000> (дата обращения: 07.10.2024). DOI: 10.17513/spno.33000.
3. Каркимбаева Ж.С. Возможности использования технологий искусственного интеллекта для обучения иностранным языкам в вузе // Endless Light in Science. 2024. № 5. С. 64-71.
4. Пройдаков Э.М. Современное состояние искусственного интеллекта // Наукоевческие исследования. 2018. № 2018. С. 129-153.
5. Морхат П.М. Правосубъектность искусственного интеллекта в сфере права интеллектуальной собственности: гражданско-правовые проблемы: автореф. дис. ... докт. юр. наук. Москва, 2018. 45 с.
6. Merriam-Webster Dictionary. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/artificial%20intelligence> (дата обращения 20.10.2024).
7. Бостром Н. Искусственный интеллект: Этапы. Угрозы. Стратегии / пер. с англ. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016. 490 с.

УДК 372.851
DOI 10.17513/snt.40259

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ КАК СРЕДСТВО ИНТЕНСИФИКАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ

Купряшина Л.А., Бельдягина Е.Ю., Зверовщикова Н.В.

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

Основными целями исследования являлись теоретическое обоснование, практическое определение и разработка структуры рабочей тетради студента по высшей математике как средства интенсификации и внедрение ее в учебный процесс. В статье рассматриваются особенности математической подготовки студентов специальности «Медицинская кибернетика» в высших учебных заведениях. Обозначены трудности, возникающие у студентов в процессе изучения математики в связи с абстрактностью понятийного аппарата, специфическими методами решения задач, недостаточной школьной подготовкой первокурсников, большим объемом информации и ограниченностью выделенного учебного времени, отсутствием навыков самостоятельной работы студентов. Эти проблемы связаны с необходимостью совершенствования традиционных средств и методов обучения математике. Решением указанных проблем может стать внедрение рабочих тетрадей по высшей математике в учебный процесс. В исследовании выявлены особенности разработки рабочей тетради по математике, ее структуры, специфика использования на различных этапах обучения. Отдельно выделен вопрос организации самостоятельной работы студентов с использованием рабочих тетрадей по высшей математике, приведены примеры заданий для разных уровней самостоятельной работы. Подробно рассмотрены задания различных видов в соответствии с поставленными учебно-методическими целями и задачами, реализуемыми на конкретном этапе учебного процесса. Описываются особенности внедрения рабочих тетрадей в классическую модель преподавания математики в вузе как средства интенсификации математической подготовки. Определены методические рекомендации по разработке рабочей тетради по математике. Экспериментальное исследование проведено в рамках курса «Высшая математика» для студентов специальности «Медицинская кибернетика» Медицинского института Пензенского государственного университета в количестве 32 человека. В ходе эксперимента выделены педагогические условия эффективного использования рабочих тетрадей по математике при обучении студентов медицинских направлений.

Ключевые слова: рабочая тетрадь, обучение математике, интенсификация, самоконтроль, задачи

WORKBOOK ON HIGHER MATHEMATICS AS A MEANS OF INTENSIFYING STUDENTS' MATHEMATICAL TRAINING

Kupryashina L.A., Beldyagina E.Yu., Zverovshchikova N.V.

Penza State University, Penza, e-mail: liliya_sl@mail.ru

The main objective of the study was the theoretical substantiation, practical definition and development of the structure of a student's workbook on higher mathematics as a means of intensification and its implementation in the educational process. The article considers the features of mathematical training of students majoring in Medical Cybernetics in higher educational institutions. The difficulties that students encounter in the process of studying mathematics are identified due to the abstractness of the conceptual apparatus, specific methods of solving problems, insufficient school preparation of first-year students, a large amount of information and limited allocated study time, and the lack of independent work skills of students. These problems are associated with the need to improve traditional means and methods of teaching mathematics. The solution to these problems can be the implementation of workbooks on higher mathematics in the educational process. The study revealed the features of the development of a workbook on mathematics, its structure, and the specifics of use at various stages of training. The issue of organizing independent work of students using workbooks on higher mathematics is separately highlighted, and examples of tasks for different levels of independent work are given. The tasks of various types are considered in detail, in accordance with the set educational and methodological goals and objectives, implemented at a specific stage of the educational process. The features of the introduction of workbooks into the classical model of teaching mathematics at a university, as a means of intensifying mathematical training, are described. The experimental study was conducted within the framework of the course «Higher Mathematics» for students majoring in «Medical Cybernetics» of the Medical Institute of Penza State University in the amount of 20 people. During the experiment, pedagogical conditions for the effective use of workbooks in mathematics in teaching students of medical fields were identified.

Keywords: workbook, teaching mathematics, intensification, self-control, tasks

Введение

В работе рассмотрены особенности математической подготовки студентов специальности «Медицинская кибернетика». Дисциплина «Высшая математика» относится к обязательной части блока С1 учебного

плана и направлена на формирование универсальных и общепрофессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО. Изучение высшей математики длится в течение 1–2-го семестров и включает в себя освоение следующих разделов: линейная алгебра,

дифференциальное исчисление, интегральное исчисление функции многих переменных, дифференциальные уравнения, ряды.

Необходимо отметить важность рассматриваемой дисциплины для дальнейшей профессиональной подготовки студентов по специальности «Медицинская кибернетика». Так, знания, полученные в результате освоения курса высшей математики, используются в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: «Современные информационные технологии», «Информатика», «Медицинская информатика», «Общая физика», «Квантовая физика», «Физические основы медицинских измерений», «Математическая статистика», «Вероятностные методы анализа и планирования медицинского эксперимента» и др.

Кроме того, изучение высшей математики предполагает не только освоение теоретических основ и алгоритмов решений типовых задач, но и умение применять полученные знания при решении конкретных практических задач в профессиональной деятельности, овладение навыками самостоятельного поиска методов решения той или иной задачи, умение работать со специальной математической литературой.

В реальности, как показывает многолетний опыт преподавания авторов, освоение дисциплины «Высшая математика» вызывает трудности у большинства студентов. Это можно объяснить и большим объемом изучаемого материала при малом количестве отведенных учебных часов, и сложностью самой математики, ее формализованным языком, абстрактностью понятийного аппарата, и особыми методами исследования. Но особо нужно отметить трудности, связанные с организацией интенсивной самостоятельной работы студентов, возникающие при переходе от школы к вузу [1].

Таким образом, повышение эффективности математической подготовки требует использования методов и средств интенсификации учебного процесса, например жесткого отбора теоретической информации и подбора практических задач, соответствующих большому объему изучаемой дисциплины с малым количеством отведенных аудиторных часов; продуктивной организации самостоятельной работы учащихся с возможностью самопроверки и самокоррекции уровня освоения дисциплины.

Одним из решений обозначенных проблем являются разработка и внедрение в учебный процесс рабочих тетрадей по высшей математике. Преимущества использования рабочих тетрадей в процессе обучения математике очевидны: экономия учебного времени, эффективная организация

самостоятельной работы студентов с возможностью самоконтроля, возможность организации дифференцированного обучения, структурированная подача информации и др. [2]. Наиболее высокая эффективность применения рабочих тетрадей в математической подготовке достигается при выполнении определенных условий при их разработке и внедрении в учебный процесс.

Цель исследования состоит в теоретическом обосновании и разработке структуры рабочей тетради студента по высшей математике как средства интенсификации и определения педагогических условий ее эффективного внедрения в учебный процесс.

Материал и методы исследования

С целью оценки эффективности внедрения рабочих тетрадей в процесс обучения математике авторы статьи провели закрытое исследование в течение двух учебных лет, в исследование входила исследовательская группа из 32 студентов специальности «Медицинская кибернетика» Медицинского института Пензенского государственного университета (ПГУ).

В процессе исследования применялись различные методы: анализ психолого-педагогической и математической литературы; наблюдение и обобщение опыта преподавания [3].

С целью конкретизации предлагается подробно рассмотреть особенности разработки и использования рабочей тетради «Интегральное исчисление» в процессе изучения дисциплины «Высшая математика» студентами специальности «Медицинская кибернетика».

Понятие интеграла вводится еще в школе, но, как правило, рассматриваются лишь простейшие табличные интегралы, формула Ньютона–Лейбница и задачи на нахождение площади криволинейной трапеции в рамках ЕГЭ. Таким образом, у большинства студентов 1-го курса наблюдается довольно поверхностный уровень сформированных в школе знаний по данному разделу.

Раздел «Интегральное исчисление», изучаемый в вузе, достаточно объемный по содержанию и включает в себя понятие первообразной и неопределенного интеграла, основные методы интегрирования различных функций, понятие определенного интеграла и его приложения к решению практических задач, понятия несобственных интегралов. Кроме того, рассматриваемый раздел считается одним из самых сложных разделов математического анализа не только из-за сложности понятийного аппарата, но и из-за тесной связи с ранее

изученным материалом школьной алгебры и геометрии и вузовской дисциплины «Высшая математика». При таких особенностях обучения сокращение аудиторных часов лишь осложняет усвоение рассматриваемого раздела.

Например, в разделе «Интегральное исчисление» вводятся в рассмотрение табличные интегралы, но на практических занятиях много времени им уже не уделяется, при этом подразумевается, что студентам известен этот материал из школы, с целью рассмотрения более сложных случаев. Но в реальности многим студентам не хватает отработки именно простых интегралов вида

$$\int (ax + b)^m dx; \int \sqrt[m]{x^n} dx; \int \frac{ax + b}{x} dx$$

и др. Таким же образом обстоит дело с работой с определениями и теоремами; на практических занятиях невозможно тратить время на варьирование существенных признаков основных понятий и подробное рассмотрение доказательств теорем, их применения при решении задач. Очевидно, что всю эту работу студентам приходится проводить самостоятельно.

Авторами установлено, что качественная разработка и активное систематическое применение рабочих тетрадей по разделам высшей математики в учебном процессе способствуют разрешению вышеописанных трудностей и облегчению самостоятельной работы учащихся, а следовательно, и повышению качества математического образования.

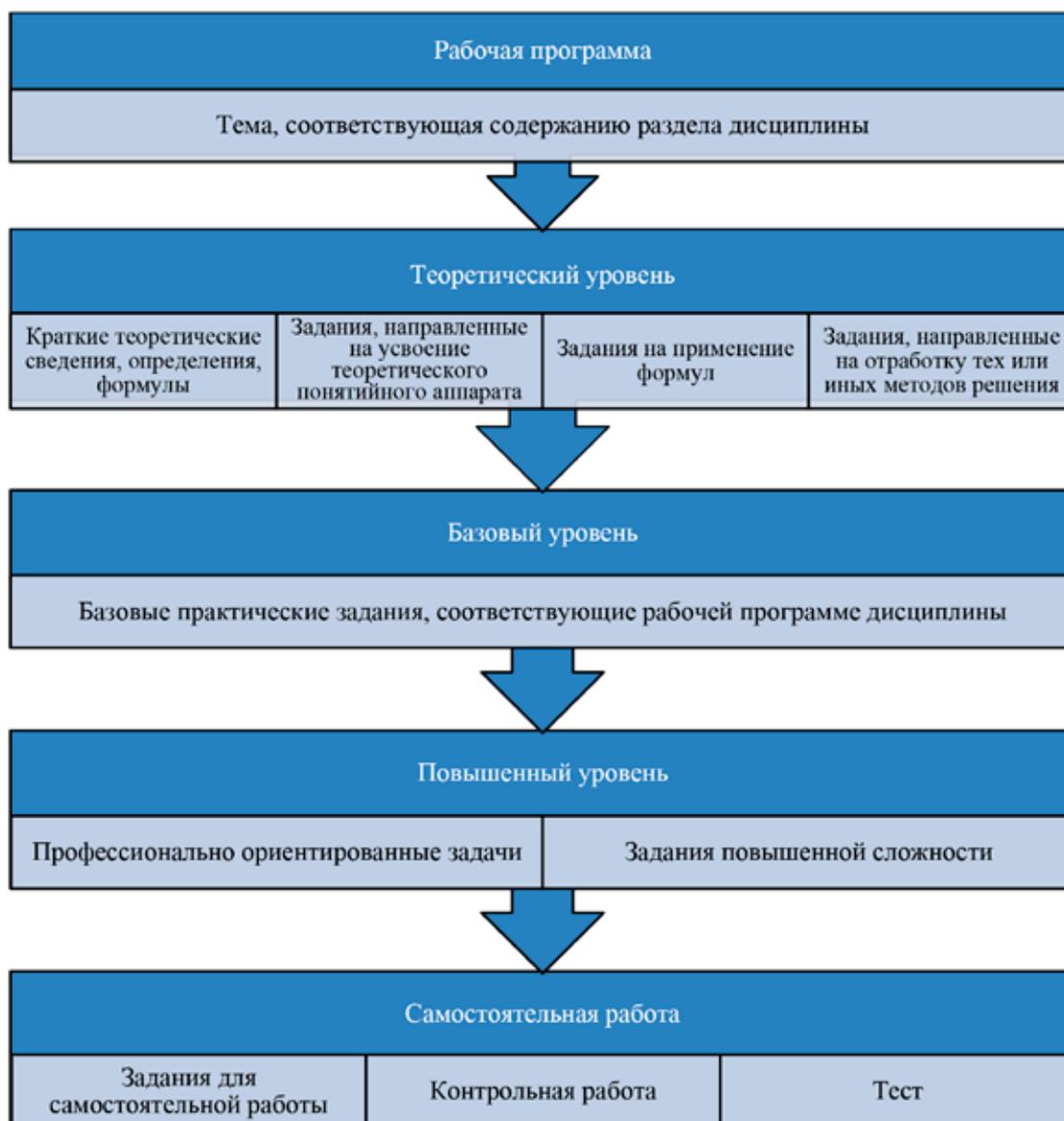


Рис. 1. Структура учебной темы

По содержанию рабочая тетрадь «Интегральное исчисление» включает в себя следующие темы в соответствии с образовательной программой дисциплины «Высшая математика» для специальности «Медицинская кибернетика»:

- Первообразная. Неопределенный интеграл и его свойства.
- Таблица основных формул интегрирования.
- Интегрирование по частям и подстановкой.
- Разложение правильной рациональной дроби на простейшие. Интегрирование рациональных дробей.
- Интегрирование простейших алгебраических иррациональностей. Интегрирование дифференциального бинома.
- Интегрирование выражений, содержащих тригонометрические функции.
- Интегрирование некоторых иррациональных функций с помощью тригонометрических подстановок.
- Задачи, приводящие к понятию определенного интеграла. Понятие определен-

ного интеграла и его свойства. Формула Ньютона–Лейбница. Методы вычисления определенного интеграла.

- Несобственные интегралы с бесконечными пределами и от неограниченных функций. Признаки сходимости несобственных интегралов.

- Приложения определенного интеграла к вычислению площадей плоских фигур, объемов тел, длин дуг кривых.

Структура учебной темы представлена на рисунке 1. Каждая тема соответствует рабочей программе дисциплины и состоит из теоретического, базового, повышенного уровней заданий и заданий для самостоятельной работы, контроля усвоенных знаний.

Теоретический уровень включает в себя основные теоретические сведения, формулы, алгоритмы решений, примеры решения типовых задач, а также различные задания на усвоение теоретического материала. Например, для усвоения таблицы интегралов предлагаются следующие задания:

- 1) Установите взаимосвязь между функциями, записанными в левом и правом столбцах, и сделайте вывод:

$f(x)$	$F(x)$
x^p	$\frac{x^{p+1}}{p+1}$
a^x	$\frac{a^x}{\ln a}$

Функция x^p является _____ для функции $\frac{x^{p+1}}{p+1}$

Функция $\frac{a^x}{\ln a}$ является _____ для функции a^x .

- 2) Заполните таблицу, используя взаимосвязь между первообразной $F(x)$ и производной $f(x)$:

$f(x)$	$F(x)$
	$\operatorname{arctg} x$
$\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$	
	$\operatorname{tg} x$
e^x	

$f(x)$	$F(x)$
$\sin x$	
$\frac{1}{\sin^2 x}$	
	$\cos x$
	$\ln x $

В качестве примера заданий для усвоения определения первообразной можно привести следующие:

- 1) Если функция $F(x)$ является первообразной для функции $f(x)$ на некотором промежутке $(a; b)$, то она должна удовлетворять следующим условиям:

1. $\forall x \in (a; b)$ _____
2. $(F(x))' =$ _____

2) Заполните пропуски:

Функция _____ называется первообразной для функции _____ на промежутке $(a; b)$, если _____

Базовый уровень направлен на отработку методов решения типовых задач. Например: Вычислить следующие интегралы:

$$1) \int \left(5x^7 - 3\sqrt[5]{x^3} + \frac{3}{x^4} \right) dx. \quad 2) \int \frac{dx}{x^2 + 6x + 13}. \quad 3) \int \frac{dx}{1 + \sqrt{x+3}}.$$

Повышенный уровень представлен нестандартными задачами, задачами повышенного уровня, профессионально ориентированными задачами [4]. Например, подобные медицинские задачи решаются с помощью интегрирования данной функции:

1) После приема таблетки содержащейся в ней лекарственный препарат начинает поступать в кровь пациента. Скорость роста концентрации препарата в крови через t минут после приема таблетки равна $R(t) = te^{-0,2t}$. Вычислите общее коли-

чество препарата, которое попадет в кровь в течение 10 минут после приема таблетки.

2) Найти работу при растяжении мышцы на 4 см, если для ее растяжения на 1 см требуется нагрузка 10 Н. Считать, что сила, необходимая для растяжения мышц, пропорциональна ее удлинению [5].

Также для каждой темы разработаны задания для самостоятельной, домашней работы и задания для самоконтроля и проверки усвоенных знаний, умений и навыков по рассматриваемой теме.

Пример фрагмента теста:

1. Интеграл $\int \frac{7x-1}{x^3(x+6)^2} dx$ следует искать в виде:

1) $\int \left(\frac{A}{x} + \frac{B}{x^2} + \frac{C}{x^3} + \frac{D}{x+6} + \frac{E}{(x+6)^2} \right) dx$	3) $\int \left(\frac{A}{x^3} + \frac{B}{(x+6)^2} \right) dx$
2) $\int \left(A \frac{7x-1}{x^3} + B \frac{7x-1}{(x+6)^2} \right) dx$	4) $\int \left(7x-1 + \frac{A}{x^3} + \frac{B}{(x+6)^2} \right) dx$

2. Первообразной функции $y = \frac{14}{5-7x}$ является функция

1) $-5 \ln 5-7x $	2) $-2 \ln 5-7x + 27$
3) $\ln 5-7x $	4) $14 \ln 5-7x - 15$

3. Формула $\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a)$ называется формулой:

1) Лейбница; 2) Коши; 3) Ньютона–Лейбница; 4) Ньютона.

Разбиение задач на описанные уровни позволяет строго структурировать учебный материал, последовательно вводить его от простого к сложному, дифференцировать

процесс обучения. Таким образом, рабочую тетрадь можно рассматривать как эффективное средство построения индивидуальных образовательных траекторий учащихся [3].

Как было описано выше, рабочая тетрадь по математике должна способствовать повышению эффективности и продуктивности самостоятельной работы студентов, что необходимо учитывать при организации структуры рабочей тетради.

Основываясь на исследованиях П.И. Пидкасистого, можно выделить четыре основных уровня самостоятельной работы учащихся: воспроизводящий; реконструктивно-вариативный; эвристический; творческий (исследовательский) [6].

Работа первого уровня выполняется по образцу, инструкции. При выполнении реконструктивно-вариативных самостоятельных заданий действия студентов на-

правлены на преобразование структуры текстов и опыта решения задач. Эвристический уровень предполагает умение анализировать проблемную ситуацию, обобщать, отделять существенное от второстепенного. Самый высокий уровень самостоятельности студентов проявляется в ходе выполнения творческих самостоятельных работ.

В связи с вышесказанным разноуровневые задания в рабочей тетради вводятся последовательно от простого к сложному, от воспроизводящего до творческого уровня (табл. 1), что способствует равномерному систематическому формированию знаний, умений и навыков по изучаемой теме [7, 8].

Таблица 1

Соответствие заданий в рабочей тетради уровням самостоятельной работы студентов

Уровень самостоятельной работы	Вид заданий в рабочей тетради	Вид самостоятельной работы студентов	Цель самостоятельной работы
Воспроизводящий	Дописать определение, формулу; кратко ответить на вопрос; решить по образцу	Самостоятельная работа с учебником, лекционными материалами	Закрепление знаний, формирование умений, навыков
Реконструктивно-вариативный	Восстановить цепочку решения (рассуждений), найти ошибки в решении и иное, решить задание, отличное от образца, требующее использования ранее изученного материала (дополнительных преобразований)	Воспроизведение не только отдельных функциональных характеристик знаний, но и структуры знаний в целом. Обучение преобразовывать способ решения задачи в конкретный метод решения задач с данными условиями	Формирование умений восстанавливать, преобразовывать, обобщать ранее полученные знания, умений и навыков устанавливать внутрипредметные связи
Эвристический	Решить задания повышенной сложности, задания, требующие поиска специальных методов решения	Разрешение поставленной проблемной ситуации, приобретение опыта поисковой деятельности и элементов творческой деятельности	Формирование умений и навыков поисковой деятельности
Творческий	Решить задачи на доказательство, выполнить профессионально ориентированные и практические задания	Приобретение опыта творческой и исследовательской деятельности	Формирование умений и навыков поисковой, творческой, исследовательской деятельности

Примеры разноуровневых заданий

Задание воспроизводящего уровня:

Заполните пропуски:

Неопределенным интегралом функции $f(x)$ называется _____, определенных на рассматриваемом промежутке.

Для второго уровня можно предложить такое задание, как:

Проанализируйте ход вычисления интеграла $\int \frac{2x-3}{x^2+6x+8} dx$ и заполните пропуски.

Укажите в них выполненные действия (методы) и свойства, на основе которых осуществлена замена одного интеграла другими:

$1). \int \frac{2x-3}{x^2+6x+8} dx = \left \begin{array}{l} (x^2+6x+8)' = \\ = 2x+6 \end{array} \right =$ $= \int \frac{(2x+6)-9}{x^2+6x+8} dx =$	1). → 2). _____
$2). = \int \frac{(2x+6) dx}{x^2+6x+8} - \int \frac{9 dx}{x^2+6x+8} =$	2). → 3). _____
$3). = \int \frac{d(x^2+6x+8)}{x^2+6x+8} - 9 \int \frac{dx}{x^2+6x+8} =$	3). → 4). _____
$4). = \ln x^2+6x+8 - 9 \int \frac{dx}{(x+3)^2-1} =$	4). → 5). _____
$5). = \ln x^2+6x+8 - 9 \ln \left \frac{x+2}{x+4} \right + C$	

Задание эвристического уровня требует создания проблемной ситуации, например:

Вычисляя интеграл $I = \int \sin x \cos x dx$, два студента получили такие результаты,

используя разные подстановки: $t = \sin x \rightarrow I = \frac{\sin^2 x}{2}$; $t = \cos x \rightarrow I = -\frac{\cos^2 x}{2}$.

Так как оба студента считали свои вычисления верными, то они решили, что:

$$\frac{\sin^2 x}{2} = -\frac{\cos^2 x}{2} \rightarrow \sin^2 x = -\cos^2 x \rightarrow \sin^2 x + \cos^2 x = 0.$$

В чем ошибка студентов? Вычислите этот интеграл.

В качестве творческого задания можно рассмотреть следующее:

Пусть $f(x)$ – монотонная непрерывная функция и $f^{-1}(x)$ – ее обратная функция.

Доказать, что если $\int f(x) dx = F(x) + C$, то $\int f^{-1}(x) dx = x f^{-1}(x) - F(f^{-1}(x)) + C$.

Рассмотреть примеры: а) $f(x) = x^n$ ($n > 0$); б) $f(x) = e^x$; в) $f(x) = \arcsin x$.

Результаты исследования и их обсуждение

На базе Медицинского института Пензенского государственного университета был организован педагогический эксперимент, целью которого являлась проверка эффективности организации математической подготовки студентов с использованием рабочих тетрадей.

Гипотеза исследования: организация математической подготовки студентов специальности «Медицинская кибернетика» с использованием рабочих тетрадей будет эффективна, если:

– определены факторы, обуславливающие структуру рабочей тетради по математике;

– выявлены, охарактеризованы и экспериментально апробированы педагогические условия эффективного использования рабочих тетрадей по математике;

– разработаны методические рекомендации по разработке рабочих тетрадей по математике.

В качестве основных показателей эффективности предложенных педагогических решений рассматривались: качество усвоения учебного материала; сформированность профессионально значимых умений; сформированность мотивации изучения математики.

Для проверки качества усвоения материала проводилось диагностирование знаний по трем уровням усвоения (теоретиче-

ский, базовый, повышенный) с помощью соответствующих им заданий в форме тестирования, стандартных контрольных работ, устного опроса. Уровень сформированности профессионально значимых умений оценивали с помощью подобранных в соответствии со специальностью профессионально ориентированных заданий. Уровень мотивации изучения математики определяли посредством оценки уровня обученности в целом и умения студентов самостоятельно работать с теоретическим и практическим материалом. Описанные показатели оценивали в комплексе, определяли уровень обученности математике (низкий – 0–60 баллов, средний – 61–86 баллов, высокий – 87–100 баллов). Используемые диагностические материалы предварительно были проверены на надежность и валидность.

Курс высшей математики в контрольной группе преподавался традиционным способом в рамках лекционно-семинарской системы обучения. В экспериментальной группе обучение проходило с активным использованием рабочих тетрадей по математике. На рисунке 2 представлены обобщенные результаты измерения комплекса выделенных показателей у студентов специальности «Медицинская кибернетика» экспериментальной и контрольной групп на заключительном этапе эксперимента. В ходе эксперимента количество студентов среднего и высокого уровней экспериментальной группы стало существенно превышать аналогичный показатель для контрольной группы, а количество студентов низкого уровня в экспериментальной группе снизилось (рис. 2).

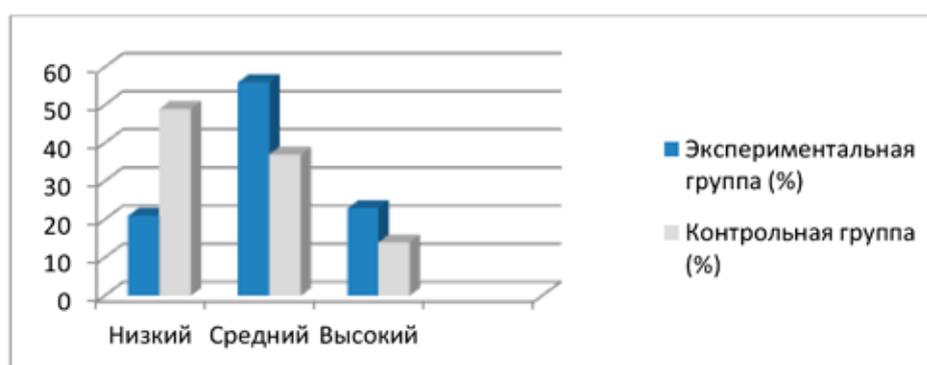


Рис. 2. Гистограмма контрольной и экспериментальной групп после окончания эксперимента

Таким образом, сопоставление результатов выполнения диагностических работ студентами контрольной и экспериментальной групп показало наиболее высокую эффективность математической подготовки с активным использованием рабочих тетрадей.

Выводы

В ходе эксперимента авторами выявлен ряд педагогических условий эффективного использования рабочих тетрадей по математике при обучении студентов медицинских направлений.

1. Обеспечение предварительной подготовки студентов по теоретическим вопросам рассматриваемой темы. Для этого в рабочей тетради перед каждым практическим блоком указываются необходимые для изучения теоретические сведения, приводятся основные формулы, определения, теоремы, правила.

2. Последовательное выполнение студентами всех предложенных заданий, чему способствуют разработанная структура

каждой учебной темы, разбиение предложенных практических заданий по степени сложности и по уровням самостоятельной работы.

3. Преимущество аудиторной и самостоятельной работы студентов. Обязательное выполнение всех домашних заданий способствует непрерывному, последовательному формированию знаний, умений и навыков.

4. Обязательное выполнение заданий для самоконтроля с последующим анализом допущенных ошибок, выполнением работы над ошибками, восполнением пробелов в изученном материале.

В качестве методических рекомендаций по разработке рабочей тетради по математике авторы выделили следующие.

1. Теоретический учебный материал должен способствовать закреплению, расширению и углублению сформированных знаний, умений и навыков.

2. Практические задания должны быть ориентированы на систематизацию и обоб-

щение полученных знаний и умений, анализ и оценку достижений.

3. Задания подбираются таким образом, чтобы развивать у студентов готовность и умение самостоятельно выбирать и применять освоенные методы.

4. Задания должны быть разноплановыми и разноуровневыми и включать профессионально ориентированные задачи.

Таким образом, рабочая тетрадь по математике как дидактическое средство способствует не только интенсификации образовательного процесса, но и последовательному, непрерывному изучению материала, поэтапному формированию знаний, умений и навыков, эффективной организации самостоятельной работы студентов, играет важную роль в реализации принципов дифференциации и профессиональной направленности обучения. Выполнение указанных педагогических условий использования рабочей тетради в учебном процессе обеспечивает качественную математическую подготовку.

Список литературы

1. Бельдягина Е.Ю., Родионов М.А., Купряшина Л.А. Содержательно-методические особенности организации диалогового взаимодействия студентов непрофильных специальностей на занятиях по математике на основе использования программных средств образовательного назначения // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2020. № 1 (57). С. 130-140. URL: http://www.unn.ru/pages/e-library/vestnik_soc/18115942_2020_-_1_unicode/18.pdf (дата обращения: 07.10.2024).
2. Попова И.Г., Шишова А.В., Цыганов В.Л. Рабочие тетради по математике // Высшее образование в России. 2014. № 12. С. 141-144.
3. Купряшина Л.А., Зверовщикова Н.В., Мойко Н.В., Бельдягина Е.Ю., Мойко И.М. Построение индивидуальных маршрутов оценки образовательных достижений студентов по дисциплине «Алгебра и геометрия» // Современные проблемы науки и образования. 2023. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=33105> (дата обращения: 04.10.2024). DOI: 10.17513/spno.33105.
4. Хрянина И.М., Гаврилова М.А. Использование практико-ориентированных заданий в обучении математике // THEORIA: педагогика, экономика, право. 2021. № 1(2). С. 36-41.
5. Голёнова И.А. Основы медицинской статистики с элементами высшей математики: пособие. Витебск: ВГМУ, 2017. 362 с.
6. Ситникова М.А. Рабочая тетрадь по математике как средство организации самостоятельной работы студентов колледжа // Вестник Чувашского университета. 2013. № 1. С. 123-128.
7. Потанина О.В., Павлова Е.В., Исламгулова Г.Ф., Захарова М.А. Активизация самостоятельной работы студентов по математике в техническом вузе (на примере рабочей тетради) // Современная высшая школа: инновационный аспект. 2016. Т. 8, № 3. С. 111-120.
8. Болдовская Т.Е., Бабичева И.В. Методика организации самостоятельной работы студентов в условиях двухуровневого образования // Концепт. 2016. № 7. С. 87-94. URL: <https://e-koncept.ru/2016/16145.htm> (дата обращения: 07.10.2024).

УДК 377.031

DOI 10.17513/snt.40260

ЭТАПЫ МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ У БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ПРИ ДИАЛОГЕ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ

Мирошниченко А.А., Иванова Н.П., Баженова В.В., Югова Н.Л.

ФГБОУ ВО «Глазовский государственный инженерно-педагогический университет имени В.Г. Короленко», Глазов, e-mail: niva28@mail.ru

В содержании подготовки будущих учителей особая роль принадлежит формированию педагогической техники. Расширить возможности преподавателей и студентов при формировании педагогической техники можно за счет обеспечения диалога с интеллектуальными системами в пространстве вузовских технопарков. Целью исследования было описание этапов методики формирования педагогической техники у будущих учителей при диалоге с интеллектуальными системами. Для достижения цели исследования применялись теоретические и эмпирические методы исследования: анализ научной литературы, синтез, обобщение, сопоставление, аналогия, опрос, метод групповых экспертных оценок. Предлагаемая методика формирования педагогической техники у будущих учителей циклична и состоит из семи компонентов: диагностики; потребности, мотива; цели; задачи; технологии; действия; результата (оценки). Содержание процесса формирования педагогической техники включает сформированность основных ее компонентов: управление мимикой, пантомимикой, двигательной активностью, психоэмоциональным состоянием, речью. Данные компоненты формируются на практических занятиях и производственной педагогической практике через упражнения, игры, тренинги. В ходе исследования определены роли студента, преподавателя и интеллектуальной системы в формировании педагогической техники будущих учителей: студенты формируют и совершенствуют технику педагогической деятельности в разнообразных образовательных ситуациях с учетом индивидуальных особенностей и своих возможностей, преподаватели разрабатывают рекомендации и дают комплексную оценку сформированной технике, а интеллектуальные системы способствуют повышению продуктивности данной деятельности, расширяя возможности для построения индивидуальных образовательных траекторий обучения педагогической технике.

Ключевые слова: педагогическая техника, технопарк, методика, умения, навыки, интеллектуальная система, будущие учителя

Исследование выполнено по проекту «Разработка методики формирования педагогической техники у будущих учителей при диалоге с интеллектуальными системами в пространстве вузовского технопарка», который реализуется при финансовой поддержке Министерства просвещения Российской Федерации в рамках государственного задания (дополнительное соглашение Министерства просвещения Российской Федерации и ФГБОУ ВО «Глазовский государственный инженерно-педагогический университет имени В.Г. Короленко» № 073-03-2024-058/7 от 02.11.2024 г. к соглашению № 073-03-2024-058 от 19.01.2024 г., регистрационный № НИОКТР 10230330003 55-3-5.3.1.

THE STAGES OF THE METHODOLOGY FOR THE FORMATION OF PEDAGOGICAL TECHNIQUES FOR FUTURE TEACHERS IN A DIALOGUE WITH INTELLIGENT SYSTEMS

Miroshnichenko A.A., Ivanova N.P., Bazhenova V.V., Yugova N.L.

Engineering and Pedagogical University named after V.G. Korolenko, Glazov,
e-mail: niva28@mail.ru

In the content of the training of future teachers, a special role belongs to the formation of pedagogical techniques. It is possible to expand the capabilities of teachers and students in the formation of pedagogical technology by providing a dialogue with intelligent systems in the space of university technoparks. The purpose of the study is to describe the stages of the methodology for the formation of pedagogical techniques for future teachers in a dialogue with intelligent systems. To achieve the purpose of the study, theoretical and empirical research methods were used: analysis of scientific literature, synthesis, generalization, comparison, analogy, survey, and the method of group expert assessments. The proposed methodology for the formation of pedagogical techniques for future teachers is cyclical and consists of seven components: diagnosis; needs, motive; goals; tasks; technologies; actions; result (evaluation). The content of the process of formation of pedagogical technique includes the formation of its main components: control of facial expressions, pantomime, motor activity, psycho-emotional state, speech. These components are formed in practical classes and industrial pedagogical practice through exercises, games, trainings. In the course of the study, the roles of the student, the teacher and the intellectual system in the formation of the pedagogical technique of future teachers are determined: students form and improve the technique of pedagogical activity in various educational situations, taking into account individual characteristics and their capabilities, teachers develop recommendations and give a comprehensive assessment of the formed technique, and intellectual systems contribute to increasing the productivity of this activity, expanding the possibilities for building individual educational trajectories of teaching pedagogical techniques.

Keywords: pedagogical technique, technopark, methodology, skills, skills, future teachers, an intelligent system

The study was carried out within the framework of the project “Development of a methodology for the formation of pedagogical equipment in future teachers in a dialogue with intelligent systems in the space of a university technology park”, which is being implemented with the financial support of the Ministry of Education of the Russian Federation within the framework of a state assignment (additional agreement between the Ministry of Education of the Russian Federation and the Glazov State Engineering and Pedagogical University named after V.G. Korolenko No. 073-03-2024-058/7 dated 02.11.2024 to agreement No. 073-03-2024-058 dated 19.01.2024, registration No. 10230330003 55-3-5.3.1.

Введение

Динамика цифровизации общества требует от современных учителей владения компетенциями, позволяющими применять информационные технологии в образовательном процессе. Главным фактором становится подготовка учителем выпускника к той роли, которую играет и будет играть цифровизация в его дальнейшей судьбе. Для обеспечения такой подготовки учитель должен не только в теории знать возможности информационных технологий, они должны стать частью процесса формирования и сопровождения его профессиональных компетенций.

Рассмотрим данный тезис на примере формирования педагогической техники будущего учителя. Существуют различные трактовки педагогической техники и подходы к рассмотрению ее компонентов. В статье Е.И. Зритневой, Н.П. Клушиной, А.А. Волкова рассматриваются такие составляющие педагогической техники, как управление своим психическим состоянием; искусство общения; чувство темпа; владение культурой речи, выработка правильного дыхания, постановка голоса; владение мимикой, жестами; приемы выразительного показа отношения педагога к различным действиям обучающихся, а также проявлению ими морально-нравственных качеств [1].

В работе З.Т. Рахимова представлены две группы умений и навыков: 1) умение педагога управлять своим поведением, мимикой и пантомимикой, эмоциональным состоянием, актерскими и режиссерскими навыками; 2) профессиональные навыки, такие как проектировочные, гностические, конструктивные [2].

За основу в данном исследовании взято определение Г.М. Коджаспировой. Педагогическая техника трактуется ученым как «комплекс общепедагогических и психологических умений учителя, обеспечивающих владение своим психофизиологическим состоянием, настроением, эмоциями, телом, речью и организацию педагогически целесообразного общения» [3, с. 342]. При этом Г.М. Коджаспирова обращает внимание на то, что педагогическая техника является необходимым условием реализации педагогической технологии. Таким образом, педагогическая техника представлена в исследованиях в качестве компонента педагогического мастерства.

Роль педагогической техники учителя трудно переоценить. Благодаря педагогической технике учитель способен раскрыть все составляющие педагогического мастерства – гуманистическую направленность личности учителя, профессиональ-

ные знания и педагогические способности. От уровня сформированности педагогической техники во многом зависят результаты образовательного процесса.

Например, в исследовании Е.И. Зритневой, Н.П. Клушиной, А.А. Волкова обращается внимание на то, что владение педагогической техникой позволяет учителю добиваться высоких результатов в своей деятельности [1].

В статье О.Н. Уткиной подчеркивается роль мониторинга педагогической техники учителя в процессе образования [4]. Автором обоснована технология самокоррекции педагогической техники учителя с применением информационных технологий, определены критерии ее эффективности.

В работе К.А. Кузьминой представлены результаты проведенного опроса, показавшего, что более 85% студентов сталкиваются с недостаточным владением саморегуляцией и техникой речи [5, с. 106]. Ученым предлагается комплекс рекомендаций, направленных на развитие у обучающихся вузов саморегуляции при подготовке к проведению урока и в рамках прохождения практики.

Формирование профессиональных умений и навыков, как правило, представляет собой циклические процессы, включающие диагностику действий, анализ результатов диагностики, формулирование рекомендаций по выполнению действий и пр.

В современной системе педагогического образования циклы формирования педагогической техники у студентов – будущих учителей соответствуют повторяющейся последовательности практических занятий и производственных (педагогических) практик в школах. При этом роль обучающегося состоит в осознании необходимости формирования компонентов педагогической техники. У студента должна быть сформирована потребность в совершенствовании педагогической техники. Функция преподавателя заключается в целенаправленном формировании педагогической техники у студентов – будущих учителей в рамках различных дисциплин, в том числе на собственном примере преподаватель демонстрирует владение педагогической техникой. Роль учителя-наставника (методиста), курирующего педагогическую практику, заключается в сопровождении студентов-практикантов; в частности, наставник обращает внимание студентов на то, какие компоненты педагогической техники сформированы в недостаточной степени, задает точки роста, ориентиры для совершенствования компонентов педагогической техники. Также наставники в процессе проведе-

ния уроков передают свой опыт владения компонентами педагогической техники.

Современные условия позволяют перевести процесс формирования педагогической техники на иной уровень, в частности благодаря возможностям вузовских технопарков и предлагаемой установке на диалог при формировании педагогической техники будущего учителя и интеллектуальной системы. С помощью цифровых инструментов и технологий реализуется возможность фиксировать отдельные компоненты педагогической техники (уровень эмоционального состояния, жесты, мимику, пантомимику, голос и пр.). При наличии видео- и аудиоматериала интеллектуальные системы позволяют анализировать поведение будущего студента (будущего учителя) во время практических занятий и в диалоговом режиме давать обратную связь о том, насколько его педагогическая техника эффективна и соответствует ситуации. Интеллектуальные системы способны выстраивать индивидуальные траектории формирования педагогической техники будущего учителя в зависимости от его индивидуальных особенностей. Это позволит сократить срок послевузовской адаптации к профессиональной деятельности.

Описание этапов методики формирования педагогической техники у будущих учителей при диалоге с интеллектуальными системами – **цель данного исследования.**

Задачи исследования

1. Обосновать последовательность этапов названной методики и ее циклический характер.

2. Систематизировать содержание процесса формирования педагогической техники у будущих учителей.

3. Определить роли студента, преподавателя и интеллектуальной системы в формировании педагогической техники будущих учителей.

Материалы и методы исследования

Для достижения цели исследования применялись теоретические и эмпирические методы исследования: анализ научной литературы, синтез, обобщение, сопоставление, аналогия, опрос, метод групповых экспертных оценок. Анализ литературы позволил выявить актуальность и проработанность темы исследования. На основе анализа существующих этапов формирования профессиональных умений и навыков по аналогии была разработана схема формирования педагогической техники, которая взята авторами в качестве базовой.

Метод групповых экспертных оценок применялся при определении составляющих компонентов педагогической техники: ми-

мики, пантомимики, двигательной активности, психоэмоционального состояния, речи. В экспертизе приняли участие 11 экспертов, имеющих значительный опыт в формировании профессиональных умений и навыков.

Опрос специалистов в области информационных технологий позволил определить возможности применения интеллектуальных систем в формировании педагогической техники студента.

Результаты исследования и их обсуждение

Формирование педагогической техники представляет собой взаимосвязь процессуальных компонентов, выделенных на основе исследований А.М. Новикова, Д.А. Новикова [6, 7]. Авторы в качестве основных процессуальных компонентов любой человеческой деятельности рассматривают такие компоненты, как: потребности, мотив, цель, задачи, технология (формы, методы и средства), действие, результат (оценка).

Представляется целесообразным дополнить цепочку компонентов такой составляющей, как диагностика. Значение диагностики заключается в том, что без определения уровня сформированности компонентов педагогической техники у будущих учителей нельзя организовать целенаправленную работу по формированию умений и навыков, входящих в педагогическую технику, представить и обосновать конкретные рекомендации студентам – будущим учителям по формированию педагогической техники.

Таким образом, формирование педагогической техники должно включать поэтапное формирование следующих компонентов (рисунок).

1. Компонент «Диагностика» предполагает измерение составляющих педагогической техники, в том числе с применением оборудования технопарка и интеллектуальных систем. Результаты, полученные в ходе диагностики, анализируются. Студентам – будущим учителям сообщается информация об уровне сформированности компонентов педагогической техники, а также предлагаются конкретные рекомендации по ее дальнейшему формированию.

2. Компонент «Потребности, мотив». Успешность формирования компонентов педагогической техники во многом зависит от осознания потребности развивать у себя необходимые умения и навыки. Потребность конкретизируется в виде мотива, являющегося внутренним побуждением к совершенствованию требуемых умений и навыков. Таким образом, мотив обуславливает следующий компонент – цель.



Этапы методики формирования педагогической техники у будущих учителей

3. Компонент «Цель». На данном этапе определяется цель, предполагающая построение желаемого результата. Следует отметить, что цель определяется как самим будущим учителем, так и преподавателем, осуществляющим дальнейшую работу по формированию педагогической техники.

4. Компонент «Задачи». Достижение цели предполагает постановку ряда задач, направленных на формирование отдельных умений и навыков у будущих учителей.

5. Компонент «Технология». На данном этапе осуществляется выбор оптимальных методов, форм и средств формирования педагогической техники у будущих учителей, в том числе на основе ресурсов технопарка и применения интеллектуальных систем.

6. Компонент «Действие» включает профессиональную деятельность будущего учителя, в ходе которой он применяет определенную педагогическую технику. Действие осуществляется непосредственно во время проведения уроков в рамках практики или во время демонстрации уроков в процессе практических занятий, организуемых, в том числе, в формате демоэкзамена.

7. Компонент «Результат (оценка)». Данный компонент предполагает рефлекссию, будущий учитель осмысливает свои дей-

ствия, корректирует свою деятельность исходя из полученных результатов.

Следует отметить, что предлагаемая методика циклична. Так, после этапа оценивания своих действий можно провести повторную диагностику для определения динамики уровня сформированности компонентов педагогической техники.

Таким образом, в составе каждого цикла предлагаемой методики формирования педагогической техники у будущих учителей представлены семь компонентов: 1) диагностика; 2) потребности, мотив; 3) цель; 4) задачи; 5) технология; 6) действие; 7) результат (оценка).

С целью систематизации содержания формирования педагогической техники у будущих педагогов классифицируем ее различия для компонентов педагогической техники и участников образовательных отношений. Решая данную задачу, коллектив авторов применил метод групповых экспертных оценок. Всего в экспертизе приняли участие 11 экспертов, имеющих значительный опыт в формировании профессиональных умений и навыков. Компоненты педагогической техники обобщены в матрице. Фрагмент матрицы педагогической техники для взаимодействия учителя с обучающимся представлен в таблице 1. Аналогичная информация предполагается для родителя, учителя, администрации.

Таблица 1

Составляющие педагогической техники учителя

УО/Компоненты педагогической техники	Управление мимикой (1)	Управление пантомимикой (2)	Управление двигательной активностью (3)	Управление психоэмоциональным состоянием (4)	Управление речью (5)
А Обучающийся	<ul style="list-style-type: none"> – взгляд обращен к детям; – уверенность; – одобрение; – интерес; – восхищение; – удивление и т.д. 	<ul style="list-style-type: none"> – открытая поза; – не скрещенные руки; – обращенность ладоней к ученикам и т.д. 	<ul style="list-style-type: none"> – движения по классу вперед и назад; – уменьшение дистанции для увеличения доверия и т.д. 	<ul style="list-style-type: none"> – оптимизм; – доброжелательность; – чувство юмора; – педагогическая зоркость; – эмоциональная отзывчивость и т.д. 	<ul style="list-style-type: none"> – ясность и четкость в произношении слов; – оптимальный темп речи; – хорошо поставленный голос и т.д.

Таблица 2

Ресурсы технопарков педагогического вуза

№	Компоненты ПТ	Диагностика начальная, промежуточная, итоговая	Возможность фиксации в динамике (для сопоставления)	Возможность определения «проблемных» мест	Возможность корректировки	Возможность диалога
1.	Управление мимикой	RTZ-камера* (в сочетании с технологией компьютерного зрения, Open CV, feg), ИИ (языковые модели)	RTZ-камера, 360-камеры для фиксации мимики	Система анализа собранных значений мимики на основе обученной модели	Обучаемая модель на основе проанализированных «проблемных» мест управления мимикой	Чат-бот / ассистент на основе обученной модели
2.	Управление пантомимикой	Система диагностических инструментов для выявления уровня управления пантомимикой	Система трекинга Leap motion, RTZ-камера для захвата пантомимики	Система анализа собранных значений пантомимики на основе обученной модели	Обучаемая модель на основе проанализированных «проблемных» мест управления пантомимикой	Чат-бот / ассистент на основе обученной модели

Раскроем данные компоненты на примере взаимодействия учителя с обучающимися.

A1 – управление мимикой. Мимика педагога должна соответствовать ситуации: выражение лица (глаз, бровей, губ) от одобрения, заинтересованности, удивления, а возможно, и восхищения до осуждения, недовольства, возмущения.

A2 – управление пантомимикой. При взаимодействии с учениками очень важна открытая поза (не скрещенные руки). Все жесты педагога должны отличаться плавностью, адекватностью, сдержанностью.

A3 – управление двигательной активностью. Мастера-педагога рекомендуют учителю двигаться по классу определенным образом. Движения вперед усиливают внимание обучающихся, подчеркивают значимость обсуждаемой учебной информации, а движения назад дают возможность отдохнуть.

A4 – управление психоэмоциональным состоянием. Доброжелательность, оптимизм, чувство юмора, эмоциональная отзывчивость, педагогическая зоркость (умение увидеть точки роста, перспективы развития ребенка, его позитивные изменения), внимательность к ученикам и их проблемам – вот далеко не полный перечень составляющих данного компонента педагогической техники.

A5 – управление речью. Речь педагога играет огромную роль в понимании и усвоении учебного материала обучающимися. Поэтому необходимы ясность и четкость в произношении слов; оптимальный темп речи; хорошо поставленный голос (окраска звука, яркость, его теплота и индивидуальность и т.д.).

Таким образом, видится, что владение педагогической техникой включает сформированность всех ее компонентов. А формировать данные компоненты можно в ходе проведения практических занятий и производственной педагогической практики через многочисленные упражнения, игры и тренинги: на понимание значимости визуального контакта, на тренировку мышц лица, на выработку оптимальной позы, осанки, жестикуляции, адекватной сложившимся обстоятельствам, на контроль и регуляцию своего эмоционального состояния, на постановку голоса, дыхания, темпа и дикции речи.

Важную роль в формировании педагогической техники студентов играет применение интеллектуальной системы. Интеллектуальная система (ИС) – программно-аппаратная система, способная решать задачи, которые традиционно считались творческими, принадлежащие конкретной предметной области, знания о которой хранятся в памяти

такой системы. Интеллектуальная система способна осуществлять автоматизированную поддержку деятельности человека и поиск информации в режиме конструктивного диалога на естественном языке.

В Короленковском университете активно функционируют педагогический технопарк «Кванториум имени В.Г. Разумовского», Технопарк универсальных педагогических компетенций, которые являлись базой нашего исследования. Технопарки обладают ресурсами, которые можно использовать для формирования педагогической техники будущего учителя. Это инновационные образовательные пространства, цифровые инструменты и технологии [8]. В таблице 2 приведен пример ресурсов Технопарка, необходимых для формирования умений управлять мимикой и пантомимикой.

В таблице 2 представлены ресурсы Технопарка, которые можно будет использовать для создания интеллектуальной системы, которая обладает возможностью анализировать большие объемы данных и выявлять закономерности. К инновационным возможностям, привносимым интеллектуальными системами в образовательную среду, относятся: коммуникативные возможности, аналитические возможности, способность к самообучению, адаптивность.

При наличии видео- и аудиоматериала данные системы позволяют анализировать мимику, жесты, пантомимику, речь будущего учителя во время имитационного моделирования проведения занятий, а также предоставляют новые возможности для понимания и возможной трансформации образовательного процесса на основе данных об эмоциональном состоянии обучающихся во время групповой работы [9, с. 61]. Тем самым интеллектуальная система дает обратную связь, позволяет определить, насколько компоненты педагогической техники будущего учителя соответствуют ситуации и какие из них являются наиболее эффективными.

Таким образом, подведем итог сказанному выше и распределим роли студента, педагога и интеллектуальной системы в формировании педагогической техники.

Студент проводит урок (фрагмент урока), демонстрируя педагогическую технику. На основе данных, полученных от системы, он упражняется в совершенствовании элементов педагогической техники с учетом своих индивидуальных особенностей и предъявляемых системой и/или преподавателем ситуаций.

Преподаватель контролирует, фиксирует и руководит формированием педагогической техники студента, в том числе с учетом

показаний интеллектуальной системы. Роль преподавателя заключается в комплексной оценке моделируемой профессионально-педагогической ситуации: эмпатии по отношению к студенту в состоянии «здесь и сейчас», умении быстро оценивать и корректировать деятельность обучающегося.

Интеллектуальная система объективно фиксирует элементы педагогической техники будущего педагога, анализирует, выстраивает на основе базы знаний причинно-следственные связи, выдает будущему педагогу в диалоговом режиме индивидуальные образовательные траектории обучения педагогической технике.

Выводы

1. Предлагаемая методика формирования педагогической техники у будущих учителей циклична и включает семь компонентов: 1) диагностика; 2) потребности, мотив; 3) цель; 4) задачи; 5) технология; 6) действие; 7) результат (оценка).

2. Содержание процесса формирования педагогической техники включает сформированность основных ее компонентов – это управление: мимикой, пантомимикой, двигательной активностью, психоэмоциональным состоянием, речью. Данные компоненты формируются на практических занятиях и производственной педагогической практике через упражнения, игры, тренинги.

3. Определены роли студента, преподавателя и интеллектуальной системы в формировании педагогической техники будущих учителей: студенты формируют и совершенствуют технику педагогической деятельности в разнообразных образовательных ситуациях с учетом индивидуальных особенностей; преподаватели разрабатывают рекомендации и дают комплексную оценку сформированной технике; интеллектуальные системы способствуют повышению продуктивности данной деятельно-

сти. Цифровизация образования позволяет существенно повысить качество образовательного процесса и управления им на всех уровнях; цифровые инструменты, технологии и пространства вузовских технопарков предоставляют дополнительные возможности для формирования педагогической техники будущего учителя; внедрение интеллектуальных систем позволит реализовать качественно иной подход, расширяя возможности для построения индивидуальных образовательных траекторий обучения педагогической технике.

Список литературы

1. Зритнева Е.И., Клушина Н.П., Волков А.А. Педагогическая техника в профессиональной деятельности преподавателя // Гуманитарные и социальные науки. 2022. Т. 90, № 1. С. 171-177. DOI: 10.18522/2070-1403-2022-90-1-171-177.
2. Рахимов З.Т. Педагогическая техника как составная часть педагогического мастерства // Проблемы педагогики. 2020. № 2(47). С. 89-92.
3. Коджаспирова Г.М., Коджаспиров А.Ю. Словарь по педагогике. Москва, Ростов н/Д: МарТ, 2005. 448 с.
4. Уткина О.Н. Мониторинг эффективности результатов деятельности учителя: педагогическая техника // Образовательные технологии и общество. 2015. Т. 18, № 3. С. 488-501.
5. Кузьмина К.А. Педагогическая техника: саморегуляция в развитии педагогического мастерства учителя иностранного языка // Человеческий капитал. 2022. № 10(166). С. 104-115. DOI: 10.25629/НС.2022.10.11.
6. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология научного исследования. М.: Либроком, 2009. 280 с.
7. Новиков Д.А. Теория управления образовательными системами. М.: Народное образование, 2009. 416 с.
8. Евдокимова В.Е., Устинова Н.Н. Технопарк универсальных педагогических компетенций как современное профессионально ориентированное развивающее пространство // Современные проблемы науки и образования. 2022. № 6-1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32130> (дата обращения: 08.10.2024). DOI: 10.17513/spno.32130.
9. Куприянов Р.Б. Применение технологий компьютерного зрения для автоматического сбора данных об эмоциях обучающихся во время групповой работы // Информатика и образование. 2020. № 5. С. 56-63. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-5-56-63.

УДК 37.012.5:373
DOI 10.17513/snt.40261

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ ШКОЛЬНИКОВ СТАРШИХ КЛАССОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Носков Н.Г.

*МАОУ «Инженерная школа им. М.Ю. Цирульникова», Пермь,
e-mail: nikolaj-noskov@yandex.ru*

Целью исследования является обзор имеющихся методик, применяемых для оценки сформированности проектно-исследовательских компетенций. Задачи исследования заключаются в анализе и обобщении имеющихся в современной педагогике подходов к оценке проектно-исследовательских компетенций у школьников старших классов. Методология исследования основана на системном подходе и включает в себя методы общенаучной группы (такие как анализ, синтез, индукция, дедукция), а также ряд специальных методов: историографический анализ научной литературы по теме; сопоставительный анализ подходов к оценке эффективности формирования проектно-исследовательских компетенций; а также методы компетентностного подхода. По итогам проведенного исследования были получены следующие результаты: в современной педагогической науке выделяются качественный и количественный подходы к оценке проектно-исследовательских компетенций. В рамках первого подхода в качестве основных критериев выделяются: психологические и личностные характеристики ученика; в рамках количественного подхода критериями выступают количественные показатели уровня сформированности проектно-исследовательских компетенций. Оба подхода могут применяться как самостоятельно, так и вместе. Предложены диагностики критериальной оценки сформированности проектно-исследовательских компетенций у школьников в старших классах. Рассмотрены основные подходы к оценке критериев сформированности проектно-исследовательских компетенций у школьников старших классов, так как на сегодняшний день не существует единой модели оценки сформированности проектно-исследовательских компетенций.

Ключевые слова: компетентностный подход, учащиеся старших классов, проектная деятельность, исследовательская активность, проектно-исследовательские компетенции

CRITERIA FOR ASSESSING THE FORMATION EFFECTIVENESS OF HIGH SCHOOL STUDENTS PROJECT AND RESEARCH COMPETENCIES IN MODERN CONDITIONS

Noskov N.G.

M.Y. Tsirulnikov Engineering School, Perm, e-mail: nikolaj-noskov@yandex.ru

The purpose of the study is to review the available methods used to assess the formation of design and research competencies. The objectives of the research are to analyze and generalize the approaches available in modern pedagogy to the assessment of design and research competencies in high school students. The research methodology is based on a systematic approach and includes methods of the general scientific group (analysis, synthesis, induction, deduction), as well as a number of special methods: historiographical analysis of scientific literature on the topic; comparative analysis of approaches to assessing the effectiveness of the formation of design and research competencies; as well as methods of the competence approach. According to the results of the study, the following results were obtained: in modern pedagogical science, qualitative and quantitative approaches to the assessment of design and research competencies are distinguished. Within the framework of the first approach, the following main criteria are highlighted: psychological and personal characteristics of the student; Within the framework of the quantitative approach, the criteria are quantitative indicators of the level of formation of design and research competencies. Both approaches can be applied either independently or together. Diagnostics of the criterion assessment of the formation of design and research competencies in high school students are proposed. The main approaches to assessing the criteria for the formation of design and research competencies in high school students are considered, since today there is no single model for assessing the formation of design and research competencies.

Keywords: competence-based approach, high school students, project activity, research activity, design and research competencies

Введение

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что в современных условиях выпускник школы должен владеть определенным набором конкретных навыков и знаний. На государственном уровне осознается наличие проблемы спроса и предложения на рынке труда, которая возникает

из-за несоответствия знаний, получаемых школьниками и студентами в сфере образования, потребностям рынка труда. Поэтому в Федеральном государственном образовательном стандарте общего образования (далее – ФГОС) заявлены конкретные компетенции, которыми должны обладать старшеклассники российских школ [1].

В исследовательской литературе компетентностный подход рассматривается как «обобщенное условие способности человека эффективно действовать вне учебных предметов и ситуаций» [2, с. 42]. В настоящем исследовании центральное место занимают два ключевых понятия: «компетентностный подход» и «компетентность». Компетентностный подход в широком смысле рассматривается как стратегия согласования образовательных программ в школе с требованиями рынка труда. Обучение, построенное на этом подходе, фокусируется на достижении конкретных результатов, которые заключаются не просто в объеме усвоенной информации, а в способности обучающегося действовать эффективно и адекватно в различных ситуациях [3]. Главной целью реализации компетентностного подхода является повышение практической направленности образования [4].

Понятие «компетенция» большинство исследователей определяют как целостную систему знаний, умений и навыков, обеспечивающих профессиональную деятельность, то есть способность человека применять свои знания на практике [5]. При этом отмечается, что структура компетенций не ограничивается исключительно компонентами деятельности (знания, умения, навыки), поскольку включает в себя также мотивационный и эмоционально-волевой аспекты [6, с. 35]. Важным элементом компетенции является опыт, понимаемый как интеграция приобретенных человеком индивидуальных действий, методов и приемов решения учебных и/или профессиональных задач [7, с. 47].

Классическим считается определение, предложенное А.В. Хуторским: «компетенция – это совокупность взаимосвязанных характеристик личности (знаний, умений, навыков, способов деятельности), определяемых по отношению к определенному кругу объектов и процессов и необходимых для качественно продуктивного действия по отношению к ним» [8, с. 59].

Таким образом, компетентностный подход предполагает практико-ориентированное обучение, включающее в себя умение действовать и решать задачи не в рамках образовательного процесса, а в процессе профессиональной деятельности.

Среди перечня компетенций, которыми должен овладеть школьник старших классов, одной из важнейших для успешной будущей профессиональной деятельности признается проектно-исследовательская компетенция.

В научной литературе проектно-исследовательская компетенция понимается как «совокупность физических знаний

в определенной области, знаний о структуре проектной и исследовательской деятельности; наличие проектных и исследовательских умений (решать проблемы на основе выдвижения гипотез, ставить цель деятельности), планировать деятельность, осуществлять сбор и анализ необходимой информации, выполнять эксперимент, представлять результаты исследования); наличие способности применять эти знания и умения в конкретной деятельности» [9].

Цель исследования заключается в теоретическом обосновании и разработке эффективных элементов методики формирования проектно-исследовательских компетенций у школьников старших классов.

Материал и методы исследования

Для проведения настоящего исследования были использованы публикации из научных периодических изданий, затрагивающих тематику исследования. Поиск и отбор публикаций осуществляли в электронных библиотеках Elibrary.ru и КиберЛенинка на основе соответствия материалов критериям включения в исследование.

В ходе исследования применялись как общенаучные методы (анализ, синтез, дедукция, индукция), так и специальные методы, а именно: историографический анализ, сопоставительный анализ и методы, основанные на компетентностном подходе.

Результаты исследования и их обсуждение

Историография компетентностного подхода в образовании и его применения в проектно-исследовательской деятельности представляет собой обширное поле исследований, включающее как фундаментальные теоретические работы, так и многочисленные эмпирические исследования, проведенные как отечественными, так и зарубежными учеными. Разнообразие подходов и методологий, используемых в этих исследованиях, отражает сложность и многогранность самой концепции компетентности.

Теоретические основы компетентностного подхода детально разработаны в трудах таких авторитетных исследователей, как И.А. Зимняя [10], Н.Г. Кривенкова [11] и А.В. Хуторской [8]. И.А. Зимняя, например, определяет компетентность как способность эффективно применять знания, умения и навыки в реальных, неформальных контекстах, выходя за рамки стандартных учебных ситуаций. Однако следует отметить, что определение компетентности остается предметом дискуссий. Некоторые исследователи акцентируют внимание на когнитивных аспектах (знание и понима-

ние), другие – на психомоторных навыках и практическом опыте, третьи – на социально-эмоциональных качествах и способности к сотрудничеству и саморегуляции. Например, концепция ключевых компетенций, разработанная Европейским Союзом, подчеркивает именно межпредметный характер компетенций и их значение для успешной адаптации в постоянно меняющемся мире. В этом контексте важно различать общекультурные компетенции (коммуникативные, информационно-технологические, социальные) и предметные компетенции, специфичные для определенной области знаний.

Сущность проектной и исследовательской деятельности глубоко проанализирована в работах Е.А. Орловой [12], Е.А. Румбешта, В.З. Мидукова, А.Л. Бородина и Е.П. Бородиной [13]. Эти исследования рассматривают проектную деятельность не только как метод обучения, но и как самостоятельную форму организации учебного процесса, способствующую развитию критического мышления, креативности и навыков решения проблем. Важными аспектами являются определение целей и задач проектной деятельности, а также выбор адекватных методов оценки результатов. Например, оценка может быть ориентирована как на достижение конкретных продуктов проекта (например, рабочий прототип, научный доклад), так и на процесс работы над проектом (командная работа, умение планировать и организовывать работу, самостоятельность в принятии решений).

Методики оценки формирования проектно-исследовательских компетенций представлены в работах А.С. Корзуниной [6] и Г.В. Вишневецкой [4], они включают различные инструменты – от традиционных тестов и экзаменов до портфолио, самооценки и взаимооценки. Выбор методики зависит от конкретных целей оценки и особенностей образовательной среды. Некоторые исследования предлагают использование смешанных методов оценки, объединяющих количественные и качественные данные.

Зарубежные исследования, представленные работами Ф. Го, В. Нирантранона [3], Р.В. Пастрано, Р.С. Декано, А. Суластри, Т. Хелмиа, Д. Сямсудина [14], Сон Ми Кима, Юн Соб Муна и Джа Хвана [2], часто ориентированы на эмпирическое изучение эффективности различных педагогических технологий в развитии компетенций. Эти исследования используют разнообразные методологические подходы, включая экспериментальные исследования, корреляционные анализы и качественные методы исследования (например, интервью, фокус-группы).

Особый интерес представляет работа М. Йокуш и Э. Булут [15], использующая метод Дельфи для определения ключевых компетенций и разработки инструментов их измерения. Метод Дельфи позволяет получить консенсус мнений экспертов в определенной области и обеспечить валидность инструментов оценки. Применение метода Дельфи в исследовании компетенций дает возможность учесть субъективные факторы и обеспечить более объективную оценку компетенций. Однако следует отметить, что результаты исследования, основанного на методе Дельфи, могут зависеть от состава экспертной группы и формулировки вопросов.

В заключение можно сказать, что историография изучаемой темы представляет собой динамично развивающееся поле исследований, в котором постоянно появляются новые теоретические концепции и эмпирические данные. Дальнейшие исследования должны быть направлены на уточнение определения компетенций, разработку эффективных методик их оценки и создание инновационных образовательных технологий, способствующих развитию компетенций у обучающихся. Особое внимание следует уделять междисциплинарному характеру исследований и использованию смешанных методов исследования, позволяющих получить более полную и объективную картину формирования и развития компетенций в процессе проектно-исследовательской деятельности.

Основные подходы к оценке критериев сформированности проектно-исследовательских компетенций у школьников старших классов

В рамках существующего научно-педагогического дискурса можно выделить два направления исследований в сфере оценивания сформированности проектно-исследовательской компетенции школьников: качественное и количественное. В исследованиях первого направления образование понимается как совокупность развития, воспитания и обучения школьников, которые неизбежно претерпевают изменения, адаптируясь к сложившейся ситуации на рынке труда, позволяя сформировать необходимые навыки для будущей профессии. Следовательно, в рамках качественного подхода оцениваются следующие проектно-исследовательские компетенции:

- 1) организационно-творческая компетенция (навыки рефлексии и самоконтроля при реализации проектного метода обучения);
- 2) мотивационная компетенция (сформированный внутренний интерес к теме

проекта и к самостоятельной исследовательской деятельности);

3) деятельностно-созидательная компетенция (желание реализовать свои знания и навыки для решения нестандартной ситуации с помощью самостоятельного исследования).

По мнению сторонников качественного подхода к оцениванию проектно-исследовательской компетенции, ученик старших классов должен самостоятельно моделировать свой план обучения, исходя из своих интересов, опыта и навыков. При этом проектно-исследовательская компетентность разграничивается от приведенного выше набора проектно-исследовательских компетенций и представляет собой «интегративную характеристику личности, которая выражается в готовности к самостоятельной теоретической и практической деятельности по созданию проектов». Следовательно, качественные критерии оценки фактически описывают фундамент самостоятельной личности, понимающей свои способности и обладающей инициативой в проектной деятельности [12, с. 239].

Таким образом, проектно-исследовательская деятельность в рамках качественного подхода понимается как обучение исследовательским технологиям и их использованию в дальнейшем процессе познания. В рамках качественного подхода оцениваются следующие критерии сформированности проектно-исследовательских компетенций: когнитивный, волевой, эмоциональный, мотивационный и деятельностный компоненты.

Сторонниками качественного подхода эти критерии оцениваются, как правило, с помощью психологического диагностического инструментария (табл. 1).

В контексте качественной оценки проектно-исследовательской компетенции обучающихся старших классов исследователи преимущественно акцентируют внимание на методах, направленных на вовлечение

школьников в практическую деятельность. Данные методы способствуют развитию навыков проектирования у обучающихся за счет применения и углубления полученных теоретических знаний. В процессе работы над проектом обучающиеся имеют возможность дополнять и развивать его, проводя самостоятельные исследования на основе имеющихся данных [3].

Ориентируясь на продуктивную командную работу, исследователи предлагают оценивать проектно-исследовательскую компетенцию как набор субкомпетенций: способность ученика самостоятельно регулировать свою работу в группе, распределять обязанности, ставить цели, анализировать результаты, работать друг с другом и т.д. [5].

Использование качественных научных методов для оценки уровня сформированности проектно-исследовательской компетенции школьников имеет свои преимущества:

- результаты формирования проектно-исследовательской компетенции оцениваются как промежуточные итоги для дальнейшего развития, а не как окончательные достижения школьника;

- результаты оцениваются исходя из индивидуального подхода к качествам личности, в том числе с социально-психологической точки зрения, о чем свидетельствует применение инструментов психологической диагностики.

Второй – количественный – подход подразумевает, что формирование проектно-исследовательских компетенций оценивается по критериям, которые можно описать количественно, методами статистического анализа. К числу таких критериев исследователи относят уровни сформированности компетенций у школьников по ставшей уже классической методике И.А. Зимней (табл. 2): низкий уровень сформированности (1–3 балла); средний уровень сформированности (4–6 баллов), высокий уровень сформированности (7–10 баллов) [10].

Таблица 1

Уровни и диагностический инструментарий критериальной оценки сформированности проектно-исследовательских компетенций у школьников старших классов

Креативные компетенции	Инструментарий диагностики
Когнитивный компонент	Рисуночный тест Силвер (Диагностика когнитивной и эмоциональной сфер личности)
Волевой компонент	Тест «Волевые качества личности» (ВКЛ) М.В. Чумакова
Эмоциональный компонент	«Шкала эмоционального интеллекта» Н. Холла Тест эмоционального интеллекта Д.В. Люсина (ЭМИн) Диагностика «принятия других» В. Фрея
Мотивационный компонент	Диагностика мотивационной структуры личности В.Э. Мильмана
Деятельностный компонент	Тест Леонгарда–Шмишека

Таблица 2

Пример количественной оценки сформированности проектно-исследовательских компетенций по методике И.А. Зимней [10]

Уровни сформированности креативных компетенций по И.А. Зимней		
Низкий (1–3 балла)	Средний (4–6 баллов)	Высокий (7–10 баллов)
<p>Проявляет периодический интерес к обучению в отдельной предметной области, необходимо внешнее поощрение. Не связывает обучение с личным саморазвитием. Способен оценить и контролировать свое эмоциональное состояние, но не стремится к пониманию эмоционального состояния других. Эмпатия проявляется крайне редко. Для выполнения заданий необходим шаблон или пример. Самостоятельное мышление почти полностью отсутствует</p>	<p>Проявляет устойчивый интерес к обучению в нескольких предметных областях, но при наличии внешнего поощрения проявляет большую активность. Может планировать свою учебную деятельность; может оценивать и контролировать свое эмоциональное состояние; проявляет умеренную эмпатию к другим. Для выполнения заданий требуется шаблон, который может модифицировать, если чувствует внешнюю поддержку. Самостоятельное мышление использует редко</p>	<p>Проявляет постоянный интерес к обучению в разных предметных областях, независимо от внешнего поощрения. Имеет устойчивую внутреннюю мотивацию. Владеет навыками самооценки своей исследовательской деятельности; полностью контролирует свое эмоциональное поведение и внимательно относится к эмоциям других людей. Хорошо развита эмпатия, которая применяется в ходе командной работы с коллегами. Способен вариативно использовать стратегии обучения в исследовательской деятельности, может не только модифицировать шаблон, но и создавать собственный шаблон, новый пример в проектно-исследовательской деятельности</p>

Сторонниками количественного подхода к оценке формирования проектно-исследовательских компетенций у школьников старших классов в качестве независимых переменных принимают учебные мероприятия, связанные с проектно-исследовательской деятельностью. Зависимыми переменными в данном случае являются три мета-навыка, лежащих в основе исследовательской деятельности, а именно:

- 1) планирование;
- 2) мониторинг (контроль);
- 3) оценка результатов деятельности.

В рамках количественного подхода критериальное оценивание основывается в основном на результатах контрольных точек учебного процесса [15]. При этом для выявления уровней сформированности проектно-исследовательской компетенции используется формативное оценивание, при котором учащиеся получают задания не с целью проверки своих знаний и умений, а с целью проверки их сформированности. Соответственно, ошибки учеников в такой методике оценивания являются нормальными, и их появление должно вызывать не отрицательную оценку, а положительную обратную связь, которая означает разъяснение того, что и как нужно исправить. В этом заключается основное преимущество количественного метода оценивания: каждый компонент проектно-исследовательских компетенций можно оценить по 10-балльной системе и наглядно представить прогресс

ученика по уровням сформированности проектно-исследовательской компетенции.

Еще одним неоспоримым преимуществом количественного метода оценивания является то, что обратная связь дается учителем непосредственно во время работы над проектом группе учеников и индивидуально. Оценка результатов работы каждого ученика проходит на каждом уроке [13, с. 32]. Основной формой для такого оценивания является отчет, в котором учениками фиксировались ответы на вопросы, результаты заданий и исследовательской деятельности. Такой подход позволяет количественно оценить знания и предметные умения, которые входят в состав проектно-исследовательских компетенций.

Выводы

В результате проведенного обзорного исследования можно сделать следующие выводы.

1. Для успешного обучения в вузе, следующего трудоустройства обучающиеся старших классов должны овладеть проектно-исследовательской компетенцией, которая является одной из основных общих компетенций. Она основана на креативном и самостоятельном мышлении, которое позволяет обучающемуся перерабатывать, модифицировать имеющиеся шаблоны действий в новые стратегии обучения. При этом оценивание сформированности проектно-исследовательской компетенции мо-

жет производиться как учителем, так и самим учеником.

2. В современной научной педагогической литературе применяются два подхода к выделению и оцениванию критериев: качественный и количественный. Оба подхода могут применяться как самостоятельно, так и вместе, так как качественные критерии могут дополнить количественные показатели сформированности компетенций обучающихся старшей школы.

Однако на данный момент еще не существует единого набора критериев и универсальной методики их оценки для формирования проектно-исследовательской компетенции у обучающихся старших классов.

Список литературы

1. ФГОС Основное общее образование (в редакции Приказа Минобрнауки России от 29.12.2014 № 1644). [Электронный ресурс]. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-ooo/> (дата обращения: 23.10.2024).
2. Sun Mi Kim, Yun Seob Moon, Eun Ja Hwang. Exploration of Core Competencies from Delphi Survey and Design of Their Measurement Tools and Teaching & Learning Programs for Environmental Education in Elementary Schools // *Brain, Digital and Learning*. 2023. Vol. 13. P. 34-52.
3. Guo F., Nirantranon W. Development Competencies of Junior Middle School Physical Education Teachers in Dongguan City // *International Journal of Sociologies and Anthropologies Science Reviews*. 2023. Vol. 3(5). P. 403-420.
4. Вишневецкая Г.В. Научно-исследовательская и проектная деятельность по русскому языку и литературе как способ развития ключевых компетенций учащихся // *Вестник Таганрогского института имени А.П. Чехова*. 2011. № 1. С. 6-12.
5. Коренева А.В., Шилова Н.В. Влияние проектной технологии на формирование исследовательских умений школьников в процессе лингвистического образования // *Проблемы современного педагогического образования*. 2022. № 74-1. С. 127-131.
6. Корзунина А.С. Организация внеурочной работы по предмету как средство формирования проектно-исследовательской компетенции // *Вестник науки*. 2023. № 6 (63). С. 341-346.
7. Pastrano R.V., Decano R.S. Motivational and supervisory competencies of secondary school administrators in the new normal education // *EPRA International Journal of Environmental Economics Commerce and Educational Management*. 2021. Vol. 2. P. 44-62.
8. Хуторской А.В. Ключевые компетенции как компонент личностно-ориентированной парадигма // *Народное образование*. 2003. № 2. С. 58-64.
9. Носков Н. Г., Крузе Б. А. Сущность и типология проектно-исследовательских компетенций школьников старших классов: дидактические задачи и особенности формирования // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики*. Серия «Гуманитарные науки». 2024. № 6-2. С. 108-112.
10. Зимняя И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования // *Высшее образование сегодня*. 2003. № 5. С. 35-41.
11. Кривенкова Н.Г. Лингвистические проекты и исследования как эффективный фактор формирования коммуникативной компетенции подростков в условиях детского общественного объединения // *Общество: социология, психология, педагогика*. 2021. № 12 (92). С. 355-359.
12. Орлова Е.А. Проектная деятельность социальной направленности как средство формирования исследовательских компетенций школьников // *Вестник ГГУ*. 2013. № 11. С. 238-242.
13. Бородин А.Л., Бородина Е.П. Организация системы формирования проектной и исследовательской культуры в гимназии в условиях реализации новых образовательных стандартов // *Муниципальное образование: инновации и эксперимент*. 2012. № 3. С.31-34.
14. Sulastrı A., Helmiа T., Syamsudin D. The Role of Teachers in Improving Quality of Education and Developing Competencies of Primary School Students // *Continuous Education Journal of Science and Research*. 2023. Vol. 5(1). P. 1-8.
15. Yokuş M., Bulut, E. An evaluation of change management competencies of basic school education // *Journal of Advanced Education Studies*. 2023. Vol. 5(1). P. 13-27.

УДК 378.4(470.56)
DOI 10.17513/snt.40262

ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЮРИДИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Ольховая Т.А., Ковалева О.А., Садова В.А.

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

Цель исследования – на основании анализа мнений научных экспертов и изучения специфики использования современных цифровых технологий в юридической деятельности определить ключевые задачи применения цифровых технологий в процессе подготовки будущих юристов с учетом расширения опыта использования развивающихся технологий (в первую очередь искусственного интеллекта) в различных сферах жизни современного общества. Данная статья представляет исследование перспективных линий трансформации юридического образования в современных условиях. Проведен анализ целей и задач цифровой трансформации юридического образования, определены концептуальные основы трансформации юридического образования, определены концептуальные основы трансформации юридических процессов, выявлена необходимость разработки методического сопровождения освоения будущими юристами цифровых инструментов осуществления профессиональной деятельности, обоснована значимость выработки законодательных положений в сферах цифровой трансформации юридической деятельности и юридического образования. Развитие теоретических положений, разработка методологии и прикладного инструментария цифровой трансформации юридического образования на основе использования интегрированных инструментов, повышающих эффективность освоения опыта профессиональной деятельности в условиях расширения спектра цифровых сервисов и технологий, составят основу развития практики юридического образования в современных условиях. Результаты работы, представленные в статье, внесут вклад в дискуссию о необходимости установления четких целей и задач цифровой трансформации юридического образования, а также послужат основой для совершенствования обучения будущих юристов современным цифровым технологиям в контексте их эффективного адаптивного использования в профессиональной деятельности.

Ключевые слова: цифровая трансформация, трансформация юридического образования, цифровая компетентность будущего юриста, симуляторы

PROSPECTS FOR THE STUDY OF THE DIGITAL TRANSFORMATION OF LEGAL EDUCATION IN MODERN CONDITIONS

Olkhovaya T.A., Kovaleva O.A., Sadova V.A.

Orenburg State University, Orenburg, e-mail: tatjana.olhovaja@mail.ru

The research objective is to determine the key tasks of using digital technologies in the process of training future lawyers, taking into account the expansion of experience in using developing technologies (primarily artificial intelligence) in various spheres of modern society based on the analysis of the opinions of scientific experts and the study of the specifics of the use of modern digital technologies in legal activity. This article presents a study of prospective lines of transformation of legal education in modern conditions. The analysis of the goals and objectives of the digital transformation of legal education is carried out, the conceptual foundations of the transformation of legal education in connection with the digitalization of social processes are defined, the need for the development of methodological support for the development of digital tools for professional activity by future lawyers is revealed, the importance of developing legislative provisions in the areas of digitalization of legal activity and legal education is substantiated. The development of theoretical provisions, the development of methodology and applied tools for the digital transformation of legal education based on the use of integrated tools that increase the effectiveness of mastering professional experience in the context of expanding the range of digital services and technologies will form the basis for the development of the practice of legal education in modern conditions. The results of the work presented in the article will contribute to the discussion on the need to establish clear goals and objectives of the digital transformation of legal education, as well as serve as a basis for improving the training of future lawyers in modern digital technologies in the context of their effective adaptive use in professional activities.

Keywords: digital transformation, transformation of legal education, digital competence of a future lawyer, simulators

Введение

Широкое внедрение цифровых технологий в различных сферах и областях, регулируемых правом, ведет к появлению новых социально-экономических отношений, новых предметов регулирования, а также новых подходов и средств обучения. Расширение гибридного партнерства человека и искусственного интеллекта в различных

сферах жизни требует определения как технических, так и этических и юридических аспектов этого взаимодействия. В настоящее время феномен цифровой трансформации вызывает внимание исследователей не только в контексте достижения операционной эффективности и гибкости за счет использования цифровых решений, но и переосмысления стратегий профессиональной

деятельности в цифровом мире и преобразования образовательных систем, включая подготовку профессиональных юристов. Все более и более востребованными становятся профессионалы, которые одинаково успешно разбираются как в технических, так и в узкоспециализированных (предметных) аспектах своей профессиональной деятельности.

Цифровые навыки стали одним из ключевых инструментов в профессиональной деятельности юриста. В то же время сегодня отсутствуют как основательные исследования правового регулирования цифровых отношений, так и комплексные исследования по моделям управления подготовкой юристов и трансформации их образования в условиях цифрового общества [1].

Анализ образовательных программ ведущих российских университетов показывает, что лишь пятая часть из них включает курс «Цифровое право» в программу для юристов. Однако детальное изучение рабочих программ этой дисциплины свидетельствует о том, что студенты не получают достаточных практических навыков в областях работы с цифровыми технологиями и защиты прав человека в сфере IT. Требуется разработка детализированных учебных программ и научно-методического обеспечения освоения цифровых инструментов в профессиональной юридической деятельности на этапе подготовки студентов [1].

Таким образом, совершенствование системы подготовки юристов должно основываться на создании современных образовательных технологий, которые обеспечат эффективное применение цифровых инструментов и внедрение новых профессионально ориентированных учебных курсов, отражающих кардинально изменившиеся юридические реалии цифровой экономики.

Цель исследования – на основании анализа мнений научных экспертов и изучения специфики использования современных цифровых технологий в юридической деятельности определить ключевые задачи применения цифровых технологий в процессе подготовки будущих юристов с учетом расширения опыта использования развивающихся технологий (в первую очередь искусственного интеллекта) в различных сферах жизни современного общества.

Материалы и методы исследования

В качестве методов исследования в работе использовались методы анализа научных источников, обобщение научной литературы, анализа нормативных документов, а также критический анализ мнений экспер-

тов о необходимости внедрения в образовательный процесс цифровых технологий.

Цифровая трансформация профессионального образования (в том числе юридического) является необходимым элементом цифровой трансформации общества. К общим задачам цифровой трансформации юридического образования авторы относят: применение новых технологий профессиональной подготовки, менеджмент образовательного процесса, обеспечивающий соединение цифровых данных и технологий с задачами профессиональной подготовки юристов.

Необходимо детализировать специфику цифровой компетентности будущих юристов, разработать сценарии для проектирования новых цифровых образовательных сервисов (продуктов), предложить научно-методическое сопровождение внедрения работы с данными и цифровыми сервисами в процесс преподавания юридических дисциплин.

Построение прогнозных вариантов трансформации подготовки юристов в условиях цифрового общества связано с разработкой методологии и прикладного инструментария цифровой трансформации юридического образования на основе использования интегрированных инструментов, повышающих эффективность освоения опыта профессиональной деятельности в условиях расширения спектра цифровых сервисов и технологических решений в юридической сфере.

Исследование общих закономерностей, конкретных тенденций и противоречий цифровой трансформации юридического образования будет способствовать определению научно-методических программ повышения качества профессиональной подготовки будущих юристов и развитию их профессиональной субъектности, обогащению практики современного юридического образования новыми технологическими решениями.

Современное состояние научных исследований относительно вопросов цифровой трансформации юридического образования отличается малым количеством публикаций по данному направлению, указанное направление изучалось выборочно, посредством освещения ключевых задач и проблем. Анализ трендов цифровой трансформации современного мира представили в своем исследовании А. Прохоров и Л. Коник. Анализируя технологические тренды, на которых базируется цифровая экономика, авторы отмечают, что цифровая трансформация не может замыкаться только на технических решениях, «основное внимание должно быть направлено не на технологии, а на переосмысление стратегии деятельности. Кроме

того, в разных индустриях и сферах деятельности набор технологий, определяющих цифровую трансформацию, неизбежно будет разным» [2, с. 17]. Определяя возможные перспективы и направления цифровой трансформации юридического образования, отметим необходимость смещения фокуса на вопросы повышения эффективности подготовки будущих юристов на основе использования широкого спектра цифровых технологий и оперативности изменения/развития юридической практики в ответ на новые вызовы цифрового общества.

Комплексно феномен высшего образования в цифровую эпоху исследовал Уильям. Г. Боуэн, однако акцент в его работе на специфике онлайн-обучения лишь в незначительной степени (в первую очередь в экономическом аспекте) затрагивает другие аспекты цифровой трансформации. В контексте данного исследования интерес представляет мнение автора о том, что основная часть проблем эффективности образования в цифровую эпоху являются концептуальными, организационными и административными, а у большинства проблем по трансформации образования есть «одно общее свойство – они требуют сильного институционального руководства, а также новых идей по принятию решений» [3, с. 106]. Именно поэтому важно определение стратегических задач и перспективных линий цифровой трансформации профессионального образования как общего контура системных изменений образовательной практики. В исследовании М.В. Шугурова в качестве методологического основания выбрана диалектика общего и особенного, которая экстраполируется на сферу юридического образования в условиях региональной интеграции [4]. Другим методологическим основанием выступает ценностный подход, позволяющий осознать изменения в мировоззренческом измерении современного юридического образования.

В работе «К концепции развития юридического образования в эпоху цифровой экономики» авторы представляют систему взглядов и положений, сформулированных частью научно-педагогического сообщества, считающего целесообразным изменение парадигмы юридического образования с учетом задач, определенных цифровой экономикой. Авторская концепция определяет цели и основные направления совершенствования юридического образования в эпоху цифровой экономики [5].

Отметим расширение понятийного аппарата, онтологии цифровых технологий в гражданско-правовых отношениях, правовых аспектах применения отдельных

цифровых технологий, цифровых активов в имущественном обороте в процессе исследования следующих проблемных вопросов:

– определение правового статуса роботов посредством категорий классической теории о лицах (Г.А. Гаджиева) [6];

– обоснование правового регулирования особенностей функционирования цифровой экономики, направленного, с одной стороны, на развитие инноваций, а с другой стороны, на предупреждение возможных рисков (К.М. Беликова, В.А. Вайпан) [7, 8];

– «оцифровке» юридических технологий, применяемых в правотворчестве, разработке и использовании «цифрового юр-текста» при создании проектов нормативных правовых актов (Т.Я. Хабриева) [9];

– анализ и оценка результативности использования искусственного интеллекта в различных сферах, исследования феномена когнитивной корпорации (Т. Davenport, R. Ronanki) [10].

Результаты исследования и их обсуждение

В настоящее время развитие российской системы образования на всех уровнях, включая высшее образование, характеризуется активным интегрированием передовых цифровых технологий в образовательный процесс. Без их использования невозможно подготовить квалифицированных специалистов. Немаловажную роль цифровые технологии играют в подготовке будущих юристов, что обусловлено стремительным развитием российского законодательства и увеличением объема правовой информации [11]. Кроме того, специфика юридической деятельности предъявляет высокие требования к актуальности, достоверности и полноте предоставляемой информации. Отдельного обсуждения заслуживает практика использования искусственного интеллекта в профессиональной деятельности.

Применение современных информационно-коммуникационных технологий в обучении юристов позволяет более точно соответствовать требованиям работодателей. Увеличение интенсивности учебного процесса за счет использования этих технологий способствует повышению активности студентов, их заинтересованности, а также, в конечном итоге, эффективности и качества обучения. Однако необходимо детально рассматривать риски и ограничения, возникающие при цифровой трансформации юридического образования. Например, изменение структуры учебной нагрузки, утрата «живого» общения преподавателей и студентов, дефицит индивидуально настраиваемых инструментов образовательных

платформ; недостаточность готовых цифровых образовательных технологий для подготовки будущих специалистов, в том числе юристов.

Внедрение технологий, таких как симуляторы юридической деятельности, обеспечит рост объема информации, доступной для обучения, оптимизацию поиска и использования необходимых данных, а также углубление трансдисциплинарных связей. Следовательно, совершенствование методического обеспечения образовательного процесса на юридических факультетах требует массового внедрения обучения в формате цифрового рабочего места юриста.

Создание современных симуляторов юридических казусов является необходимым шагом для значительного повышения информационно-методической поддержки юридического образования. Новые подходы к изложению профессионально ориентированной учебной информации в условиях, максимально приближенных к реальным, помогут удовлетворить современные требования работодателей к выпускникам юридических вузов и осуществить реальную трансформацию юридического образования.

Пандемия ускорила цифровую трансформацию, которая проникла практически во все сферы жизни человека и не обошла стороной образование. Все чаще занятия организуются на базе цифровых технологий, а офлайн-встречи в аудиториях становятся скорее исключением. Можно привести большое количество преимуществ в цифровой учебе и примеров позитивного влияния онлайн-образования. К их числу, несомненно, относятся:

1. Главное – экономия времени (как преподавателя, так и студента), одного из значимых человеческих ресурсов.

2. У молодых специалистов появляется возможность не только учиться, но и начать заниматься практической деятельностью. Теория и практика на ранних этапах профессиональной деятельности может привести к синергетическому эффекту, что, безусловно, отразится на скорости построения карьеры в будущем и предоставит дополнительные конкурентные преимущества.

3. Возможность принятия участия в занятии вне зависимости от часового пояса. Указанное преимущество можно отнести к ключевым. Теперь студенту необязательно переезжать из своего города. Он может получить образование в вузе, о котором мечтал, и в дальнейшем стать высококлассным специалистом в своем регионе.

4. Экономия частных учебных заведений на издержках, в том числе, возможно,

на арендной плате, и возможность пригласить более ценного специалиста в качестве спикера.

При всех очевидных достоинствах существуют определенные недостатки, главный из которых – отсутствие сенситивной связи между преподавателями и студентами, которая очень важна во время обучения. Несомненно, при личных встречах намного проще поддерживать градус дискуссии.

Кроме того, согласно результатам многих исследований, во время онлайн-занятия в среднем человек может сохранять полную концентрацию в течение первых 30 минут. При этом харизматичный спикер, способный заинтересовать своих студентов, может «держать» офлайн-аудиторию на протяжении более долгого времени.

Нельзя не упомянуть о надвигающейся тенденции популярности обучения с помощью записей вебинаров, хронометраж которых может различаться. Концепция обучения предполагает, что студент прослушивает записи лекции в удобное для него время и выполняет контрольные задания, которые проверяет и оценивает преподаватель. Разумеется, подобная система не распространена в вузах, но пользуется определенной популярностью в корпоративных университетах и на программах повышения квалификации. Эта тенденция несет серьезную опасность, начиная с потенциально низкого качества образования, заканчивая проблемой социализации и в конце концов девальвации образования в целом.

С таким успехом вскоре офлайн-образование может приобрести элитарные свойства и будет доступно очень узкому кругу людей, а может быть, напротив, станет архаичным способом преподавания.

Понимаем, что цифровая трансформация общества – это закономерный этап развития человечества. И те, кто не сможет адаптироваться к изменениям, стать более гибкими, рано или поздно проиграют. Процесс цифровой трансформации общественной жизни, который заключается в переходе из офлайна в онлайн, расширяет возможности потребления услуг, в том числе образовательных. Но в образовательной деятельности должен сохраняться в той или иной мере «традиционный» подход к преподаванию.

Гибридная форма преподавания может стать эффективным решением: часть занятий проходит очно, а другая – онлайн. Такой подход позволяет гибко адаптироваться к различным ситуациям. В случае возникновения непредвиденных обстоятельств преподаватель или студенты смогут быстро принять решение о переносе занятия в «цифровую реальность».

Для успешной цифровой трансформации юридического образования необходимо создать соответствующие условия и инструменты, которые обеспечат качественное и интерактивное обучение в сочетании с использованием современных технологий. Это позволит не только повысить доступность образования, но и улучшить его качество, соответствуя требованиям времени и запросам специалистов-правоведов. Для этого необходимо провести ряд процедур, направленных на повсеместное введение в образовательный процесс цифровых инструментов:

1. Определение концептуальных основ цифровой трансформации юридического образования (предполагает комплексный анализ тенденций и моделей цифровой трансформации юридического образования в современном мире, изучение зарубежных и отечественных практик применения цифровых образовательных технологий юридического образования, обоснование компоненты цифровой компетентности студентов-юристов, разработку вариантов научно-методического сопровождения формирования цифровой компетентности студентов при изучении профессионально-ориентированных юридических дисциплин).

2. Разработка методического сопровождения освоения студентами-юристами цифровых инструментов осуществления профессиональной деятельности (разработка учебной дисциплины для будущих юристов, ориентированной на формирование навыков использования цифровых технологий, адаптированную под информационные технологии и автоматизацию, позволяющую студенту-юристу грамотно ориентироваться в цифровом пространстве, обучаться и применять на практике новые цифровые технологии как ресурс достижения успеха в образовательной и профессиональной деятельности; повышение цифровой компетентности профессорско-преподавательского состава юридического факультета ФГБОУ ВО ОГУ).

3. Проектирование инструментария цифровой трансформации юридического образования (внедрение в учебный процесс нового программного обеспечения и разработка авторских сценариев для создания симуляторов юридически значимых действий, для отработки навыков профессиональной деятельности и развития профессиональной субъектности студентов-юристов; создание мобильной цифровой лаборатории на базе юридических факультетов, разработка проекта платформенного решения для профессиональной подготовки будущих юристов).

4. Выработка законодательных положений внесения изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» для закрепления и эффективной работы в направлении цифровой трансформации юридического образования. Например, для закрепления единой цифровой платформы, которая содержала бы информацию о выпускниках всех российских вузов (помимо оценок по всем изученным дисциплинам, оно содержало бы портфолио с достижениями, участием в общественной жизни вуза, спортивными достижениями, информацией о волонтерстве и т.д.) в которой авторизованный пользователь (потенциальный работодатель) сможет ознакомиться с информацией о выпускнике вуза в цифровом пространстве.

Значимость результатов исследования будет проявляться в качественном изменении классического юридического образования, открытости информации работодателям о достижениях обучающихся, что повысит конкурентность юристов на рынке труда, в том числе за счет владения навыками работы с цифровыми инструментами.

Глобальные и внутренние события влияют на сферу образования, которая, в свою очередь, является источником социальных инноваций. Это происходит в том числе благодаря выпускникам и молодым специалистам. Образование – это ключевой фактор, определяющий будущее страны. Можно утверждать, что образование является той сферой жизни, где формируется будущее страны.

Выводы

Таким образом, определены основные задачи, требующие своего решения для успешного развития юридического образования в России:

1. Определение концептуальных основ цифровой трансформации юридического образования.

2. Разработка методического сопровождения освоения студентами-юристами цифровых инструментов осуществления профессиональной деятельности.

3. Проектирование инструментария цифровой трансформации юридического образования.

4. Выработка законодательных положений внесения изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» для улучшения эффективной работы выработанных направлений цифровой трансформации юридического образования.

Решение данных задач будет носить комплексный характер и предполагает возможность масштабирования.

Список литературы

1. Ковалева О.А. Значение внедрения цифровых технологий в развитие юридического образования // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: сб. материалов Всерос. науч.-метод. конф. (Оренбург, 26–27 января 2023 г.). Оренбург: ОГУ, 2023. С. 1935–1938.
2. Прохоров А., Коник Л. Цифровая трансформация. Анализ, тренды, мировой опыт. 2-е изд., испр. и доп. М.: КомНьюс Групп, 2019. 368 с.
3. Боуэн Уильям Г. Высшее образование в цифровую эпоху / Пер. с англ. Д. Кралечкина; под науч. ред. А. Смирнова. М.: Издательский дом Высшей школы экономики, 2018. 224 с.
4. Шугуров М.В. Основные направления трансформации юридического образования в контексте Европейского пространства высшего образования // Юридические исследования. 2015. № 6. С. 69–106. DOI: 10.7256/2409-7136.2015.6.14835.
5. Жильцов Н.А., Чердаков О.И. К Концепции развития юридического образования в эпоху цифровой экономики // Юридический мир. 2018. № 12. С. 43–51.
6. Гаджиев Г.А. Является ли робот-агент лицом? (Поиск правовых форм для регулирования цифровой экономики) // Журнал российского права. 2018. № 1. С. 15–29. URL: <https://jrnnorma.ru/articles/article-2277.pdf?1734082028>. (дата обращения: 11.10.2024). DOI: 10.12737/art_2018_1_2.
7. Беликова К.М. Особенности правового регулирования цифровой интеллектуальной экономики // Закон и право. 2018. № 8. С. 26–30.
8. Вайпан В.А. Основы правового регулирования цифровой экономики // Право и экономика. 2017. № 11. С. 5–18.
9. Хабриева Т.Я., Черногор Н.Н. Право в условиях цифровой реальности // Журнал российского права. 2018. № 1. С. 85–102. DOI: 10.12737/art_2018_1_7.
10. Davenport T.H., Ronanki R. Artificial intelligence for the real world // Harvard business rev. Boston, 2018. Vol. 96, Is. 1/2. P. 108–116. [Электронный ресурс]. URL: <https://blockqai.com/wp-content/uploads/2021/01/analytics-hbr-ai-for-the-real-world.pdf> (дата обращения: 11.10.2024).
11. Жуковская Н.Ю., Калинина Е.В. Трансформация системы профессиональной подготовки юристов в условиях цифровой экономики (организационно-управленческие аспекты) // Тренды и управление. 2018. № 4. С. 11–16. DOI: 10.7256/2454-0730.2018.4.28234.

УДК 378.4:378.14
DOI 10.17513/snt.40263

ВЛИЯНИЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ УМЕНИЙ У БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ И ИХ ГОТОВНОСТЬ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Павлова Л.В.

ФГБОУ ВО «Псковский государственный университет», Псков, e-mail: kafmtg@pskgu.ru

Целью исследования является определение тех методических умений, которые эффективнее формируются у будущих учителей математики в ходе педагогической практики, и определение влияния практики на готовность студентов работать в школе. Многие методические умения, которые необходимы учителю математики в его профессиональной деятельности, могут развиваться только в ходе активной педагогической практики. При этом эти умения могут быть различными для определенных категорий студентов, поэтому они были выявлены до практики в ходе опроса и беседы со студентами Псковского государственного университета – будущими учителями математики. Это необходимо, чтобы эффективно организовать реализацию педагогической практики в школе и разработать методические задания, направленные на эффективное формирование этих умений. Такие методические задания направлены на отработку умений учителя-предметника, включают в себя развитие умений: разрабатывать сценарий урока, эффективно распределять время на каждый этап урока, объяснять материал и решать задачи у доски, поддерживать дисциплину на уроке и др. Учитывая дефицит учителей математики в современной системе образования, важно, чтобы студенты педагогических вузов были мотивированы работать в школе и при этом не испытывали сложностей в профессиональной деятельности. Поэтому в ходе беседы и опроса студентов до практики, а затем анализа отчетов студентов по практике было определено ее влияние на готовность будущих учителей математики к профессиональной деятельности. В результате было выявлено, что правильно организованная практика повышает интерес к профессии учителя.

Ключевые слова: будущие учителя математики, методические умения, методические задания, педагогическая практика, профессиональная деятельность

THE INFLUENCE OF PEDAGOGICAL PRACTICE ON THE FORMATION OF METHODOLOGICAL SKILLS OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS AND THEIR READINESS FOR PROFESSIONAL ACTIVITY

Pavlova L.V.

Pskov State University, Pskov, e-mail: kafmtg@pskgu.ru

The purpose of the study is to identify those methodological skills that are more effectively formed by future mathematics teachers during pedagogical practice and to determine the impact of practice on students' willingness to work at school. Many methodological skills that are necessary for a mathematics teacher in his professional activity can only be developed during active pedagogical practice. At the same time, these skills may be different for certain categories of students, so they were identified during a survey and a conversation with students – future teachers of mathematics at Pskov State University before practice. This is necessary in order to effectively organize the implementation of pedagogical practice at school and develop methodological tasks aimed at the effective formation of these skills. Such methodological tasks are aimed at practicing the skills of a subject teacher, include the development of skills: to develop a lesson scenario, effectively allocate time for each stage of the lesson, explain the material and solve problems at the blackboard, maintain discipline in the lesson, and others. Given the shortage of mathematics teachers in the modern education system, it is important that students of pedagogical universities be motivated to work at school and at the same time not experience difficulties in their professional activities. Therefore, during the conversation and interview of students before practice, and then the analysis of student reports on practice, its impact on the readiness of future mathematics teachers for professional activity was determined. As a result, it was revealed that properly organized practice increases interest in the teaching profession.

Keywords: future teachers of mathematics, methodical skills, methodical tasks, pedagogical practice, professional activity

Введение

На современном этапе развития общества школьная система образования испытывает серьезный дефицит педагогических кадров. В школах недостаточно учителей по многим дисциплинам, в том числе по математике. При этом молодые педагоги в первый год работы в школе испытывают много различных профессиональных проблем: недостаток практического опыта организации учебного процесса; распре-

деление времени на подготовку к уроку и на этапы урока; сложности и неуверенность при общении с родителями, которые зачастую старше педагога; психологическое давление со стороны родителей и руководства школы; необходимость оформления большого числа отчетной документации; отсутствие методической поддержки более опытного педагога, к которой они привыкли в вузе, и др. Все эти сложности приводят к тому, что многие молодые специалисты уходят из профессии.

Следовательно, еще при обучении в вузе необходимо строить процесс подготовки будущего учителя таким образом, чтобы он был готов к решению этих профессиональных задач в ходе первых лет работы в школе. Поэтому важно, чтобы методическая подготовка была не только теоретической (что, безусловно, важно!), но и практической, которая будет направлена на знакомство с работой учителя непосредственно в учебном заведении. Это возможно в ходе различных практик, которые организованы в вузе: учебной, методической и производственной (педагогической).

Каждая практика позволяет формировать определенные умения и навыки, связанные с профессиональной деятельностью будущего учителя математики. Например, в ходе методической практики [1], когда студенту необходимо проводить уроки, можно ознакомиться с процессом обучения в целом, анализировать деятельность учителя и учеников на уроках, знакомиться с документацией (дневниками, электронным журналом, программами, УМК, отчетами и др.), разрабатывать материалы для уроков.

Активная педагогическая практика позволяет студенту почувствовать себя в роли учителя. В ходе этой практики студент проводит уроки, работает с классом в роли классного руководителя, проверяет тетради и проводит оценку знаний и умений учащихся, решает различные учебные и воспитательные проблемы. И на данном этапе важно организовать процесс прохождения практики таким образом, чтобы будущий учитель не потерял интерес к профессии. Именно поэтому руководителю практики необходимо понимать, какие задания помогут студенту разобраться с работой учителя, увидеть возможности для реализации и развития, научиться эффективно решать различные профессиональные задачи и сформировать интерес к профессии.

Целью данного исследования является определение методических умений, которые эффективнее формируются у будущих учителей в ходе педагогической практики, и определение влияния практики на готовность студентов работать в школе.

Материалы и методы исследования

В современных условиях подготовка учителя становится приоритетным направлением в образовании [2–4] и немаловажное значение уделяется методической подготовке студентов. Методическая подготовка будущих учителей математики в вузе включает в себя теоретическую и практическую составляющие. Теоретическая подготовка направлена на формирование знаний в об-

ласти методики обучения предмета посредством лекционных занятий, индивидуальных заданий, информационных ресурсов и самостоятельной работы студентов. Отработать изученную теорию позволяют практические занятия, где студенты выполняют методические задания, которые направлены на формирование умений: составлять календарно-тематическое планирование, планировать уроки математики, составлять конспекты (сценарии) различных видов уроков, разрабатывать дидактические, обучающие и проверочные материалы, оценивать знания учащихся по готовым материалам, прописывать критерии оценивания и выставления отметки и т.д.

Однако сформировать методические умения в рамках аудиторных занятий сложно, а многие из умений и невозможно. Умение работать на уроке с пониманием, с теоремой или задачей формируется только тогда, когда студент в качестве учителя математики приходит в класс и работает с реальными учащимися. При этом он учится работать у доски, объяснять теоретический материал, задавать наводящие вопросы, работать с классом, распределять время для каждого этапа урока и его контролировать, отвечать на вопросы учащихся, следить за дисциплиной и др. Если перечисленные выше умения не сформированы в процессе обучения в вузе, то молодому учителю в первый год работы в школе приходится самостоятельно этому учиться, что создает определенные трудности, требует временных затрат, вызывает психологический дискомфорт. Поэтому очень важно сформировать эти умения на достаточном уровне еще в ходе педагогических практик под руководством опытного методиста.

Поэтому можно говорить о важности правильной организации педагогической практики [5], в ходе которой будущий учитель математики и будет формировать важнейшие методические умения, которые позволяют ему проводить уроки математики эффективно и качественно, что позволит школьникам приобретать необходимые знания и умения по математике, соответствующие требованиям стандарта.

Педагогическая практика в ПсковГУ у студентов направления Педагогическое образование с двумя профилями подготовки (Информатика и Математика, Физика и Математика) реализуется в двух семестрах (на 4 и 5 курсах). Каждая из этих практик длится в течение 6 недель и включает в себя задание по методике обучения математике.

Чтобы выявить, какие методические задания необходимо предлагать практикантам по методике обучения математике,

проводился опрос студентов 4 курса после первой педагогической практики для составления списка методических умений, которые недостаточно сформированы в ходе аудиторных занятий в вузе. В результате исследования был составлен список умений, которые требуется развивать в ходе педагогической практики:

- распределять время на уроке математики, чтобы успевать реализовать все этапы урока (отметили 90% опрошенных студентов);
- удерживать внимание класса в течение всего урока (отметили 75%);
- работать с классом при повторении материала, доказательстве теорем, решении задач на доске учителем, через наводящие вопросы (отметили 70%);
- проводить оценку знаний учащихся (объективно оценивать проверочные и контрольные работы, ответ у доски и т.д.) (отметили 54%);
- разрабатывать материалы для уроков с применением интерактивных и других современных технологий (отметили 50%);
- оценивать знания и умения учащихся, выставлять отметки за работу на уроке (35%).

Большинство из этих умений можно сформировать только в процессе профессиональной деятельности, то есть в ходе активной педагогической практики. Поэтому были разработаны методические задания, часть из которых студенты выполняют в ходе аудиторных занятий (например, составление плана урока и распределение времени на каждый этап; разработка материалов для урока с применением различных технологий; формулировка наводящих вопросов при решении задачи на доске и др.), часть в рамках методической практики (анализ урока учителя математики, разработка дидактических материалов по определенной теме, проверка домашних заданий), и также задания, которые студенты выполняют на педагогической практике.

Рассмотрим примеры методических заданий для педагогической практики.

Задание 1. Написать сценарий урока по теме «_____» по плану:

1. Тема урока (информативное и лаконичное определение того, чему посвящено занятие).
2. Цель урока (указание на то, зачем проводится занятие и что оно даст учащимся).
3. Планируемые задачи (указывается минимальный набор знаний и умений, который учащиеся должны приобрести по окончании занятия).

4. Вид и форма урока (указывается вид урока (ознакомление, закрепление, контрольная и др.) и в какой форме он проходит (лекция, игра, беседа и др.)).

5. Ход урока (этот раздел является самым объемным и трудоемким и включает в себя подпункты, которые соответствуют элементам урока (приветствие, опрос, проверка домашнего задания и т.д.); все этапы урока должны быть озаглавлены, указано количество отведенного на них времени).

6. Методическое обеспечение урока (указывается все, что будет использоваться в ходе урока (учебники, рабочие листы или тетради, раздаточный материал, карты, инструменты, технические средства и т.д.)).

Сценарий (или план-конспект) урока нужно оформить следующим образом:

Класс, предмет, учебник (название и автор).
Номер урока в теме. Дата проведения урока.

Тема урока. Тип урока.

Цели и задачи урока. Оборудование (что приготовить к уроку).

План-конспект урока (можно в произвольной форме или в виде таблицы «Конспект урока») (таблица).

Конспект урока

Этапы урока, время	Деятельность учителя	Деятельность учащихся
1. Организационный, 2 мин		
2. Актуализация знаний, 5 мин		
3. Изучение нового материала, 15 мин		
....		

Задание 2. Конспект урока из задания 1 показать учителю математики, к которому прикреплены в школе, обсудить замечания и внести правки в него. Правки и исправления выделяем в конспекте другим цветом.

Выявить и записать трудности, с которыми Вы столкнулись при подготовке к данному уроку и разработке сценария. Составить список недостающих методических умений, которые, на Ваш взгляд, помогли бы избежать этих трудностей.

Задание 3. Провести урок математики по разработанному сценарию. Выполнить самоанализ данного урока по схеме:

1. Особенности класса, которые были учтены при проектировании урока.
2. Место урока в изучаемой теме, характер связи урока с предыдущими и последующими уроками. Как это повлияло на проектирование и проведение урока.

3. Характеристика целей и задач урока. Планируемые результаты обучения. Развивающий характер урока.

4. Как был построен урок исходя из его замысла и задач.

5. На каком содержании, на каких знаниях и умениях делается главный акцент и почему.

6. Использование современных технологий обучения математике в данном уроке.

7. Взаимодействие учителя и учащихся на уроке. Как было запланировано при проектировании урока и как удалось это реализовать. Все ли получилось.

8. Что оказало наибольшее влияние (положительное и/или отрицательное) на формирование конечного результата.

9. Выводы. Успешность познавательной деятельности учеников и обучающей деятельности учителя. Оценка конечного результата (успешность усвоения понятийного содержания урока, формирования умений и навыков). Достижение целей урока. Вывод и самооценка. Что удалось на уроке лучше всего, какие коррективы нужно внести в урок?

Такие методические задания, направленные на формирование и развитие профессиональных умений, уже были представлены автором [6] и предлагаются и другими исследователями [7].

Результаты исследования и их обсуждение

Вторая часть исследования заключалась в определении уровня готовности будущих учителей математики работать в школе до выхода на педагогическую практику и после прохождения практики. Опрос студентов показал, что только 28% опрошенных уверены, что выбрали профессию правильно и готовы работать учителем математики; еще 18% студентов не уверены, что будут работать учителем после окончания вуза, но не исключают такую возможность; остальные, 54%, ответили, что не готовы быть учителем и работать в школе (рис. 1).

Среди причин неготовности работать в школе были названы следующие:

- неуверенность, что справятся с профессиональными обязанностями учителя математики;
- сложность и ответственность работы с детьми и подростками;
- отношение к профессии учителя в современном обществе;
- низкий уровень оплаты труда учителя;
- необходимость оформления большого количества отчетной документации и др.

Большинство из этих причин связаны с отсутствием практического опыта рабо-

ты учителем, мнением окружающих (особенно тем, что пишут в социальных сетях) и собственным опытом обучения в школе. Студенты еще не готовы рассматривать деятельность учителя с профессиональной точки зрения, видят в ней только сложности, большую ответственность и не понимают, как применить на практике тот объем теоретических знаний, которые они получают в вузе. При этом на рынке труда много других вакансий, которые рекламируются работодателями с описанием хороших условий труда, высокой заработной платы, возможности карьерного роста и т.д. Поэтому у студентов педагогических направлений в вузе низкий уровень мотивации для выбора школы в качестве места работы.

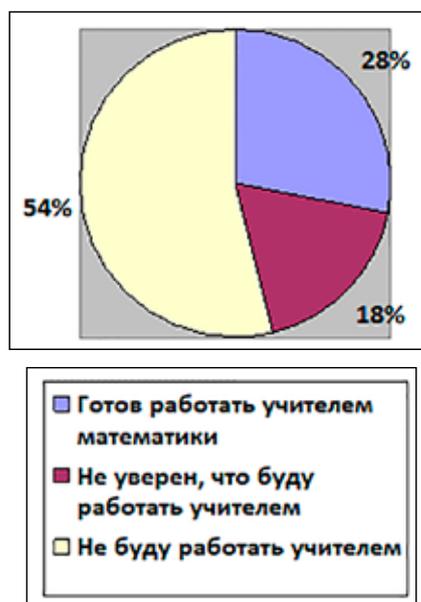


Рис. 1. Готовность студентов работать в школе до прохождения педагогической практики

Следовательно, в ходе практики в школе необходимо показать студентам возможности профессионального роста и развития для учителя, организовать поддержку и сопровождение таким образом, чтобы студент самостоятельно справлялся со всеми задачами, создать условия для самореализации.

После прохождения студентами первой и второй педагогических практик им было предложено ответить на эти же вопросы о готовности работать в школе. При этом отметим, что практика была организована с учетом выявленных дефицитов в знаниях и умениях конкретных студентов и для них были разработаны методические умения, направленные на изменение этой ситуации. Результаты опроса представлены на рис. 2.

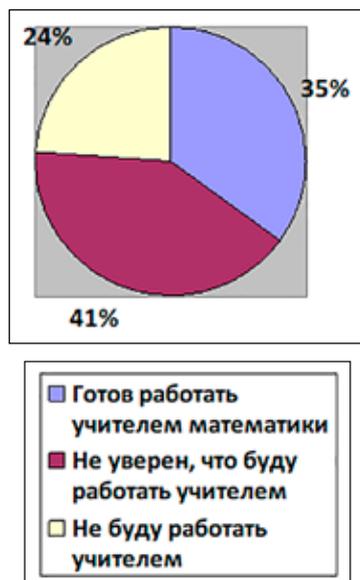


Рис. 2. Готовность студентов работать в школе после прохождения педагогической практики

Из рис. 2 видно, что число тех, кто готов работать в школе после окончания вуза, увеличилось до 35% (на 7%). В эту категорию перешли студенты, которые были не уверены, что выберут работу учителя в школе, но и не отрицали такую возможность, и один студент, который был уверен до практики, что «никогда не пойдет работать в школу учителем». Однако уже после первой практики этот студент согласился работать в школе, где проходил практику (правда, учителем информатики).

В категории «не уверен, но возможно» число студентов увеличилось (стало на 23% больше) за счет тех, кто был уверен, что не пойдет работать в школу. А студентов, которые «точно не будут работать в школе», стало меньше.

Беседы со студентами и их отчеты по практике показали, что такие изменения произошли в связи с тем, что студенты увидели на практике все возможности и плюсы профессии учителя, применили свой «багаж» знаний. Ниже приведены цитаты из отчетов студентов:

- «нас очень хорошо встретили, были рады, что мы пришли на практику...»;
- «опытные учителя и методисты школы помогали готовиться к урокам, отвечали на вопросы, помогали решать проблемы...»;
- «приглашали работать учителем математики, предлагали удобный график...»;
- «мы чувствовали себя нужными и полезными в школе...»;
- «сложились добрые и доверительные отношения с учащимися, они были рады, что у них новый молодой учитель...»;

– «учащимся нравились мои уроки, мои методы преподавания с применением современных технологий обучения...»;

– «мой класс не хотел меня отпускать...»;

– «было жаль, что практика закончилась и нужно расставаться с ребятами и учителями...».

Заключение

Если заранее выявить необходимость формирования и развития определенных методических умений для группы студентов и разработать для них задания (при необходимости даже индивидуальные) для педагогической практики, то это позволит отработать эти умения на практике в ходе выполнения профессиональных обязанностей учителя. При этом если студент справляется со всеми задачами практики, то это способствует повышению мотивации студентов работать учителем в школе.

Проведенное исследование позволило выявить методические умения, которые можно эффективно развивать в ходе педагогической практики, и это позволило разработать методические задания для педагогической практики, которые этому будут способствовать. Также было выявлено, что правильно организованная педагогическая практика положительно влияет на готовность будущих учителей математики работать в школе после завершения обучения в вузе.

Список литературы

1. Gavaza T.A., Lebedeva S.V., Pavlova L.V. Methodical practice model of future teachers of mathematics // SHS Web of Conferences. 2023. № 164. 00065. URL: <https://www.shsconferences.org/articles/shsconf/abs/2023/13/contents/contents.html> (дата обращения: 10.10.24). DOI: 10.1051/shsconf/202316400066.
2. Батыршина А.Р., Зайниев Р.М. Подготовка учителя как одно из важнейших направлений в образовании // Вестник УРАО. 2020. № 5. С. 28–38.
3. Сеитова С.М., Тасболатова Р., Гаврилова Е.Н. Диагностические исследования методической подготовки учителей математики // The Scientific Heritage. 2021. № 71–4. С. 25–30. DOI: 10.24412/9215-0365-2021-71-4-25-30.
4. Туканова Л.Е. Ретроспектива, реальность и перспектива методической подготовки будущих учителей математики // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 66–4. С. 272–274.
5. Войнова Ж.Е., Сергина Е.А. Роль педагогической практики в формировании профессиональной готовности бакалавров // Проблемы современного педагогического образования. 2018. № 60–2. С. 72–76.
6. Павлова Л.В. Методическая подготовка в области математики бакалавров направления «Математика и компьютерные науки» // CONTINUUM. Математика. Информатика. Образование. 2023. № 2 (30). С. 26–34. DOI: 10.24888/2500-1957-2023-2-26-34.
7. Галиева Е.В., Евелина Л.Н. Профессионально-ориентированные задания для студентов в период практики // Поволжский педагогический вестник. 2022. № 3 (36). С. 15–21.

УДК 372.851
DOI 10.17513/snt.40264

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Подлипский О.К.

*ФГАОУВО «Московский физико-технический институт»),
Долгопрудный, e-mail: ok@phystech.su*

Цель работы состоит в исследовании процесса формирования математической грамотности обучающихся основной школы при использовании технологии развития критического мышления. Для проведения исследования использовались методы: анализ литературных источников, эффективных образовательных практик и ресурсной базы формирования функциональной грамотности, проектирование, практическое моделирование, синтез, обобщение, описание. В статье анализируются возможности технологии развития критического мышления. Приведены характеристики критического мышления, к которым относятся соотношение внешней информации с имеющимися знаниями и осознанием того, что можно принять, что следует дополнить, а что – отвергнуть. Раскрыта модель математической грамотности, включающая контекст и познавательные действия: рассуждать, формулировать, применять и интерпретировать. На основе технологической цепочки технологии развития критического мышления «вызов – осмысление содержания – рефлексия» описан процесс формирования математической грамотности в основной школе, приведены примеры заданий, краткие рекомендации по организации работы с ними и решение. Сделаны выводы о том, что применение технологии развития критического мышления в процессе формирования математической грамотности позволяет обучающимся вырабатывать навыки развернутого анализа ситуации, описанной в условии задачи, более глубокого ее понимания, выбора подходящего математического инструментария и нахождения оптимального решения.

Ключевые слова: обучающиеся, школа, математическая грамотность, критическое мышление, технология

USING CRITICAL THINKING DEVELOPMENT TECHNOLOGY IN FORMATION STUDENTS' MATHEMATICAL LITERACY

Podlipskii O.K.

Moscow Institute of Physics and Technology, Dolgoprudny, e-mail: ok@phystech.su

The purpose of the work is to study the process of forming mathematical literacy of students in basic school using the technology of critical thinking development. The following methods were used to conduct the study: analysis of literary sources, effective educational practices and resource base for forming functional literacy, design, practical modeling, synthesis, generalization, description. The paper analyzes the possibilities of the technology of critical thinking development. The characteristics of critical thinking are given, which include the correlation of external information with existing knowledge and awareness of what can be accepted, what should be supplemented, and what should be rejected. A model of mathematical literacy is disclosed, including context and cognitive actions: reasoning, formulating, applying and interpreting. Based on the technological chain of critical thinking development technology “challenge – comprehension of content – reflection”, the process of forming mathematical literacy in basic school is described, examples of tasks, brief recommendations for organizing work with them and a solution are given. Conclusions are made that the use of critical thinking development technology in the process of developing mathematical literacy allows students to develop skills for a detailed analysis of the situation described in the problem statement, a deeper understanding of it, the selection of appropriate mathematical tools and finding the optimal solution.

Keywords: students, school, mathematical literacy, critical thinking, technology

Введение

Интеграция функциональной, в том числе математической, грамотности в систему основного общего образования ставит ряд вопросов об организации образовательного процесса и поиска соответствующих подходов, методик и технологий. В отличие от процесса освоения традиционного математического содержания, например ряда вопросов алгебры, решение заданий на оценку математической грамотности не является алгоритмичным. Такие задания являются уникальными. В них описывается реальная жизненная ситуация и требуется ее пере-

вод на математический язык. Для решения заданий по математической грамотности могут применяться различные способы решения, основанные зачастую не только на строгих математических рассуждениях, приводящих к однозначному решению, но и на практических соображениях с подбором адекватного математического инструментария. При этом результат может носить приближенный или оценочный характер. Таким образом, процесс формирования математической грамотности предполагает развитие у обучающихся критического мышления [1; 2, с. 23; 3, с. 17].



Рис. 1. Модель формирования математической грамотности

По мнению Дж. Браус и Д. Вуд, критическое мышление рассматривается как поиск здравого смысла, то есть «как рассудить объективно и поступить логично с учётом как своей точки зрения, так и других мнений, умение отказаться от собственных

предубеждений. Критические мыслители способны выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности, что весьма существенно при решении проблем» [4, с. 9].

Д. Халперн в своей работе «Психология критического мышления» определяет кри-

тическое мышление следующим образом: это «направленное мышление, оно отличается взвешенностью, логичностью и целенаправленностью, его отличает использование таких когнитивных навыков и стратегий, которые увеличивают вероятность получения желательного результата» [5, с. 56].

Процесс развития критического мышления предполагает соотнесение внешней информации с теми знаниями, которые имеются у человека, с последующей выработкой решений о том, что можно принять, что необходимо дополнить, а что – отвергнуть [6, с. 16; 7; 8, с. 24]. Этот процесс согласуется с моделью формирования математической грамотности (рис. 1), которая основана на освоении познавательных действий: формулировать, применять и интерпретировать [9, с. 11]. Их совокупность позволяет посредством рассуждений распознавать математику в реальной ситуации, применять математический аппарат для ее разрешения и интерпретировать полученный математический результат на языке реальной ситуации [10; 11].

Цель исследования состоит в описании возможностей применения технологии развития критического мышления в процессе формирования математической грамотности обучающихся основной школы.

Материал и методы исследования

Материал и методы исследования: анализ литературных источников, эффектив-

ных образовательных практик и ресурсной базы формирования функциональной грамотности, проектирование, практическое моделирование, синтез, обобщение, описание.

Результаты исследования и их обсуждение

Процесс формирования математической грамотности может быть основан на использовании технологии развития критического мышления (ТРКМ). Это позволит не только анализировать информацию, но и определять способы действий в различных ситуациях, что отвечает задаче социализации обучающихся и их подготовке к активной жизнедеятельности. При этом развиваются не только способности к рассуждениям, но и умение обсуждать различные точки зрения в процессе взаимодействия с другими людьми, в том числе находить точки соприкосновения.

ТРКМ включает три стадии обучения «вызов – осмысление содержания – рефлексия». Эти стадии в совокупности определяют процесс движения учителя и обучающихся от поставленных целей к результатам обучения по освоению обучающимися определенного содержания (рис. 2).

Рассмотрим вышеописанный процесс на примере заданий для формирования математической грамотности «Клумба» и «Покупка смартфона».

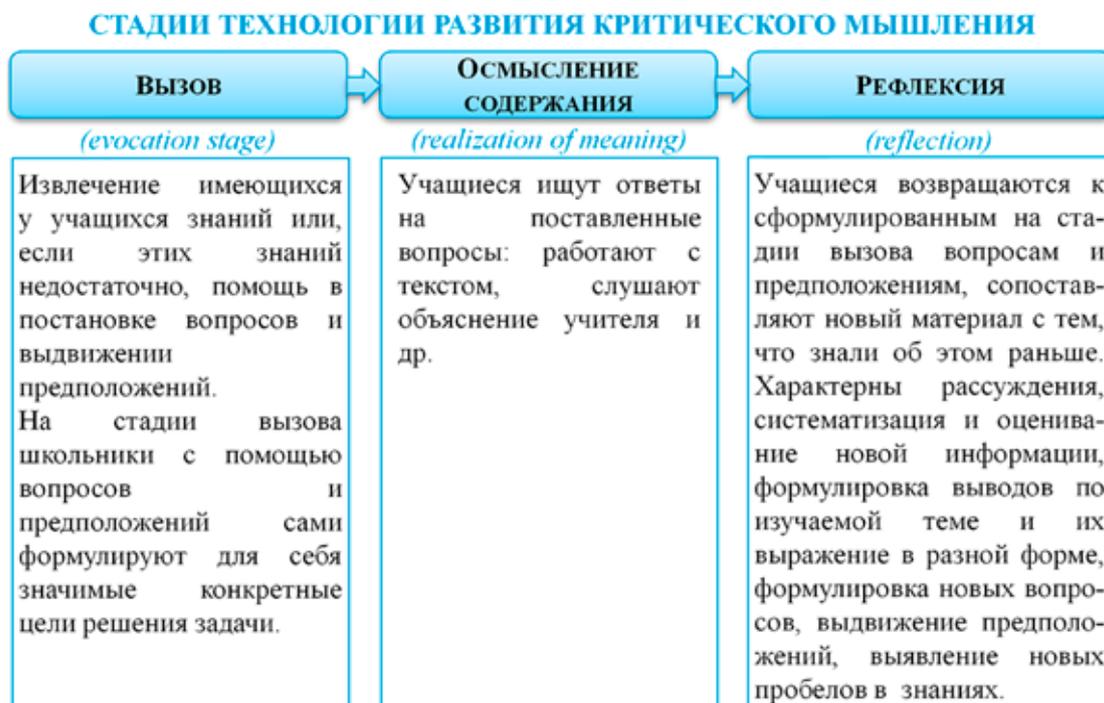


Рис. 2. Стадии технологии развития критического мышления

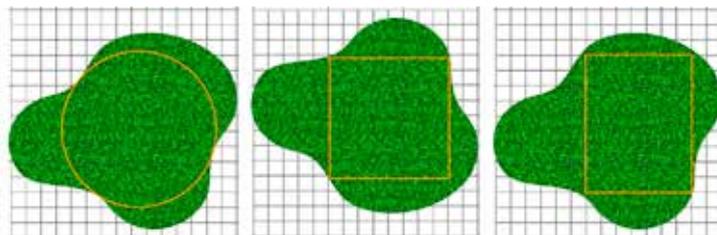


Рис. 3. Иллюстрация к заданию «Клумба»

Клумба

По данным опроса, большинство россиян хотели бы жить в загородном доме, к числу преимуществ которого они относят удобную планировку и большую площадь, хорошую экологию, возможность выращивать овощи и фрукты, комфортные условия для содержания животных и другие. Семья Сидоровых недавно приобрела участок земли, на котором собираются построить загородный дом и выращивать овощи и фрукты. Они также хотят разбить небольшую клумбу с цветами.

Стадия вызов

Обучающимся предлагается обсудить преимущества жизни в загородном доме, которые приведены в контексте задания, и определить возможные минусы. Также в процессе обсуждения следует вспомнить с обучающимися, в каких единицах измеряется площадь жилья и площадь участка земли под загородный дом.

Стадия осмысления содержания

Вопрос

Сидоровы отвели под клумбу небольшую часть участка. Мнения членов семьи разделились по поводу формы будущей клумбы: круглой, квадратной или прямоугольной. Какой формы должна быть клумба, чтобы ее площадь была максимальной (рис. 3), если длина стороны одной клетки равна 2 дм? Ответ запишите в м².

На данном этапе важно обратить внимание обучающихся на возможности использования знаний геометрии для решения практических задач. С учетом математической подготовки обучающиеся могут самостоятельно или с помощью учителя нарисовать макет клумбы. И затем переходить к вычислению ее площади, соблюдая точность в подсчете клеток. Сначала можно вычислить площадь одной клетки – она равна 4 дм². После чего нужно вычислить площадь клумбы в каждом из вариантов.

$$S_{\text{круг}} = \pi \cdot 5^2 \cdot 4 \approx 3,14 \cdot 5^2 \cdot 4 = 314 \text{ дм}^2 = 3,14 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{квад}} = 8^2 \cdot 4 = 256 \text{ дм}^2 = 2,56 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{прямоуг}} = 7 \cdot 9 \cdot 4 = 252 \text{ дм}^2 = 2,52 \text{ м}^2$$

Стадия рефлексии

Данная стадия должна быть посвящена анализу полученных результатов и, возможно, постановке обобщенной задачи, связанной со сравнением площадей фигур с равными элементами. Также можно рассмотреть практические вопросы, которые могут быть связаны с задачей. Например, в каком из случаев для изготовления декоративного ограждения клумбы потребуется меньше материалов.

Покупка смартфона

Мобильный телефон за последние десятилетия стал неотъемлемой частью жизни современного человека. Кроме средства связи, он также выполняет множество функций: позволяет оперативно находить, передавать и хранить нужную информацию, напоминать о памятных датах, а различные дополнительные функции делают его незаменимым помощником не только в бытовой, но и деловой жизни.

Максим давно хотел обновить свой смартфон и купить более современную модель. Он изучил предложения интернет-магазинов, которые предлагают скидки, и подобрал несколько подходящих ему по техническим характеристикам вариантов (таблица).

Стадия вызов

На этой стадии обучающиеся должны осознать, что ценность покупки смартфона может быть рассмотрена с различных позиций: удовлетворения необходимым техническим характеристикам, цены, года выпуска. И оптимальность выбора следует рассматривать как комплексную характеристику. Следует предложить обучающимся расширить информацию о смартфонах дополнительными данными, которые также могут быть учтены при покупке (например, наличие и скорость доставки, стоимость доставки и др.).

Предложения интернет-магазинов

Модель	Год выпуска	Цена, руб.	Скидка, %
А	2023	43000	8
Б	2023	49000	20
В	2024	62000	нет

На стадии вызова следует предлагать несложные вопросы, которые помогут уточнить и дополнить информацию, например цену смартфонов со скидкой. В русле формирования математической грамотности он соответствует действию «формулировать», которое предусматривает распознавание в контексте задания математической информации. В данном задании – это выражение скидки в виде процентов.

Вопрос 1. Определите с учетом скидки самый дешевый и самый дорогой смартфон.

Ответ: самый дешевый с учетом скидки – модель Б; самый дорогой – модель В.

Стадия осмысления содержания

На данном этапе можно сразу переходить к основному вопросу, который непосредственно связан с выбором варианта покупки (вопрос 3), или же задать дополнительный вопрос (вопрос 2), который поможет дать ответ на основной вопрос.

Вопрос 2. Известно, что без замены аккумулятора средний срок службы моделей А и Б 2023 года составляет 3 года. Срок службы модели В 2024 года на 2 года больше

$$(62000 + (62000 - 40000) \cdot x / 100) : 5 < (49000 \cdot 0,8) : 3 .$$

Решая неравенство, получим, что его наибольшее целое решение – это $x = 15$.

Ответ: 15%.

Стадия рефлексии

Предусматривает обсуждение полученного ответа в рамках реальной ситуации. Важно, чтобы обучающиеся могли раскрыть как можно больше аргументов «за» или против выбранного варианта, привести примеры, их иллюстрирующие. Учителю важно обратить внимание, что выбор решения в реальной ситуации связан с множеством обстоятельств, не всегда решающее значение имеет финансовая сторона [12].

Заключение

Всесторонний анализ реальных ситуаций с позиции критического мышления, которые предлагаются в качестве контекста заданий по формированию математической грамотности, способствует обогащению социального опыта обучающихся, позволяет раскрыть межпредметный характер знаний, способствует пониманию и нахождению оптимальности выбранного решения с различных позиций.

Применение технологии развития критического мышления в процессе формирования математической грамотности, с одной стороны, обеспечивает погружение и лучшее осмысление обучающимися реальной ситуации, с другой – способствует повышению корректности выбора и применения математического инструментария, пониманию значимости математики для решения конкретных проблем.

ше моделей А и Б 2023 года. Замена аккумулятора в моделях А и Б продлевает срок службы на 2 года, а замена аккумулятора в этих моделях стоит 15 000 рублей. Какую из моделей выгоднее приобрести?

Ответ: выгоднее приобрести модель Б 2023 года со скидкой в 20% и заменой аккумулятора.

Вопрос 3. Максим хочет купить смартфон модели В 2024 года. Он накопил на него 40 000 р., а на недостающую сумму он хочет оформить кредит на один год под $x\%$ годовых. При каком наибольшем целом x стоимость года эксплуатации модели В 2024 года будет выгоднее использования более дешевой модели 2023 г. без замены аккумулятора?

Необходимо обратить внимание обучающихся, что выгодность покупки определяется не только финансовой составляющей, а включает также продолжительность его эксплуатации без покупки аккумулятора.

Для ответа на 3 вопрос необходимо составить математическую модель, которая имеет вид неравенства:

Список литературы

1. Кашицына Ю.Н., Алексеева Е.Е. Методика развития критического мышления при обучении математике в школе // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 66-5. С. 105–109.
2. Оакли Б. Думай как математик. Как решать любые проблемы быстрее и эффективнее. М.: Альпина Паблишер, 2022. 416 с.
3. Пейдж С. Модельное мышление. Как анализировать сложные явления с помощью математических моделей. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2020. 528 с.
4. Заир-Бек С.И., Муштавинская И.В. Развитие критического мышления на уроке: пособие для учителей общеобразов. учреждений. М.: Просвещение, 2011. 223 с.
5. Халперн Д. Психология критического мышления. СПб.: Питер, 2000. 512 с.
6. Лау Джо У.Ф. Введение в критическое мышление и теорию креативности. М.: Эксмо, 2019. 368 с.
7. Рожкова А.В. Обзор научных теорий формирования критического мышления в исследованиях российских и западных учёных // Мир науки. Педагогика и психология. 2023. Т. 11, № 5. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/68PSMN523.pdf> (дата обращения: 22.09.2024).
8. Чатфилд Т. Критическое мышление: Анализируй, сомневайся, формируй свое мнение. М.: Альпина Паблишер, 2022. 328 с.
9. Подлипский О.К., Сергеева Т.Ф. Формирование функциональной грамотности учащихся при обучении математике на уроках и во внеурочной деятельности: методическое пособие. М.: Принтика, 2024. 48 с.
10. Подлипский О.К., Сергеева Т.Ф., Шабанова М.В. Математическая грамотность: подходы к формированию и оценке // Математика в школе. 2024. № 2. С. 30–37. DOI: 10.47639/0130-9358_2024_2_30.
11. Щербатых С.В., Подлипский О.К. Практико-ориентированные задачи на олимпиадах школьников по математике // Математика в школе. 2024. № 7. С. 20–28. DOI: 10.47639/0130-9358_2024_7_20.
12. Десненко С.И., Зверева Е.Я. Подготовка будущего учителя математики к формированию у школьников математической грамотности // Ученые записки Забайкальского государственного университета. 2021. Т. 16, № 5. С. 56–66. DOI: 10.21209/2658-7114-2021-16-5-56-66.

УДК 37.03:376.6
DOI 10.17513/snt.40265

САМООПРЕДЕЛЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПОДРОСТКОВ В ОБЛАСТИ СЕМЕЙНЫХ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ В ПЕРИОД ВЗРОСЛЕНИЯ

¹Расчетина С.А., ²Яковлева Н.Ф.

¹ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет
имени А.И. Герцена», Санкт-Петербург, e-mail: mail@herzen.spb.ru;

²ФГБОУ ВО «Красноярский государственный педагогический университет
имени В.П. Астафьева», Красноярск, e-mail: kspu@kspu.ru

Статья посвящена актуальной социально-педагогической проблеме самоопределения подрастающего поколения в мире ценностей, поскольку они на каждом этапе развития общества выполняют роль нормативного регулятора поведения. Целью данной работы является выявление и описание особенностей самоопределения современных подростков в области семейных и образовательных ценностей в период взросления. Материалами исследования послужили диссертации, монографии, научные статьи, посвященные изучению состояния института семьи и положения ребенка в ней, проблемам взросления подростков в условиях изменяющегося мира, сущностным характеристикам феноменов «семейные ценности», «образовательные ценности», «ценностное самоопределение». Исследование осуществлялось комплексом взаимосвязанных методов, адекватных изучаемым феноменам. Теоретические методы включали проблемный анализ трансформации современной семьи; причинно-следственный анализ особенностей взросления подростков; структурно-функциональный анализ семейных и образовательных ценностей; обобщение результатов исследования. В работе приведены эмпирические данные, полученные методами ранжирования ценностей, интервью, анкетирования. Результаты исследования заключаются в представлении феномена «ценностное самоопределение» с синергетических позиций как самоструктурирующегося нелинейного процесса, в результате которого образуется ценностная структура, функционирующая до тех пор, пока жизненная ситуация подростка остается стабильной. Обосновано выделение образовательных и семейных ценностей в качестве параметров порядка ценностной структуры. Проанализирована либерализация семейных отношений и появление новых форм семьи, в которых наблюдается смещение ценности супружеских отношений от обязательной регистрации брака и совместного проживания к ценности независимости и самореализации, построения внутрисемейных взаимоотношений на «договорных» основаниях. Зафиксировано снижение ценности материнства и отцовства, размывание ценности родства. Установлено, что недостаточный ценностный потенциал современных семей является причиной их хрупкости с повышенной вероятностью распада и образования новых союзов с неопределенным и нестабильным положением детей. Показано, что на ценностное самоопределение современных подростков влияют особенности их взросления, в числе которых «отложенная» взрослость, удлинение периода обучения, либеральное отношение к сексуальным отношениям, склонность к финансовой зависимости от родителей.

Ключевые слова: подростки, ценностное самоопределение, семейные ценности, образовательные ценности, период взросления

SELF-DETERMINATION OF MODERN ADOLESCENTS IN THE FIELD OF FAMILY AND EDUCATIONAL VALUES DURING THE ADULTHOOD

¹Raschetina S.A., ²Yakovleva N.F.

¹A.I. Herzen Russian State Pedagogical University, Saint Petersburg, e-mail: mail@herzen.spb.ru;

²Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafev, Krasnoyarsk, e-mail: kspu@kspu.ru

The article is devoted to the topical socio-pedagogical problem of self-determination of the younger generation in the world of values, since they play the role of a normative regulator of behavior at every stage of society's development. The purpose of this work is to identify and describe the features of self-determination of modern adolescents in the field of family and educational values during adulthood. The research materials were dissertations, monographs, scientific articles devoted to the study of the state of the institution of the family and the position of the child in it, the problems of growing up in a changing world, the essential characteristics of the phenomena "family values", "educational values", "value self-determination". The research was carried out by a set of interrelated methods adequate to the studied phenomena. Theoretical methods included a problem analysis of the transformation of the modern family; a cause-and-effect analysis of the characteristics of adolescence; structural and functional analysis of family and educational values; generalization of research results. The paper presents empirical data obtained by methods of ranking values, interviews, and questionnaires. The results of the study are to present the phenomenon of "value self-determination" from a synergetic perspective as a self-structuring nonlinear process, as a result of which a value structure is formed that functions as long as the life situation of a teenager remains stable. The allocation of educational and family values as parameters of the order of the value structure is justified. The article analyzes the liberalization of family relations and the emergence of new forms of family, in which there is a shift in the value of marital relations from mandatory registration of marriage and cohabitation to the values of independence and self-realization, building intra-family relationships on "contractual" grounds. There has been a decrease in the value of motherhood and fatherhood, and a blurring of kinship values. It has been established that the insufficient value potential of modern families is the reason for their fragility with an increased probability of disintegration and the formation of new unions with an uncertain and unstable situation of children. It is shown that the value self-determination of modern adolescents is influenced by the peculiarities of their growing up, including "delayed" adulthood, lengthening of the period of study, a liberal attitude towards sexual relations, a tendency to financial dependence on parents.

Keywords: teenagers, value self-determination, family values, educational values, growing up period

Введение

Самоопределение в мире ценностей относится к числу «вечных» социально-педагогических проблем, поскольку на каждом этапе развития общества складываются определенные совокупности ценностей, которыми человек должен руководствоваться в своей жизни. В настоящее время традиционные ценности россиян определены в Указе Президента РФ и включают «жизнь, достоинство, права и свободы человека, патриотизм, гражданственность, служение Отечеству и ответственность за его судьбу, высокие нравственные идеалы, крепкую семью, созидательный труд, приоритет духовного над материальным, гуманизм, милосердие, справедливость, коллективизм, взаимопомощь и взаимоуважение, историческую память и преемственность поколений, единство народов России» [1]. Основными институтами ценностного воспитания, призванного осуществить «перевод» общественных ценностей во внутренний план личности, всегда были и остаются семья и образование как источники духовности, нравственности, социальной ответственности. На традиционных ценностях как основных индикаторах социальной зрелости россиян основываются личностные результаты Федеральных образовательных стандартов начального, основного и среднего общего образования. Обращение к самоопределению подростков в области семейных и образовательных ценностей в данной работе обусловлено тем, что ценностные структуры особенно интенсивно формируются в подростковом возрасте, когда человек задумывается о смысле жизни и о своем предназначении в этом мире. Взросление современных подростков происходит в иных условиях, нежели у их сверстников 10–15 лет назад, и эти изменения необходимо проанализировать с позиций ценностного самоопределения.

Целью данной работы является выявление и описание особенностей самоопределения современных подростков в области семейных и образовательных ценностей в период взросления.

Материалы и методы исследования

Исследование осуществлялось комплексом взаимосвязанных методов, адекватных изучаемым феноменам. Теоретические методы включали проблемный анализ трансформации современной семьи; причинно-следственный анализ особенностей взросления подростков; структурно-функциональный анализ семейных и образовательных ценностей; обобщение результатов

исследования. В работе приведены эмпирические данные, полученные методами ранжирования ценностей, интервью, анкетирования. Материалами исследования послужили диссертации, монографии, научные статьи, посвященные изучению состояния института семьи и положения ребенка в ней, проблем взросления подростков в условиях изменяющегося мира, сущностным характеристикам феноменов «семейные ценности», «образовательные ценности», «ценностное самоопределение». Отмечая достаточную представленность выбранной темы в научных исследованиях, авторы обнаружили «лакуны» научного знания в понимании сущности ценностного самоопределения с позиций современной науки, в научном анализе современного состояния семьи и ее ценностного потенциала, в выявлении проблем взросления современных подростков, влияющих на их самоопределение в области образовательных и семейных ценностей.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследования рассматриваются в последовательности: сущностные характеристики феномена «ценностное самоопределение», содержание понятий «семейные ценности», «образовательные ценности», состояние современной семьи и положение ребенка в ней, особенности взросления современных подростков и влияние этих особенностей на ценностное самоопределение.

Феномен «ценностное самоопределение» по-разному понимался на различных стадиях развития педагогической науки. С точки зрения классической педагогики ценности связывались с категорией «должного», основным механизмом усвоения считалась их «передача» новому поколению. В период неклассического этапа науки ученые отходят от понимания ценностей как объективно существующих феноменов, осознают их субъектно-объектную природу, отражающую взаимоотношения между объектом ценности и тем, как эта ценность переживается человеком. Особенно важным представляется понимание нелинейного характера усвоения ценностей отдельным человеком, при котором ценности не «передаются», а усваиваются лично. Неклассическая педагогика обращена к идеям экзистенциализма, ее интересует то, как ребенок осваивает и интернализует ценности, насколько он активен в данном процессе. Ученые неклассического периода развития науки поддерживают идею организации специальной деятельности, в кото-

рой ценности усваиваются и осваиваются, но при этом осознают влияние спонтанно возникающих ситуаций, в том числе пограничных или кризисных. Такие ситуации можно наблюдать в жизни подростков, оказавшихся в трудной жизненной ситуации в связи с семейным неблагополучием (например, переживанием негативных отношений в семье) или лишением родительского попечения (например, смерти родителей или лишения их родительских прав). Понимание важности пограничных ситуаций как источников распада ценностных структур и появления новых окончательно оформилось в постнеклассической науке, в частности в синергетике. Если рассматривать ценностное самоопределение как чередование процессов распада ценностных структур, утративших свою актуальность в пограничных ситуациях (состояниях хаоса), и самоструктурирования новых (выбор одного аттрактора из множества вероятных), то его можно представить в следующих положениях. С позиций синергетики, во-первых, ценностная структура личности не является заданной раз и навсегда, то есть «жесткой», она может распадаться в пограничных ситуациях, образуя новые. Во-вторых, связь между причинами «распада» и характером «сборки» ценностных структур имеет нелинейный характер, а ценностное самоопределение носит вероятностный характер. Третьим важным положением является то, что педагогическое воздействие на ценностное самоопределение наиболее эффективно именно в пограничных (кризисных) ситуациях, когда существующая в данный момент ценностная структура максимально неустойчива. И, возможно, самое важное положение с точки зрения педагогической практики заключается в том, что, как в любом синергетическом процессе, в ценностном самоопределении можно выделить небольшое количество параметров, воздействие на которые меняет всю ценностную структуру [2]. Придерживаясь такой логики, мы из всего многообразия ценностей выделили два параметра порядка – ценности семьи и ценности образования.

Анализ содержательного наполнения семейных и образовательных ценностей показывает, что семейными ценностями традиционно считаются ценности супружеских отношений, ценности материнства и отцовства, ценности родства. Супружеские отношения определяют весь спектр взаимодействия супругов – эмоциональную связь, интимно-личностные отношения, материальное обеспечение, распределение ролей и обязанностей по ведению хозяйства, соотношение доминирования и подчи-

нения. Ценности материнства и отцовства включают стремление иметь детей (родить или принять на воспитание), любовь и заботу о них, теплые, доброжелательные детско-родительские отношения. Ценности родства касаются межпоколенных отношений и отношений с близкими и дальними родственниками. Именно ценности родства определяют то, что принято называть семейным «кланом» – особую общность людей, объединенных кровными узами, традициями, обычаями.

Обращение к рассмотрению образовательных ценностей фиксирует возрастание ценности знаний как таковых. Это связано с высокой скоростью их устаревания, отмиранием старых профессий и появлением новых, требующих обучения в течение всей жизни. Другой образовательной ценностью является свобода выбора своего образования в соответствии с интересами и способностями. Еще одна ценность образования заключается в обретении способности самостоятельно решать проблемы в различных сферах жизни, в формировании личностных черт, позволяющих преодолевать жизненные трудности. Отметим еще одну образовательную ценность, заключающуюся в наполнении жизни смыслом, творческими переживаниями, в самореализации и раскрытии своей индивидуальности [3]. Изучение отношения современных подростков к ценностям образования предпринято в исследовании Е.В. Грунт, А.И. Мухутдиновой на выборке из 500 подростков общеобразовательной школы и 15 учителей. В работе использовались методы ранжирования ценностей, анкетирование и глубинное интервью, с помощью которых изучались представления респондентов о личностной значимости образования, отношение к нему как к цели и средству получения знаний, умений, навыков, компетенций, необходимых для реальной жизни. Данные показали, что ценность образования в общей иерархии ценностей заняла пятое место после ценностей самореализации, семьи, дружбы и любви. Зафиксировано противоречие между осознанием важности полученных в школе знаний, умений и навыков, которые пригодятся в жизни, у 76% учеников школ, почти столько же признались в том, что не испытывают интереса к обучению в школе (60%). Причинами отсутствия интереса к обучению 68% опрошенных указали отсутствие необходимого оборудования, плохой ремонт, занятия в две и даже в три смены и пр. Второй причиной подростки называли низкое качество школьного образования, 83% опрошенных ответили, что вынуждены посещать репе-

титора или дополнительные занятия. Третья причина низкого интереса к обучению связана с отношением к учителям. Каждый второй из учеников отметил, что учителя на уроке недостаточно уделяют им внимания [4, с. 140].

Исследования последних двух десятилетий, посвященные состоянию современной семьи с позиций ее потенциала для формирования у детей семейных и образовательных ценностей, показывают, что спектр проблем современной семьи пополнился новыми тенденциями. Долгие годы исследовались проблемы, связанные с низкой материально-бытовой обеспеченностью, дисфункциональностью семьи по причине асоциального поведения родителей – бродяжничеством и беспризорностью детей, ростом числа детей-сирот и детей, лишенных родительского попечения, «возвратами» усыновленных и опекаемых детей. Эти проблемы и сегодня не утратили своей актуальности, но к ним добавились новые, в числе которых «детофобия», «девиантное» материнство и отцовство, отношения вражды и противостояния между родителями и детьми в семьях, которые нельзя отнести к неблагополучным. Радикальные изменения наблюдаются и в развитии института семьи, трансформирующейся с переходом к новым формам, построенным не на основе брачного союза, а на основании добровольного партнерства и сожительства. Складываются такие формы как однородительские семьи, семьи с раздельным проживанием супругов, семьи со «сводными» детьми от предыдущих браков, «визитные» браки, семьи выходного дня и др. В новых формах семьи ценностное отношение к супружеству как должностованию и ответственности смещается к ценности личной независимости и свободе от обязанностей. Преобладание ценности личной свободы в супружеских отношениях означает легкость как образования, так и распада семьи, что осложняет положение воспитывающихся в них детей. Снижается и ценность деторождения, которое не выдерживает «конкуренции» со стремлением родителей к достижению материальной независимости, профессиональной самореализации, карьерного роста.

Изменение ценностного отношения к ребенку проявляется в расширении спектра детско-родительских отношений, который можно представить в виде континуума «безусловное принятие – дистанцирование – отчуждение – отвержение». Исследователи отмечают нарастание отношений дистанцирования, отчуждения и отвержения в детско-родительских отношениях. Дистанци-

рование детей от родителей и родителей от детей можно описать в терминах сепарации и автономии, отчуждение – в эмоциональной холодности и равнодушии, отвержение – в неприятии и отторжении, при котором разрываются эмоциональные связи. Экспериментально установлено, что ценность материнства и отцовства значительно снижена в однородительских семьях. Это проявляется в асимметрии ценностной структуры семьи в сторону единственного родителя, при этом важность другого занижается и даже игнорируется [5].

Трансформации института семьи привели к ослаблению ценностей родства. В нестабильных, подверженных риску распада новых формах семьи складываются своеобразные отношения между родителями и прародителями, между родственниками. Своеобразие отражено в том, что родство не является абсолютной ценностью, поэтому члены семейного «клана» могут сотрудничать или конкурировать в вопросах воспитания детей, поддерживать доброжелательные или конфликтные отношения друг с другом, испытывать взаимную привязанность или неприязнь [6]. Таким образом, можно видеть, что реальное состояние института семьи таково, что она не вполне справляется с функцией транслятора традиционных семейных ценностей, и, возможно, в этом кроются причины роста числа разводов, нежелание молодых людей вступать в брак и иметь детей.

На ценностное самоопределение подростков кроме семьи влияют и другие условия их взросления. Проанализируем понятия «образ взрослости», «чувство взрослости», «взрослость», в которых раскрывается феномен взросления подростков.

Образ взрослости образован представлениями о внешнем облике «взрослого», о степени свободы и поведении, которое подросток себе позволить не может. Формирование образа взрослого происходит в ходе освоения поведенческого репертуара значимых взрослых, с последующей проекцией на себя и переходом во внутренний план. Чувство взрослости появляется у подростка, когда он эмоционально ощущает свою принадлежность к миру взрослых. Оно трудно поддается фиксации, поскольку можно наблюдать только внешние его проявления, например имитации поведения «идеального» взрослого, у которого «считываются» привлекательные черты, в том числе и негативные. «Эталонный» взрослый нередко выступает источником ценностного отношения к разным сторонам действительности, в том числе к семье и к образованию. Чувство взрослости еще

не означает возможности быть взрослым в реальной жизни, что отражено в так называемом феномене «отложенного взросления», удлиняющего период перехода от отрочества к взрослости.

Взрослость, как устойчивая характеристика подростка, проявляется в чертах ответственности, самостоятельности, стабильной трудовой занятости, выбора целей и смысла жизни. По мнению М.В. Клементьевой, предикторами взрослости является «Подлинное Я», образованное характеристиками, конгруэнтными собственным ценностям и убеждениям, которыми личность себя наделяет. Автор приводит экспериментальные данные о том, что особенностями взросления современных подростков и молодежи являются длительный период получения образования, свободное отношение к добрым сексуальным отношениям без обязательств и рождения детей, склонность к финансовой зависимости от родителей и проживанию в родительском доме [7, с. 65–66].

К результатам данного исследования, представляющим научную новизну, можно отнести рассмотрение феномена «ценностное самоопределение» с синергетических позиций как самоструктурирующегося процесса; выделение семейных и образовательных ценностей как параметров порядка, определяющих всю ценностную структуру человека; выявление особенностей взросления современных подростков, влияющих на образование ценностных структур.

Результаты исследования имеют и практическую значимость для педагогов образовательных организаций при планировании воспитательной деятельности, построенной на ценностных основаниях, в том числе с подростками, находящимися в трудной жизненной ситуации, лишенными родительского попечения.

Заключение

Проведенное исследование показало, что ценностное самоопределение в современном понимании представляет собой нелинейный процесс образования ценностных структур, функционирующих до тех пор, пока жизненная ситуация подростка остается стабильной. В пограничных (кризисных) ситуациях ценностные структуры распадаются и образуются новые в зависимости от имеющихся в данный момент ресурсов у подростка и от «ввода» педагогического воздействия. Из многообразия ценностей авторами выделены два параметра порядка – образовательные и семейные

ценности, воздействие на которые может изменить всю ценностную структуру.

Постепенный отход от традиционного семейного образа жизни и либерализация семейных отношений породили новые формы семьи на иных ценностных основаниях, транслируемых подрастающему поколению. Недостаточный ценностный потенциал современных семей является причиной их хрупкости с повышенной вероятностью распада и образования новых союзов с неопределенным и нестабильным положением детей. При этом семейные ценности не утратили своей актуальности для современного поколения, но произошло смещение ценности супружеских отношений от обязательной регистрации брака, совместного проживания к ценностям независимости и самореализации, снижение ценности материнства и отцовства, «размывание» ценности родства. Изучение образовательных ценностей у современных подростков показало, что педагоги центрируются на позиции ценности знания как такового, а подростки – на связанных с познанием переживаниях.

На ценностные самоопределения современных подростков влияют особенности их взросления, в числе которых «отложенная» взрослость, удлинение периода обучения, либеральное отношение к сексуальным отношениям, склонность к финансовой зависимости от родителей.

Список литературы

1. Указ Президента Российской Федерации от 09.11.2022 г. № 809 «Об утверждении Основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей» [Электронный ресурс]. URL: qcDRpNRKdqbkAX8mD0TP9z02hAhAJAT4.pdf (дата обращения: 28.10.2024).
2. Яковлева Н.Ф. Ценностное самоопределение личности с позиций научной рациональности различных типов // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 2. С. 212–217. DOI: 10.17513/snt.39547.
3. Ниязбаева Н.Н. Экзистенциальная антропология образования: ценности и самоосуществление человека: автореф. дис. ... докт. философ. наук. Челябинск. 2021. 44 с.
4. Грундт Е.В., Мухутдинова А.И. Представления о ценности общего образования // Известия Уральского федерального университета: Социальные и политические науки. 2018. Т. 3, № 4 (182). С. 133–143.
5. Чурилова Е.В. Брачно-семейные траектории одиноких матерей в России: автореф. дис. ... канд. социолог. наук. Москва, 2016. 30 с.
6. Дудина С.Ю. Межпоколенное взаимодействие в расширенных семьях: автореф. дис. ... канд. психолог. наук. Кострома, 2013. 26 с.
7. Клементьева М.В. Подлинное Я» как предиктор формирующейся взрослости студентов // Психологическая наука и образование. 2020. Т. 25, № 3. С. 64–74. DOI: 10.17759/pse.2020250306.

УДК 377.5

DOI 10.17513/snt.40266

ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДНЕСПЕЦИАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Резер Т.М., Дерягин А.В., Кетриш Е.В.

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

Цель данного исследования – провести анализ организационно-правового обеспечения применения цифровых технологий в процессе профессиональной подготовки студентов технических среднеспециальных учебных заведений. В ходе исследования применялись следующие методы: метод правового анализа, теоретический анализ научных данных, обобщение и формулирование выводов. Проведен анализ нормативно-правовых документов различных уровней. Выявлены особенности образовательного процесса в системе среднего профессионального образования, влияющие на внедрение цифровых технологий в педагогическую практику. Проведен анализ государственных требований к выпускникам, сформулированных в Федеральных государственных образовательных стандартах среднего профессионального образования и соответствующих профессиональных стандартах. Выявлены недостатки в содержании примерных рабочих программ по общеобразовательным дисциплинам. Проанализировано содержание общеобразовательных циклов основных профессиональных образовательных программ технических специальностей для определения условий внедрения цифровых технологий в педагогический процесс. Описаны уровни интеграции цифровых технологий в педагогический процесс в рамках системы профессионального образования. Сформулировано понятие «организационно-правовое обеспечение применения цифровых технологий в профессиональной подготовке студентов технических среднеспециальных учебных заведений». По результатам исследования был сделан вывод, что образовательный процесс профессиональной подготовки специалистов на уровне среднего профессионального образования должен соответствовать уровню развития производственных процессов и должен быть реализован с применением актуальных цифровых технологий. Также процесс внедрения цифровых технологий должен быть строго регламентирован и проводиться в соответствии с нормативной документацией всех уровней, а также должны быть созданы соответствующие организационные условия.

Ключевые слова: среднее профессиональное образование, Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования, профессиональные стандарты технического профиля, цифровые технологии, виртуальные аналоги, организационно-правовое обеспечение применения цифровых технологий в профессиональной подготовке студентов технических среднеспециальных учебных заведений

ORGANIZATIONAL AND LEGAL SUPPORT FOR THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF TEACHING STUDENTS OF TECHNICAL COLLEGES

Rezer T.M., Deryagin A.V., Ketrish E.V.

*Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,
Yekaterinburg, e-mail: deryaginanton@yandex.ru*

The purpose of this study is to analyze the organizational and legal support for the use of digital technologies in the process of professional training of students of technical secondary specialized educational institutions. The following methods were used in the course of the study: the method of legal analysis, theoretical analysis of scientific data, generalization and formulation of conclusions. The analysis of normative legal documents of various levels is carried out. The features of the educational process in the system of secondary vocational education that affect the introduction of digital technologies into teaching practice are highlighted. The analysis of the state requirements for graduates formulated in the Federal State Educational Standards of secondary vocational education and relevant professional standards is carried out. The shortcomings in the content of the sample work programs in general education disciplines have been identified. The content of general education cycles of the main professional educational programs of technical specialties is analyzed to determine the conditions for the introduction of digital technologies into the pedagogical process. The levels of integration of digital technologies into the pedagogical process within the framework of the vocational education system are described. The concept of "organizational and legal support for the use of digital technologies in the professional training of students of technical secondary specialized educational institutions" is formulated. According to the results of the study, it was concluded that the educational process of professional training of specialists at the level of secondary vocational education should correspond to the level of development of production processes, and should be implemented using up-to-date digital technologies. Also, the process of introducing digital technologies should be strictly regulated and conducted in accordance with regulatory documentation at all levels, and appropriate organizational conditions should be created.

Keywords: secondary vocational education, Federal State Educational Standard for technical specialties, professional standards of technical profile, digital technologies, virtual analogues, organizational and legal support for the use of digital technologies in the professional training of students of technical colleges

Введение

В настоящее время цифровизация является одним из основных направлений развития всех сфер деятельности человека и общества в целом. Поэтому важным для экономики является вопрос подготовки квалифицированных кадров [1], а именно специалистов среднего звена и квалифицированных рабочих (служащих) в технической сфере деятельности.

Вопросы цифровизации системы образования являются приоритетными и актуальными в содержании государственной политики в сфере образования, что отражено в принятых нормативных правовых актах, которые, с одной стороны, регулируют организацию процесса подготовки специалиста, а с другой стороны, устанавливают государственные требования к содержанию и качеству образования данного специалиста. Особое значение для системы среднего профессионального образования имеет вопрос применения современных цифровых технологий в процессе профессиональной подготовки специалистов в технических среднеспециальных учебных заведениях (далее ССУЗ) [1]. Следовательно, необходимо изучение данного процесса с точки зрения его обеспечения в организационном и правовом аспектах.

Цель исследования – провести анализ организационно-правового обеспечения применения цифровых технологий в образовательном процессе технических среднеспециальных учебных заведений на основе проводимой государственной политики и существующих законодательных документов в сфере цифровизации среднего профессионального образования. Для реализации поставленной цели потребовалось решить следующие задачи:

1) уточнить стратегические ориентиры в области профессиональной подготовки студентов технических среднеспециальных учебных заведений с применением цифровых технологий;

2) провести анализ профессиональных требований к работникам технических специальностей, принятых в Федеральных государственных образовательных стандартах среднего профессионального образования (далее ФГОС СПО) и регламентированных посредством профессиональных стандартов;

3) провести анализ содержания обще-профессиональных циклов основных профессиональных образовательных программ подготовки специалистов по направлениям подготовки 13.02.13 «Эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования» и 15.02.16 «Технология машиностроения» на предмет воз-

можности использования цифровых технологий в образовательном процессе;

4) сформулировать понятие «организационно-правовое обеспечение применения цифровых технологий в профессиональной подготовке студентов технических среднеспециальных учебных заведений».

Материалы и методы исследования

Изучение нормативно-правовых актов осуществлялось посредством метода правового анализа, для изучения теоретических источников применялись методы теоретического анализа научных данных, обобщение и формулирование выводов.

Результаты исследования и их обсуждение

В целях уточнения стратегических ориентиров в сфере подготовки студентов технических среднеспециальных учебных заведений с применением цифровых технологий были проанализированы следующие документы:

– Указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» [2];

– Постановление Правительства РФ от 18.04.2016 г. № 317 «О реализации национальной технологической инициативы» [3];

– Приказ Министерства просвещения РФ № 649 от 2 декабря 2019 «Об утверждении целевой модели цифровой образовательной среды» [4].

На основе Указа Президента РФ от 09.05.2017 № 203 [2] выделены основные направления Стратегии развития информационного общества в России, что представлено в табл. 1.

В постановлении Правительства РФ от 18.04.2016 г. № 317 утверждены правила разработки мероприятий, правила разработки мониторинга и отбора проектов, способствующих реализации Национальной технологической инициативы, а также указан порядок финансирования упомянутых проектов [3]. Национальная технологическая инициатива – это долгосрочная комплексная программа, разработанная с целью развития производства в высокотехнологичных сферах экономики, таких как сферы воздушного, наземного и морского транспорта, медицинских технологий, образовательных услуг, разработки в сфере искусственного интеллекта и программного обеспечения. Реализация мероприятий национальной технологической инициативы подразумевает взаимодействие предприятий, образовательных организаций, научно-исследовательских институтов и органов исполнительной власти.

Таблица 1

Направления Стратегии развития информационного общества
в Российской Федерации

Приоритетные направления Стратегии	Содержание направления
Формирование общего цифрового пространства	<ul style="list-style-type: none"> – разработка и внедрение образовательных проектов – содействие развитию безопасного информационного пространства – развитие Национальной электронной библиотеки – <i>развитие различных современных образовательных технологий</i>
Создание и совершенствование информационно-коммуникационной инфраструктуры	<ul style="list-style-type: none"> – создание условий для стабильной работы государственных информационных систем – создание безопасных и технологически независимых сервисов и программного обеспечения – обеспечение защиты данных – обеспечение эффективного управления сетями связи – обеспечение функционирования информационных систем с использованием сети «Интернет».
Создание фундамента для дальнейшего развития экономической и социальной сферы жизнедеятельности	<ul style="list-style-type: none"> – разработка проектов, повышающих доступность и качество медицинских услуг – <i>разработка платформ для дистанционного обучения</i> – обеспечение информационной безопасности механизмов осуществления финансовых операций – <i>разработка технологий электронного взаимодействия</i> – продвижение проектов по внедрению электронного документооборота
Протекционизм в сфере цифровой экономики	<ul style="list-style-type: none"> – создание новых рынков в области информационных и коммуникационных технологий – повышение конкурентоспособности российских высокотехнологичных организаций – обеспечение технологического суверенитета – обеспечение правомерного использования персональных данных



Рис. 1. Структура цифровой образовательной среды

Важным элементом государственной образовательной политики является цифровая образовательная среда. Деятельность образовательных организаций различного уровня, а также компаний, осуществляющих разработку образовательного контента, интернет-провайдеров и компаний, осуществляющих разработку технологических решений в сфере образования, регламентируется Приказом Министерства просвещения РФ № 649 от 2 декабря 2019 г. [4]. На основе вышеупомянутого документа авторами составлена схема цифровой образовательной среды, представленная на рис. 1.

В указанном нормативном документе заявлена основная цель создания цифро-

вой образовательной среды: предоставление доступа к информационным системам и образовательным ресурсам всех участников образовательных отношений. Достижение данной цели планируется реализовывать посредством обеспечения образовательным организациям высокоскоростного доступа к сети Интернет, автоматизации процессов в системе образования, разработки технологий, позволяющих формировать индивидуальные образовательные траектории обучающихся, создания возможностей для реализации образовательных программ с использованием образовательного контента цифровой образовательной среды.

Поэтому к стратегическим ориентирам в сфере подготовки студентов технических ссузов на основе использования цифровых технологий можно отнести следующие направления деятельности в системе профессионального образования:

1. Автоматизация процессов обработки данных.
2. Организация высокоскоростного доступа образовательных организаций к сети Интернет.
3. Создание единого образовательного пространства на основе современных цифровых технологий, доступ к которому должны иметь все участники образовательного процесса.
4. Разработка цифрового контента с целью наполнения единого цифрового пространства.

При решении второй задачи был проведен правовой анализ государственных требований, принятых в ФГОС СПО технической направленности и определенных в профессиональных стандартах для специалистов, осуществляющих соответствующую профессиональную деятельность. Следует отметить, что вопросы внедрения цифровых технологий в процесс профессиональной подготовки в системе среднего профессионального образования отражены в нормативных документах в существенно меньшей степени и часто носят рекомендательный характер.

Можно предположить: в связи с тем, что в технических отраслях производства цифровые технологии находят все более широкое применение, в ФГОС СПО именно технических среднеспециальных учебных заведений наиболее точно отражена возможность применения цифровых технологий в образовательном процессе. Поэтому в целях уточнения государственных требований для специалистов со средним профессиональным образованием был прове-

ден анализ профессиональных стандартов и ФГОС СПО по нескольким специальностям технической направленности.

В табл. 2 представлен анализ содержания профессиональных компетенций (далее ПК), связанных с обработкой информации и цифровыми технологиями.

Для специальности 23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей» [7] отдельно не выделены соответствующие профессиональные компетенции. Однако следует заметить, что значительная часть видов трудовой деятельности, описанных в ФГОС СПО технического профиля, в настоящее время сопровождается именно использованием современных цифровых и информационных технологий.

В стандартах указанных специальностей также включены общие компетенции, связанные с обработкой информации.

Также в целях уточнения государственных требований для специалистов со средним профессиональным образованием в профессиональной подготовке студентов технических среднеспециальных учебных заведений был проведен анализ нескольких профессиональных стандартов в этой сфере направленности. Результаты анализа представлены в табл. 3.

Для выделения *деятельностных* компонентов в составе цифровых компетенций авторами был проведен сравнительный анализ термина «цифровые компетенции» со следующим рядом понятий:

- «компьютерная грамотность»;
- «цифровая грамотность»;
- «коммуникативная грамотность».
- «медиаграмотность»;

Структура цифровых компетенций представлена на рис. 2. Полученные данные не противоречат результатам исследования, проведенного О.И. Усольцевой с соавт. [11].

Таблица 2

Анализ содержания профессиональных компетенций

Специальность	Профессиональная компетенция	Содержание
15.02.16 «Технология машиностроения» [5]	ПК 2.2	умение разрабатывать с помощью CAD/CAM систем управляющие программы для технологического оборудования
13.02.13 «Эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования» [6]	ПК 2.2	умение программировать электрическое и электромеханическое оборудование с автоматизированными системами управления
23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей» [7].	Отсутствует	

Таблица 3

Анализ профессиональных стандартов

Профессиональный стандарт	Структура трудовых функций
40.031 «Специалист по технологиям механосборочного производства в машиностроении» [8]	<i>навыки обработки информации</i> и работы с современными информационными технологиями профессионального и общего назначения
16.019 «Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов и управлению режимами работы муниципальных электрических сетей» [9]	умения использовать современные <i>информационные технологии</i> и требования к уровню знаний специалистом современных информационных технологий в области профессиональной деятельности
31.004 «Специалист по техническому обслуживанию и ремонту мехатронных систем автотранспортных средств и их компонентов в автомобилестроении» [10]	знания <i>современного программного обеспечения профессионального назначения</i>



Рис. 2. Структура цифровых компетенций

По данным, полученным при проведении анализа профессиональных стандартов для специальностей технического профиля, можно сделать вывод о том, что специалист, получивший квалификацию в системе среднего профессионального образования, должен обладать определенными навыками работы с современными цифровыми технологиями. Авторами составлена схема взаимосвязи упомянутых навыков (рис. 3).

Таким образом, с одной стороны, в обществе присутствует потребность в квалифицированных специалистах со средним профессиональным образованием, обладающих навыками применения цифровых технологий в профессиональной деятельности, что закреплено в профессиональных стандартах по определенным специальностям и профессиям. С другой стороны, процесс формирования и развития соответствующих цифровых навыков практически не регламентирован в структуре и содержании ФГОС СПО технического профиля и носит скорее рекомендательный характер.

При решении третьей задачи понадобилось проанализировать общепрофессиональные циклы основных профессиональных образовательных программ на предмет возможности использования цифровых технологий в профессиональной подготовке студентов технических среднеспециальных учебных заведений следующих специальностей:

– 13.02.13 «Эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования» [6];

– 15.02.16 «Технология машиностроения» [5].

Например, Федеральным институтом развития профессионального образования разработаны примерные рабочие программы по дисциплинам общеобразовательного и социально-гуманитарного циклов, на основе которых образовательные организации среднего профессионального образования должны разрабатывать применяемые в образовательном процессе рабочие программы дисциплин.



Рис. 3. Основные цифровые навыки, необходимые современному специалисту со средним профессиональным образованием

Таблица 4

Анализ структуры общепрофессионального цикла

Наименование специальности	Дисциплины общепрофессионального цикла
13.02.13 «Эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования» [6]	Прикладная математика; Информационные технологии в профессиональной деятельности
15.02.16 «Технология машиностроения» [5]	Математика в профессиональной деятельности

Данные примерные рабочие программы дисциплин, кроме основной части, включают в себя *профессионально ориентированные модули*, реализация которых в рамках преподавания предложенных дисциплин общеобразовательного цикла может способствовать формированию профессионально необходимых умений и навыков в будущей профессиональной деятельности выпускников среднеспециальных учебных заведений технической направленности. Содержание данных модулей зачастую представлено только решением практико-ориентированных задач по дисциплинам, поэтому не всегда позволяет в полной мере сформировать необходимые будущему специалисту профессиональные навыки.

Авторы провели анализ общепрофессиональных циклов образовательных про-

грамм с целью выявления условий для интеграции цифровых технологий в образовательный процесс (табл. 4).

Указанные дисциплины имеют большой потенциал в обеспечении реализации цифровых технологий в процессе преподавания в технических среднеспециальных учебных заведениях. В исследовании установлено, что во ФГОС СПО технической направленности в разделах с требованиями к реализации основных профессиональных образовательных программ имеется возможность замены реального оборудования *виртуальными аналогами*. Данный аналоговый подход требует активного использования информационных и цифровых технологий в профессионально-педагогической деятельности преподавателей среднеспециальных учебных заведений.



Рис. 4. Уровни использования цифровых технологий [13]

Поэтому возможность использования в образовательном процессе виртуальных обучающих средств также открывает новые направления для качественного изменения процесса профессиональной подготовки студентов технического профиля в системе среднего профессионального образования.

Следует отметить, что существенной частью процесса интеграции цифровых технологий в педагогический процесс является трансформация педагогической практики, позволяющей применять данные технологии. В зависимости от степени трансформации образовательного процесса, А.Ю. Уваров с соавт. выделяют четыре основных уровня использования цифровых технологий:

1. «Замещение».
2. «Улучшение».
3. «Изменение».
4. «Преобразование» (рис. 4) [12, 13].

Педагогическое наблюдение показывает, что использование современных цифровых технологий в педагогической деятельности на первом и втором уровнях может существенно упростить деятельность педагога и в какой-то мере повысить мотивацию обучающихся, но фактически не изменяет образовательный процесс и не приводит к качественным изменениям результатов образовательной деятельности. Использование же современных цифровых технологий в педагогической деятельности на третьем, а также на четвертом уровнях предполагает трансформацию педагогического процесса. Применение цифровых технологий в новом качестве позволяет решать педагогические задачи, не реализуемые ранее,

и может способствовать как улучшению образовательных результатов, так и способствовать формированию и развитию профессионально необходимых цифровых навыков и компетенций у будущих специалистов. Следует заметить, что в педагогической практике среднего профессионального образования в настоящее время внедрение цифровых технологий осуществляется преимущественно на первом и втором уровнях. Указанную особенность можно объяснить в том числе недостаточной готовностью педагогических работников к интеграции современных цифровых технологий в свою профессиональную деятельность. Так, результаты опроса, проведенного Л.М. Андрюхиной с соавт., показывают, что более половины опрошенных педагогов выразили неготовность к применению нетрадиционных технологий [14]. Также, по мнению М.А. Мазниченко и Д.А. Лопатинского, следует отметить, что не все реализуемые в системе среднего профессионального образования технологии, интегрируются с актуальными педагогическими технологиями, зачастую применение современных цифровых средств обучения осуществляется с целью реализации устаревших и малоэффективных педагогических технологий [15].

При решении четвертой задачи потребовалось обобщение данных, полученных в правовых и теоретических источниках. Понятие «организационно-правовое обеспечение применения цифровых технологий в профессиональной подготовке студентов технических среднеспециальных учебных заведений» сформулировано следующим образом – это система, состоящая из нормативно-правовых актов различных уровней и методико-технологических документов: учебных планов, рабочих программ дисциплин, кадровых требований, методических, технических, технологических и информационных условий, позволяющих реализовать процесс профессиональной подготовки студентов технических среднеспециальных учебных заведений на основе цифровых технологий с использованием виртуальных аналогов, что качественно повлияет на уровень сформированности цифровых компетенций у специалистов со средним профессиональным образованием технического профиля.

В качестве примера можно предложить реализацию элективного курса по дисциплине «информационные технологии в профессиональной деятельности». Курс должен быть реализован в смешанном формате, с применением платформы дистанционного обучения и содержать задания, способствующие развитию необходимых цифровых компетенций. Курс дисциплины

должен представлять собой комплекс заданий, в ходе выполнения которых студенты должны поэтапно организовать производство детали из области будущей профессиональной деятельности: начертить деталь, составить проект с помощью программы управления проектами, оформить бизнес-план, найти необходимое оборудование, произвести расчеты экономических показателей, представить презентацию проекта.

Заключение

В ходе проведенного исследования были изучены нормативно-правовые документы, регламентирующие деятельность в сфере среднего профессионального образования технического профиля и научные работы, посвященные вопросам применения цифровых технологий в образовательном процессе. По результатам анализа законодательных документов были уточнены стратегические приоритеты в области внедрения цифровых технологий в образовательный процесс и определены основные требования к специалистам технического профиля.

В результате анализа содержания основных профессиональных образовательных программ технического направления были выделены условия для внедрения цифровых технологий в образовательный процесс.

Использование метода обобщения позволило сформулировать понятие «организационно-правовое обеспечение применения цифровых технологий в профессиональной подготовке студентов технических среднеспециальных учебных заведений».

Таким образом, можно сделать вывод, что цифровые технологии являются важным элементом практически любой сферы профессиональной деятельности, требующей специальной подготовки. Соответственно, образовательный процесс профессиональной подготовки специалистов на уровне среднего профессионального образования должен соответствовать уровню развития производственных процессов и должен быть реализован с применением актуальных цифровых технологий. Но для достижения требуемого педагогического результата, сформированности цифровых компетенций процесс внедрения цифровых технологий должен быть строго регламентирован и проводиться в соответствии с нормативной документацией всех уровней, а также должны быть созданы соответствующие организационные условия.

Список литературы

1. Ваганова О.И., Гладков А.В., Коновалова Е.Ю. Цифровые технологии в образовательном пространстве // Балтийский гуманитарный журнал. 2020. Т. 9, № 2 (31). С. 53–56.
2. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы»

[Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/71670570/> (дата обращения: 21.08.2024).

3. Постановление Правительства Российской Федерации от 18.04.2016 г. № 317 «О реализации национальной технологической инициативы» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/71380666/> (дата обращения: 29.09.2024).

4. Приказ Министерства просвещения РФ № 649 от 2 декабря 2019 «Об утверждении целевой модели цифровой образовательной среды» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73235976/> (дата обращения: 29.09.2024).

5. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности 15.02.16 «Технология машиностроения» [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_421142/afbbec7b3b1b33298846a5954f81b8e5827c4979/ (дата обращения: 29.09.2024).

6. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности 13.02.13 «Эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования» [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_462762/3fba53548077c7d0eed9a14ae931c2895488cd/ (дата обращения: 29.09.2024).

7. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности 23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей» [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_210443/e75048e48b43dd21fdfa7ce08b74cb6bb6d93d18/ (дата обращения: 29.09.2024).

8. Приказ Минтруда России от 29.06.2021 № 435н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по технологиям механосборочного производства в машиностроении» [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_391751/84ba0ffccf99cb533a6e3bc8424a7afa9b11395f/ (дата обращения: 29.09.2024).

9. Приказ Минтруда России от 25.04.2023 № 329н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов и управлению режимами работы муниципальных электрических сетей» [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_448276/2ff7a8c72de3994f30496a0ccbb1ddafdadff518/ (дата обращения: 29.09.2024).

10. Приказ Минтруда России от 02.04.2024 № 170н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по техническому обслуживанию и ремонту мехатронных систем автотранспортных средств и их компонентов в автомобилестроении» [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_476400/2ff7a8c72de3994f30496a0ccbb1ddafdadff518/ (дата обращения: 29.09.2024).

11. Усольцева О.И., Семенова И.Н., Слепухин А.В. Методические аспекты деятельности наполнения компонентов цифровых компетенций студентов среднего профессионального образования // Вестник Шадринского государственного педагогического университета. 2022. № 2. С. 176–182.

12. Уваров А.Ю., Гейбл Э., Дворецкая И.В., Заславский И.М., Карлов И.А., Мерцалова Т.А., Сергоманов П.А., Фрумин И.Д. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования. М.: Издательский дом Высшей школы экономики, 2019. 343 с.

13. Уваров А.Ю. Цифровое обновление образования: на пути к «идеальной школе» // Информатика и образование. 2022. № 37 (2). С. 5–13. URL: <https://info.infojournal.ru/jour/article/view/821/586> (дата обращения: 10.10.2024). DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-2-5-13.

14. Андриухина Л.М., Садовникова Н.О., Уткина С.Н., Мирзаахмедов А.М. Цифровизация профессионального образования: перспективы и незримые барьеры // Образование и наука. 2020. Т. 22. № 3. URL: https://www.edscience.ru/jour/article/view/1604?locale=ru_RU (дата обращения: 01.11.2024). DOI: 10.17853/1994-5639-2020-3-116-147.

15. Мазниченко М.А., Лопатинский Д.Н. Интеграция традиционных и цифровых технологий в реализации программ среднего профессионального образования // Гуманитарные науки. 2021. № 1. С. 53–62.

УДК 377.6

DOI 10.17513/snt.40267

ТИПИЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ, ВЫЯВЛЕННЫЕ ПРИ АККРЕДИТАЦИИ ОРГАНИЗАЦИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

¹Сыздыков Е.К., ^{2,3}Собянин Ф.И., ³Клименко Т.И.¹НУ «Независимый Казахстанский центр аккредитации»,
Астана, e-mail: erke_s76@mail.ru;²ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
Белгород, e-mail: sosnovi60@mail.ru;³НАО «Западно-Казахстанский университет имени Махамбета Утемисова»,
Уральск, e-mail: krist_oo@list.ru

Цель исследования – выявить и проанализировать типичные проблемы, выявленные в результате аккредитации организаций технического и профессионального образования в Республике Казахстан. Материалы и методы исследования: анализ нормативных документов, данных специальной научной литературы, опрос в виде интервью, сравнительный анализ и обобщение опыта работы в области аккредитации образовательных учреждений Республики Казахстан и некоторых зарубежных стран. Результаты и их обсуждение: проанализирован многолетний опыт аккредитации организаций технического и профессионального образования в Казахстане и ряде зарубежных стран, а также важнейшие проблемы, выявленные при проверке и оценке деятельности образовательных организаций. В итоге установлено, что типичные проблемы, выявленные в состоянии технического и профессионального образования, связаны с отставанием от практики производства и потребностей работодателей, с медленным освоением образовательных стандартов и учебных программ, недостатком ресурсов, возникающими препятствиями для успешной интеграции с передовыми зарубежными образовательными системами. Главный путь решения обнаруженных проблем видится в направлении повышения скорости адаптации образовательных учреждений к меняющимся социальным и производственным условиям, а также к динамике соответствующих тенденций и новаций, внедрению новых передовых образовательных технологий в практику обучения.

Ключевые слова: техническое и профессиональное образование, Республика Казахстан, типичные проблемы, студенты, стандарты, образовательные программы, организации образования

TYPICAL PROBLEMS, REVEALED DURING ACCREDITMENT OF ORGANIZATIONS OF TECHNICAL AND PROFESSIONAL EDUCATION IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

¹Sizdikov E.K., ^{2,3}Sobyenin F.I., ³Klimenko T.I.¹Independent Kazakhstani Center of Accreditation, Astana, e-mail: erke_s76@mail.ru;²National State Research University of Belgorod, Russia, Belgorod city, e-mail: sosnovi60@mail.ru;³Makhambet Utemisov West Kazakhstan University, Uralsk, e-mail: krist_oo@list.ru

Aim of the work is to reveal and analyse typical problems, revealed in the result of accreditation of organizations of technical and professional education in the Republic of Kazakhstan. Materials and methods of the research: analysis of regulatory documents, data from respective scientific literature, survey through interview, comparative analysis and summary of work experience in the field of accreditation of educational institutions of the Republic of Kazakhstan and of particular foreign countries. Results and their discussion: longstanding experience of accreditation of organizations of technical and professional education in Kazakhstan and in number of foreign countries was analyzed, and also were analyzed most important problems revealed during verification and estimation of functioning of educational organizations. Overall it was established that typical problems revealed in the status of technical and professional education are connected with leeway from production practice and needs of employers, with slow mastery of educational standards and programs of study, lack of resources, occurring obstacles for successful integration with leading foreign educational systems. Main way of solving of the revealed problems appears to be in the direction of increasing of speed of the adaptation of educational institutions to the changing social and manufacturing conditions and also adaptation to the dynamics of according tendencies and innovations, to the integration of new leading educational technologies in the educational practice.

Keywords: technical and professional education, the Republic of Kazakhstan, typical problems, students, standards, programs of study, educational organizations

Введение

В Казахстане придается большое значение программам форсированного индустриально-инновационного образования и раз-

вития, поскольку в обществе есть четкое понимание того, что только такой подход может обеспечить стране достойное место в международном разделении труда. Вме-

сте с тем усилия на этом направлении порождают новые вызовы. В первую очередь они связаны с вопросами подготовки новых специалистов, уровень которых отвечал бы самым современным требованиям [1; 2].

В условиях динамичного развития образовательных систем и требований рынка труда аккредитация организаций образования и их образовательных программ становится важной составляющей обеспечения качества образования. В Республике Казахстан аккредитация организаций технического и профессионального образования представляет собой ключевой элемент обеспечения соответствия образовательных стандартов современным требованиям общества в контексте реализации Концепции развития дошкольного, среднего, технического и профессионального образования Республики Казахстан на 2023-2029 годы [3; 4].

С момента появления системы аккредитации образовательных организаций в Республике Казахстан накоплен значительный ценный опыт, раскрывающий особенности функционирования образования разных уровней и типов. Вместе с тем накапливается подобный опыт и в зарубежных странах. Несмотря на наличие весьма существенных различий в национальных системах образования, имеются основания предположить, что, помимо различий, между ними могут быть и похожие моменты.

Организация и проведение аккредитации в учебных заведениях Казахстана позволяет выявить не только характерные особенности состояния образовательного процесса, но и сложившиеся противоречия и проблемы, требующие глубокого научного анализа и решения. Они остаются на уровне констатации проведенных экспертиз, заключений комиссий, ведомственных решений и мероприятий, но редко становятся объектами научно-педагогического изучения.

Кроме того, проблемы, установленные в содержании образования в Республике Казахстан, необходимо сопоставлять с теми проблемами, которые возникают в других национальных системах образования. Это позволит обеспечить более объективную картину определения негативных тенденций, возникающих в образовательном процессе, и обоснование эффективных подходов и методов их устранения. Однако в настоящее время еще мало изученными остаются вопросы, касающиеся выявления проблем в содержании и процессе современного образования, полученных после проведения аккредитации. Поэтому исследование типичных проблем, установленных во время аккредитации организаций техни-

ческого и профессионального образования в Республике Казахстан, и сравнение их с проблемами в зарубежных странах представляется весьма актуальным.

Цель исследования – определить и проанализировать типичные проблемы, выявленные в результате аккредитации организаций технического и профессионального образования в Республике Казахстан.

Методы и организация исследования

Для достижения поставленной цели использовались следующие методы: анализ нормативных, правовых актов; изучение нормативных документов, связанных с аккредитацией организаций образования в Казахстане, включая законы, постановления и методические рекомендации, указания и инструкции; анализ данных специальной литературы (обзор научных статей, монографий и других работ, посвященных проблемам аккредитации в образовательной сфере – всего изучено более 225 источников); опрос в виде интервью с представителями аккредитующих организаций, руководителями организаций образования и экспертами в области аккредитации для получения первичных данных о существующих проблемах; сравнительный анализ и обобщение опыта проведения аккредитации в системе технического и профессионального образования в Республике Казахстан и аналогичной практики в некоторых зарубежных странах.

Исследование проводилось на базе НУ «Независимый Казахстанский центр аккредитации» (Республика Казахстан, г. Астана), НАО «Западно-Казахстанский университет имени Махамбета Утемисова» (Республика Казахстан, г. Уральск) и ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (Российская Федерация, г. Белгород) в 2020-2024 гг.

Результаты исследования и их обсуждение

Полученные в ходе исследования данные после соответствующего анализа были объединены в несколько групп, в которых выявленные проблемы технического и профессионального образования в Республике Казахстан обнаружили общее происхождение (таблица).

Данные исследования показали, что в ряде случаев организации технического и профессионального образования Республики Казахстан осуществляют образовательный процесс по утратившим силу основополагающим документам: Государственному общеобязательному стандарту, Правилам деятельности организаций об-

разования, реализующих образовательные программы технического и профессионального образования. Это связано с несколькими факторами, включая необходимость продолжительного времени для пересмотра и обновления образовательных программ

с участием работодателей, их анализа. Кроме того, для применения новых требований необходимы новые методические руководства и положения, а для их разработки и адаптации также необходимо определенное время.

Основные проблемы технического и профессионального образования в Республике Казахстан, выявленные по итогам аккредитации образовательных организаций

№ п/п	Суть проблемы	Причины ее возникновения	Возможные пути решения
1	Образовательная организация руководствуется устаревшими Стандартами, Правилами и другими документами	Недостаток времени либо неорганизованность образовательной организации при переходе на новые нормативные требования, недостаточно налаженный контакт с работодателями	Своевременные действия образовательной организации по переходу на новые нормативные требования к образовательному содержанию и систематический контакт с работодателями
2	«Программная» аккредитация показывает несоответствие образовательных программ современным требованиям	Медленные темпы обновления образовательных программ, недостаточная интеграция инновационных технологий в учебный процесс	Ориентация содержания образования на меняющиеся запросы производства, учет новых требований к компетентности выпускников
3	Недостаточное качество результатов образовательного процесса	Помимо указанных выше причин, недостаточно развита система внутреннего контроля качества образовательного процесса	Системный анализ всех недостатков современного профессионального и технического образования и принятие соответствующих мер на разных уровнях управления
4	Возникновение препятствий для интеграции в зарубежные образовательные системы	Узконаправленность, излишняя специализация образовательных стандартов и учебных программ	Создание наряду с узкоспециализированными стандартами и программами более широких и универсальных
5	Не хватает преподавателей специальных дисциплин, имеющих опыт практической работы на производстве и ученую степень	Поступающим в докторантуру не предъявляется требование иметь обязательный опыт работы на производстве по профилю	В число условий поступления в докторантуру включить обязательное наличие производственного опыта работы по профилю не менее трех лет
6	Невысокий процент трудоустройства выпускников организаций образования	Отсутствует плановое трудоустройство выпускников, исключая случаи обучения по целевому направлению	Заключение договоров организации образования с работодателем, поиск организацией образования новых мест трудоустройства выпускников
7	В системе технического и профессионального образования слабо развита внутренняя и внешняя академическая мобильность студентов и преподавателей	Органы управления техническим и профессиональным образованием недостаточно стимулируют академическую мобильность, организации образования мало сотрудничают с ответственными и зарубежными партнерами	Органам управления техническим и профессиональным образованием детально проработать положения академической мобильности, включая меры ее стимулирования, организациям активизировать академическую мобильность
8	Недостаточная активность организации образования в развитии своего имиджа	Плохо представлен сайт организации образования, устаревшая информация о ней, слабо обеспечена медийность, открытость новостей, агитация и пропаганда организации и т.п.	Разработка и внедрение эффективной технологии развития имиджа организации, обновление и улучшение сайта, развитие медийности, открытости, приглашение известных ученых, специалистов, популярных личностей и т.д.

Анализ данных программной аккредитации показал, что содержание образовательных программ в ряде случаев не соответствует современным требованиям экономики и производства. Особо выраженное отставание наблюдается в быстро развивающихся отраслях, таких как информационные технологии, автоматизация и робототехника. Причинами этого являются медленные темпы обновления образовательных программ, недостаточная интеграция инновационных технологий в учебный процесс. Работодатели, в свою очередь, отмечают недостаточный уровень подготовленности выпускников для решения реальных производственных задач, что свидетельствует о необходимости пересмотра существующих образовательных подходов [5].

Одной из главных причин недостаточности эффективного образовательного процесса является плохо поставленная система внутреннего контроля качества образования. Выявление данного негативного фактора должно происходить путем системного анализа всех без исключения недостатков в содержании технического и профессионального образования с последующим планомерным их устранением. Очевидно, что в каждом образовательном учреждении процесс налаживания контроля качества будет выстраиваться по-своему, с учетом специфики, установок и имеющихся традиций.

Качество образовательных услуг, предоставляемых организациями технического и профессионального образования, не всегда соответствует растущим потребностям общества, работодателей и обучающихся. Одна из причин этой тенденции заключается в том, что некоторые организации образования недостаточно развили систему внутреннего контроля качества образовательного процесса, что вызывает отклонение от требований по организации обучения, ухудшение образовательных услуг. В этом случае необходимо учитывать, что оценка качества образования – процедура интегративная, и потому здесь необходимо уточнять, что имеет наибольшее значение и реальное влияние на этот показатель, представляющий собой, по сути, конечный результат образовательного процесса. В этом анализе важно учитывать и некоторые важнейшие факторы, которые часто выпадают из зоны внимания экспертов. Например, сочетание высокого уровня профессиональной квалификации действующих преподавателей с преемственностью новых педагогических кадров, сохранение лучших образовательных традиций на кафедрах и факультетах, гармоничное сочетание образовательных традиций с новациями,

образование и развитие научных школ, создание условий для проявления творческих способностей преподавателей и студентов и ряд других.

В процессе развития национальной системы образования возникает естественная потребность ее сравнения с зарубежными системами. Это способствует более объективному представлению о состоянии отечественного образования, получению ценного зарубежного опыта, уточнению перспектив дальнейшего развития образования в мировом сообществе.

Исследование показало, что специфика и узконаправленность некоторых стандартов и образовательных программ в Казахстане создают препятствия для интеграции с зарубежными образовательными системами, что снижает эффективность академического и научного сотрудничества, ограничивает возможности участия в международных образовательных и научных проектах. Отсутствие адаптированных к международным стандартам программ приводит к трудностям в признании казахстанских специалистов за рубежом, снижает их универсальность, широту академического и научного мировоззрения, в итоге – негативно влияет на конкурентоспособность выпускников на международном рынке труда.

Для успешной интеграции Казахстана в международное образовательное пространство необходимо привлечение зарубежных организаций для участия в совместной разработке учебных программ, направленных на гармонизацию национальных образовательных стандартов с международными [4; 6]. Это позволит расширить мировоззрение студентов и преподавателей, а также получить признание казахстанских специалистов за рубежом.

Вместе с тем не следует слепо копировать образцы зарубежных систем образования. Необходимо подходить к зарубежному опыту критически, не забывая имеющиеся достижения и лучшие традиции собственной отечественной педагогики и образования.

Результаты исследования также свидетельствуют о том, что уровень обучения специальным дисциплинам не обеспечивается соответствующими квалифицированными кадрами. Традиционно наиболее ценными педагогическими кадрами являются те, кто имеет, с одной стороны, значительный опыт практической работы на производстве по профилю своей специальности, с другой – опыт научно-исследовательской деятельности и ученую степень. Именно такой сплав практики и теории позволяет добиваться высокого качества образова-

ния. В настоящее время при поступлении в докторантуру требуется предъявлять справку, подтверждающую сам факт работы по профилю. Однако этого мало. Необходимо иметь реальный опыт практической работы по специальности не менее трех лет, который бы подтверждался не только наличием справки, но характеристикой и рекомендацией с места работы для поступления на обучение в докторантуру.

Другой проблемой технического и профессионального образования является низкий процент трудоустройства выпускников. Это серьезная проблема, наличие которой может сказываться на непривлекательности избранной специальности для будущих абитуриентов. Как известно, в существующей реальности плановое и надежное распределение выпускников на производство ушло в прошлое. Но это вовсе не значит, что организации образования должны пустить трудоустройство выпускников на самотек. Они должны организовать систематическую работу по поиску контактов с работодателями и регулярное взаимодействие с ними. Кроме того, необходимо заключать договоры о проведении практики на предприятиях, о целевом обучении, о привлечении работодателей к планированию содержания подготовки будущих специалистов. Договоры о приеме на работу на предприятия лучших выпускников будут стимулировать обучающихся к более старательному профессионально ориентированному обучению. Помимо этого, организации должны постоянно вести поиск новых надежных мест трудоустройства за пределами своего региона.

Безусловно, негативным фактом в системе технического и профессионального образования является нынешнее состояние академической мобильности. Причины сложившегося положения кроются, прежде всего, в деятельности органов управления образованием. Поэтому с ними необходимо проведение разъяснительной работы, консультаций, демонстрации примеров, доказывающих значение академической мобильности в деле повышения качества образования. В результате такой деятельности руководство организациями образования должно приложить усилия, чтобы на основе общих положений разработать собственные условия, правила, инструкции для организации внутренней и внешней академической мобильности. При этом очень важно определить и утвердить меры стимулирования преподавателей и обучающихся, включающих в академическую мобильность.

Некоторые организации образования мало заботятся о собственном имидже.

В современном мире без этого обходиться нельзя. Образовательные учреждения, понимающие значение имиджа, занимают всегда более выгодное положение в системе регионального и общенационального образования. Помимо открытости, обеспечения информационной полноты, определенной эстетичности данных об организации образования, необходимо обязательное создание собственной структуры активной медийности, популяризации образовательных, практических, научных, творческих, общественных и иных успехов и достижений. Для этого необходимо готовить или приглашать профессионалов, работающих регулярно и последовательно. В результате такой работы организация образования должна стать таким местом, где студентам не только престижно учиться, но и интересно проводить время, заниматься научной деятельностью, художественной самодеятельностью, спортом, искусством, общественной работой и в полной мере реализовывать свои интересы, потребности, всесторонне развивать имеющиеся способности. И об этом должны узнавать средства массовой информации, работодатели, управленческие структуры, все окружающие.

Изучение опыта наиболее развитых зарубежных стран показывает, что там в развитие образования вкладывают большие средства. Поэтому, например, в Японии поступление на обучение в престижный вуз гарантирует высокий социальный статус, хорошую заработную плату и дальнейшее социальное благополучие. Все большее значение в странах Европы и США приобретает практическая подготовленность выпускников и их умение адаптироваться к новым условиям рынка. В то же время система образования за рубежом отличается большей динамичностью, возможностями академической мобильности, получения нового опыта, развития творческих способностей студентов, меньшей консервативностью и ограниченностью стандартов образования.

Вместе с тем в некоторых странах систематически проводится мониторинг за уровнем подготовленности обучающихся, а также контроль за профессиональным мастерством уже работающих педагогических кадров. Это позволяет поддерживать высокий уровень преподавания в организациях технического и профессионального образования.

Мировая практика показывает, что успешное взаимодействие между образовательными учреждениями и работодателями способствует более эффективной подготовке специалистов. В частности, в США и Великобритании активно применяются программы дуального образования, в рам-

ках которых студенты совмещают обучение с работой на предприятиях, что позволяет им быстрее приобретать практические навыки и опыт [7-9].

Результаты данного исследования неоднократно подчеркивают необходимость более гибкого и оперативного подхода к разработке новых образовательных программ в техническом и профессиональном образовании Республики Казахстан, активного привлечения работодателей к участию в этой работе.

Опыт зарубежных стран (например, Германии и США) показывает, что успешная подготовка профессиональных кадров невозможна без наличия не только современных учебных программ, но и развитой материально-технической базы, высококвалифицированных преподавателей. В этих странах также активно применяется практика регулярных курсов повышения квалификации для преподавателей и других форм профессиональной переподготовки [8-10].

Для того, чтобы интегрироваться в образовательное пространство США и Англии, например, приглашать на обучение иностранных студентов в другую страну для получения медицинского образования, необходимо внедрять иностранную составляющую в образовательные программы, готовить студентов к сдаче международных экзаменов, образовательным учреждениям – проходить обязательную международную аккредитацию по соответствующему профилю образования [11].

Проблемы аккредитации в системе технического и профессионального образования в Республике Казахстан в значительной степени совпадают с теми, которые встречаются в странах СНГ. В частности, они обусловлены появлением разных видов аккредитации. К примеру в Российской Федерации при проведении анализа состояния профессионально-общественной аккредитации были выявлены такие проблемы: несовершенство терминологии в данном виде аккредитации, недостаточно проработанное нормативно-правовое регулирование, отсутствие единого реестра для аккредитованных программ, низкий уровень некоторых экспертов, участвующих в процедуре аккредитации, и другие [12].

В настоящее время качество образовательной деятельности должно стать приоритетом для всех участников образовательного процесса. Это возможно при наличии соответствующих благоприятных условий работы, применении комплекса стимулов для профессионального роста и при постоянном внедрении инновационных образовательных технологий [4; 10].

В то же время необходимо помнить о человеке будущего в центре образовательного процесса, его мировоззрении, не только узкопрактической, но и фундаментальной подготовленности выпускников.

Следует также перенести акцент с постоянной жесткой оценки качества образования – на создание благоприятных и демократичных условий для его реального обеспечения. Излишнее усердие в систематическом контроле качества образования, включая растущую массу проверочных мероприятий, требующих дополнительного времени и сил преподавателей, администрации образовательных организаций, а также обучающихся, может привести к обратному эффекту – фактическому снижению качества образования. Поэтому еще одна важная проблема в данном исследовании – это определение оптимального режима функционирования образовательных организаций и структур, проводящих аккредитацию, их работа над выявленными недостатками и режим контроля в форме аккредитации, существенно не нарушающий, не останавливающий образовательный процесс.

При этом следует отметить, что в настоящее время во многих странах ведется поиск новых идей образования, которых пока явно не хватает. Это обусловлено радикальными изменениями в жизни мирового сообщества в современных условиях. Нужны новые ориентиры существования развивающегося современного общества в сложившейся системе координат. Очевидной тенденцией нынешней ситуации является усиливающийся гуманитарный кризис на фоне все более развивающихся новых передовых технологий, включая искусственный интеллект.

Новая идеология образования должна дать существенный толчок развитию научно-технического прогресса на принципиально ином уровне, но при этом учитывать нарушение баланса между гуманитарными и техническими дисциплинами, возникновение множества новых наук, их дифференциацию и в то же время интеграцию. Эти тенденции закономерно приведут к системности, универсальности подготовки обучающихся.

Выводы

1. Исследование показало, что в ходе проведения аккредитации в организациях технического и профессионального образования в Республике Казахстан на фоне роста экономики и производства в процессе подготовки профессиональных кадров возникают уже сложившиеся традиционные, а также принципиально новые проблемы.

2. Проблемы в содержании технического и профессионального образования в Республике Казахстан возникают на основе естественных противоречий между гетерогонным развитием содержания образования и быстро развивающимися требованиями общества, научно-технического прогресса, производства, работодателей.

3. Среди наиболее актуальных проблем образования выделяются: применение образовательными организациями устаревших стандартов, учебных программ и других документов, недостаточное материально-техническое обеспечение процесса образования, недостаточно высокое качество образования, наличие препятствий для интеграции в международное образовательное пространство.

4. Проводимые реформы в системе технического и профессионального образования Республики Казахстан протекают в соответствии с появляющимися изменениями на рынке труда, однако организациям образования необходимы «переходные» периоды для обновления образовательных программ и их адаптации.

5. Часто вносимые изменения в нормативные правовые акты в сфере образования не дают стабильности в осуществлении образовательного процесса. С одной стороны, процесс технического и профессионального образования в Казахстане должен быть в постоянной развивающейся динамике с регулярным оперативным обновлением образовательных стандартов, учебных программ, требований к преподавателям и студентам, с другой – контролирующее образование организации должны, достоверно оценивая качество обучения, обеспечивать минимальные временные, психоэмоциональные и другие затраты, чтобы не нарушать полноценный педагогический процесс.

Список литературы

- Оспанова Н.Ж. ТипО: профессия плюс социальная адаптация // Современное образование. 2021. №3 (124). С. 24-30. URL: https://www.bilim.expert/_files/ugd/c11ddf_9ae0c62bba74435ab5cea17e32dac8d6.pdf?index=true (дата обращения: 10.11.2024).
- Борибеков К.К., Кусаинов А.К. Развитие технического и профессионального образования в Казахстане // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2015. №2 (18). С. 23-26. URL: [https://prof-obr42.ru/Archives/2\(18\)2015.pdf](https://prof-obr42.ru/Archives/2(18)2015.pdf) (дата обращения: 10.11.2024).
- Жумагулова А.Б. Развитие системы качества образования в Республике Казахстан: опыт НААР // Education. Quality Assurance. 2018. № 2 (11). С. 6-11. URL: <https://iaar-education.kz/files/journals/796cccc8d0e1f81754ad3897a722805cd.pdf> (дата обращения: 10.11.2024).
- Об утверждении Концепции развития дошкольного, среднего, технического и профессионального образования Республики Казахстан на 2023 – 2029 годы: Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 марта 2023 года № 249. [Электронный ресурс]. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000249> (дата обращения: 10.11.2024).
- Подвержных У., Таюрский А. Анализ проблем подготовки рабочих кадров на основе изучения результатов конкретного социологического исследования // Вестник ТГПУ (TSPU Bulletin). 2015. № 9 (162). С. 295-300. URL: <https://scholar.sfu-kras.ru/publication/24309372> (дата обращения: 10.11.2024).
- Указ Президента Республики Казахстан. Национальный план развития Республики Казахстан до 2025 года. 2021. № 52. [Электронный ресурс]. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U1800000636> (дата обращения: 10.11.2024).
- Золотов А., Золотова М. Роль двухгодичных колледжей в подготовке трудовых кадров США // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2011. № 6 (1). С. 27–34. URL: <http://www.vestnik.unn.ru/ru/pomera?anum=4274> (дата обращения: 10.11.2024).
- Емельянова Т.В. Зарубежный опыт профессиональной подготовки кадров на основе практико-ориентированного подхода // Отечественная и зарубежная педагогика. 2020. Т. 1, № 6 (72). С. 137–151. URL: https://ozp.instrao.ru/images/2020/OZP_6_72_1_2020.pdf. (дата обращения: 10.11.2024).
- Edmunds J.A., Arshavsky N., Lewis K., Thrift B., Fatih U., Furey J. Preparing Students for College: Lessons Learned From the Early College // NASSP Bulletin. 2017. Vol. 101(2). P. 117–141. DOI: 10.1177/0192636517713848.
- Kronholz JF., Osborn D.S. The Impact of Study Abroad Experiences on Vocational Identity among College Students // The Interdisciplinary Journal of Study Abroad. 2016. Vol. XXVII. P. 70-84. URL: <https://frontiersjournal.org/index.php/Frontiers/article/view/375> (дата обращения: 10.01.2025). DOI: 10.36366/frontiers.v27i1.375.
- Протасов А.Д., Дзюбайло А.В. Обоснование необходимости прохождения международной аккредитации российскими медицинскими вузами на основе анализа особенностей организации высшего медицинского образования в Соединенных Штатах Америки, Англии и России // Современные проблемы науки и образования. 2024. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=33819> (дата обращения: 27.11.2024). DOI: 10.17513/spno.33819.
- Казакова Н.Е. Проблемы профессионально-общественной аккредитации в России: комплексный анализ // Век качества. 2024. № 2. С. 270-278. URL: <http://www.agequal.ru/pdf/2024/224014.pdf> (дата обращения: 27.11.2024).

УДК [378.147+504.03]:378.22
DOI 10.17513/snt.40268

СПЕЦИФИКА ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ» В СИБИРСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ГЕОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

Трубина Л.К., Бочкарева И.И.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий»,
Новосибирск, e-mail: kaf.ecolog@ssga.ru

Целью работы является рассмотрение некоторых содержательных аспектов программы подготовки бакалавров, обучающихся в Сибирском государственном университете геосистем и технологий по направлению 05.03.06 «Экология и природопользование», профиль «Природопользование», и определение перспективных задач. Основной спецификой подготовки экологов является сочетание изучения экологических особенностей региона с применением геоинформационных технологий обработки пространственных данных, с использованием моделирования для анализа экологических систем и природопользования. Рассмотрен компетентностный подход к обучению экологов, с ориентацией на профессиональные стандарты. Профессиональные компетенции разрабатываются самостоятельно вузом. При разработке образовательной программы учитывается отечественный и зарубежный опыт в вопросах охраны окружающей среды, а также профессиональный стандарт «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», наиболее отражающий региональную специфику производственных интересов. Теоретические знания, полученные на занятиях, закрепляются практиками, которые организуются в том числе на производстве. Такая направленность подготовки экологов позволяет выпускникам осуществлять профессиональную деятельность в различных организациях, занимающихся вопросами охраны окружающей среды и природопользования. В статье определены основные задачи для дальнейшего совершенствования образовательной программы и поддержания ее актуальности.

Ключевые слова: экология и природопользование, бакалавры, образовательная программа, компетенции

THE SPECIFICS OF BACHELOR'S DEGREE TRAINING IN THE FIELD OF «ECOLOGY AND NATURE MANAGEMENT» IN THE SIBERIAN STATE UNIVERSITY OF GEOSYSTEMS AND TECHNOLOGIES

Trubina L.K., Bochkareva I.I.

Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk,
e-mail: kaf.ecolog@ssga.ru

The purpose of the work is to consider some substantive aspects of the bachelor's degree program studying at the Siberian State University of Geosystems and Technologies in the direction 05.03.06 «Ecology and Nature Management», profile «Nature Management», and identify promising tasks. The main specificity of the training of ecologists is the combination of studying the ecological characteristics of the region with the use of geoinformation technologies for processing spatial data, using modeling to analyze ecological systems and environmental management. A competence-based approach to the training of environmentalists, with a focus on professional standards, is considered. Professional competencies are developed independently by the university. When developing the educational program, domestic and foreign experience in environmental protection issues is taken into account, as well as the professional standard «Environmental Safety Specialist (in industry)», as the most reflective of the regional specifics of industrial interests. The theoretical knowledge gained in the classroom is consolidated by practices that are organized, including in the workplace. This orientation of ecologist training allows graduates to carry out professional activities in various organizations dealing with environmental protection and environmental management. The article defines the main tasks for further improvement of the educational program and maintaining its relevance.

Keywords: ecology and environmental management, bachelors, educational program, competencies

Введение

Спектр профессиональной деятельности по направлению «Экология и природопользование» включает множество актуальных задач в области окружающей среды и рационального использования природных ресурсов. Сибирский государственный университет геосистем и технологий (СГУГиТ) осуществляет подготовку кадров в этой области с 1997 г. Изначально обучение проводилось по программе специалитета «Гео-

экология». В 2011 г. вуз перешел на подготовку бакалавров по направлению «Экология и природопользование».

В СГУГиТ, как и в любом другом вузе, особенности подготовки обучающихся непосредственно связаны с внешними и внутренними факторами. Внешним фактором особенности подготовки бакалавров экологии и природопользования в университете является специфика региона, внутренним – возможности вуза в развитии и примене-

нии технологий обработки геопространственных данных. Университет находится в г. Новосибирске, поэтому кадры готовятся в основном для Сибирского региона, отличительной особенностью которого являются огромные территории и разнообразие природных условий. Кроме того, Сибирь богата ресурсами, добыча которых может быть связана с серьезными экологическими последствиями при отсутствии грамотной природоохранной деятельности.

Для подготовки специалистов, способных решать задачи в таких условиях, важно обеспечить реализацию практико-ориентированного подхода и получение навыков владения инструментами сбора и систематизации пространственных данных о природной среде. **Цель работы** – рассмотрение особенностей подготовки бакалавров-экологов в Сибирском государственном университете геосистем и технологий и определение задач для постоянного улучшения образовательной программы по направлению 05.06.03 «Экология и природопользование».

Материалы и методы исследования

Рассмотрены видоизменения требований образовательных стандартов по подготовке экологов и их реализация при обучении студентов в СГУГиТ. Проведен анализ образовательных стандартов по направлению «Экология и природопользование» [1] и обобщен опыт подготовки бакалавров по этому направлению. За рассматриваемый период сменилось пять поколений образовательных стандартов. Первоначально в содержании образовательных стандартов упор делался на фундаментальные знания в области экологии и наук о Земле. В начале XXI в. усиливается внимание к экологическим проблемам, что нашло отражение в образовательных стандартах через добавление дисциплин прикладного характера.

С переходом на двухступенчатую систему высшего образования в вузах страны изменился и подход к оценке результатов освоения образовательных программ, акцент переместился от объема знаний к развитию компетенций. Далее, этапом их совершенствования стало формирование компетенций с учетом профессиональных стандартов [2, 3].

В последнее десятилетие трансформация образовательных стандартов определяется стремительным развитием информационных технологий и внедрением их во все сферы жизни. Соответственно, это оказывает значительное влияние и на технологии обучения, поскольку современные студенты активно и успешно овладевают новейшими цифровыми технологиями, и доступность

любой необходимой информации становится легкой задачей. Все более значимым в подготовке экологов становится поиск баланса между сохранением естественнонаучной основы содержания образовательной программы и эффективной организацией учебного процесса с использованием современных информационных технологий.

Результаты исследования и их обсуждение

С изменением Федеральных государственных стандартов по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» менялась как структура, так и содержание дисциплин образовательной программы по подготовке бакалавров в СГУГиТ.

При этом ряд принципов, заложенных в первые образовательные программы, остается актуальным.

Прежде всего, это сочетание базового образования и междисциплинарной подготовки, а также практико-ориентированный подход к изучению сложных природных процессов. Это осуществляется за счет рассмотрения экологических проблем региона в рамках изучения разных дисциплин, содержание которых продолжает пересматриваться и согласовываться. Помимо изучения классических предметов «Биология», «Экология», «География», «Гидрология» студенты осваивают дисциплины «Реализация природоохранного законодательства в регионе», «Экология Сибири». Для знакомства обучающихся с региональной экологической проблематикой в качестве преподавателей приглашаются ведущие специалисты предприятий, контрольно-ревизионных организаций, научно-исследовательских институтов. В рамках изучения дисциплин организуются тематические экскурсии, которые позволяют наглядно оценить экологические риски различных производств, ознакомиться с очистным оборудованием, узнать о нестандартных решениях вопросов охраны природы.

Обучение современным технологиям, таким как дистанционное зондирование и геоинформационные системы, было заложено уже в первых образовательных программах, поскольку этому способствовали возможности вуза. В последние годы актуальность использования таких технологий для решения экологических задач повышается, поэтому продолжается совершенствование методической базы этих учебных курсов. Следует отметить, что студенты в обязательном порядке получают навыки работы с информационными ресурсами глобальных сетей, что в современных условиях

важно для повышения эффективности сбора и анализа экологической информации, а также для продуктивного применения научной и методической литературы [4].

Постоянно совершенствуются программы дисциплин «Геоинформационные системы в природопользовании», «Обработка аэрокосмической информации», на которых студентам предлагается новейшая информация и программные продукты для изучения. Именно современные геоинформационные технологии позволяют обучающимся оценить масштабы и степень воздействия антропогенной деятельности на окружающую среду, рассмотреть динамику происходящих процессов, выделить главные векторы планируемых природоохранных действий: рекультивации земель, лесовосстановления, снижения техногенной нагрузки и пр.

Кроме того, еще одной важной составляющей является такая дисциплина, как «Основы моделирования в экологии и природопользовании». Моделирование экологических процессов и природопользования является одним из инструментов экологов и специалистов по природопользованию, позволяющим анализировать сложные взаимодействия компонентов природной среды и прогнозировать развитие негативных процессов. Успешность решения задач по математическим моделям, несмотря на ограничения, связанные со сложностью природных экосистем, повышается за счет появившихся возможностей обработки больших данных и материалов дистанционного зондирования Земли. При выполнении лабораторных работ студенты с помощью современных программных продуктов выполняют моделирование процессов на территориях с разной степенью освоения человеком, создают цифровые модели рельефа и объектов местности. Интеграция и анализ разнородных пространственных данных способствует пониманию процессов взаимодействия различных компонентов природной среды. Значимым результатом становится понимание особенностей распространения загрязнений в окружающей среде, с учетом специфики анализируемой территории, природных условий и особенностей инфраструктуры поселения. Такие компетенции способствуют формированию навыков планирования мероприятий по оптимизации хозяйственной деятельности человека.

Последний вариант образовательной программы включает и новый курс по искусственному интеллекту. Студенты учатся использовать интеллектуальные справочные системы, приобретают навыки построения алгоритмов и способность их программных

реализаций для поиска оптимальных решений, что позволяет расширить профессиональный кругозор студентов и понимание сущности происходящих экологических процессов.

Такой подход к обучению дает возможность проводить исследования территорий с разными типами хозяйственной деятельности, строить тематические карты и трехмерные модели, востребованные специализированными организациями. Студенты представляют свои работы на конференциях, участвуют в проектах и конкурсах, пишут на основе полученных моделей дипломные работы.

Большое внимание уделяется формированию компетенций. Изначально при переходе к компетентностному подходу были определены ключевые компетенции, которые могут быть рекомендованы для основных видов деятельности (проектно-производственный, организационно-управленческий, контрольно-надзорный и экспертно-аналитический). Сегодня реализуются три категории компетенций: универсальные, общепрофессиональные и профессиональные, причем первые две предлагаются Федеральным образовательным стандартом. Вузу дана возможность самостоятельно разрабатывать индикаторы достижения компетенций, основываясь на специфике учебного заведения. В образовательной программе по направлению «Экология и природопользование» при построении «реперных точек» были учтены технические возможности и производственный опыт работников вуза по применению информационных технологий, включая искусственный интеллект, для решения прикладных задач.

Для достижения общепрофессиональных компетенций студенту необходимо освоить фундаментальные знания наук о Земле, овладеть базовыми методами экологических исследований, знать и уметь применять международные и национальные природоохранные законодательные акты и другие нормативные документы [5]. Профессиональные компетенции формулируются вузом на основе анализа отечественного и зарубежного опыта в вопросах охраны окружающей среды, а также профессиональных стандартов. Хотя сегодня требования профстандартов, за некоторым исключением, не являются обязательными, а носят лишь рекомендательный характер, работодатели все чаще ориентируются на их положения при формировании требований к соискателю. После изучения рынка труда за основу для разработки профессиональных компетенций, как наиболее отражающий региональную специфику производственных интересов, в вузе взят

Профессиональный стандарт «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)» [6].

Изучение рынка труда показало, что в Сибирском регионе выпускники направления подготовки «Экология и природопользование» наиболее часто занимают должности инженера-эколога и специалиста по охране окружающей среды в природоохранных подразделениях производственных предприятий. Они могут заниматься инженерно-экологическими изысканиями и экологическим проектированием в проектно-изыскательских компаниях, работать инспекторами и специалистами в государственных учреждениях, заниматься исследовательской работой в научно-исследовательских организациях, курировать вопросы охраны ОС в общественных фондах и организациях и др. Должностные обязанности перечисленных специалистов схожи в части умения обработки большого объема данных и способности ориентироваться в актуальной нормативной документации [7].

Среди должностных обязанностей специалистов в природоохранной сфере можно выделить следующие как основные [8]:

- разработка проектной документации «Перечень мероприятий по охране окружающей среды», проектов ПДВ, НДС, НО-ОЛР в рамках комплексных экологических разрешений (КЭР) и деклараций НВОС, оформление паспортов отходов;
- разработка проектов санитарно-защитной зоны, зон санитарной охраны источников;
- ведение первичной учетной документации по природопользованию, проведение инвентаризации источников выбросов, отходов производства и потребления;
- разработка и реализация программы производственного экологического контроля (ПЭК), программы повышения экологической эффективности, плана мероприятий по охране окружающей среды;
- составление экологических отчетов (статистические отчеты по ОС, декларация о плате за негативное воздействие на окружающую среду, отчет о ПЭК);
- расчет экологического сбора;
- производственный мониторинг на предприятии (отбор проб почвы, воды, воздуха, отходов и анализ с привлечением лабораторий);
- обработка исходных данных по анализу экологической обстановки в специализированных программах.

Анализ показал, что, несмотря на различие сфер профессиональной деятельности, для каждой из них важна такая профессиональная компетенция, как «готовность

выполнять фактические расчеты объемов негативного воздействия на окружающую среду и разрабатывать ежегодную экологическую отчетность». Если ранжировать эти сферы деятельности по значимости требуемых знаний и умений, а также по необходимым в профессиональном плане личным качествам специалиста, то на первое место выходит компетентность в проектно-производственной деятельности. Это связано с тем, что перечень задач, с которыми сталкиваются такие специалисты, охватывает и задачи, характерные для остальных трех сфер деятельности.

Для успешного формирования профессиональных компетенций предусмотрена постановка комплексных лабораторных работ и учебных практик (работа выполняется при изучении нескольких дисциплин для реализации конкретного проекта). В образовательной программе предусмотрены такие учебные практики, как практика по биологии, экологии и практика по природопользованию. Лабораторные работы осуществляются на базе учебных аудиторий со специальным оснащением. Оборудование подобрано таким образом, что позволяет обучать студентов классическим исследовательским методам, а также сочетать полученные результаты с компьютерной обработкой с применением специализированных программ. Это дает возможность не только проводить учебные занятия, но и заниматься научными исследованиями, которые находят отражение в написании публикаций и выпускных квалификационных работ. Например, на кафедре экологии и природопользования много лет студенты принимают участие в исследованиях экологической обстановки городской среды с применением современных цифровых технологий.

Практическая подготовка имеет ключевое значение. Образовательная программа и ее реализация через учебные планы подразумевает логическую последовательность изучения дисциплин и прохождения практик, обеспечивающих формирование компетенций в полном объеме. Студенты участвуют в полевых обследованиях территорий в процессе прохождения производственной (производственно-технологической) практики в научно-исследовательских институтах, природоохранных организациях, проектных кампаниях и на промышленных предприятиях. Это позволяет им получать реальный опыт и навыки применения полученных знаний. У вуза есть постоянные партнеры, например институты Сибирского отделения РАН, Министерство природных ресурсов и экологии Новосибирской области и др. Этот список посто-

янно расширяется за счет обращения организаций и предприятий, приглашающих студентов на практику, в том числе с дальнейшим трудоустройством. География мест прохождения практик обучающимися простирается по регионам Западной и Восточной Сибири, Дальнего Востока.

Следует отметить активное сотрудничество кафедр и студентов с муниципальными учреждениями по решению экологических проблем города и участие в волонтерских проектах, что формирует у студентов чувство ответственности за защиту природы и будущее человечества.

Заключение

Рассмотренные аспекты подготовки экологов в СГУГиТ: компетентностный подход, ориентир при формировании профессиональных компетенций на профстандарты, тесное сотрудничество с предприятиями и организациями позволяет выпускать квалифицированные кадры, которые способны эффективно справляться с современными экологическими вызовами, опираясь на актуальные технологии.

Тем не менее текущая ситуация быстро меняется, появляются новые технологии, отрасли экономики, требования к работникам. Поэтому важно адаптировать образовательные программы и содержание обучения к современным потребностям. Новые задачи, которые необходимо решать:

- совершенствование качества содержания образовательной программы по направлению «Экология и природопользование» для достижения «универсальности» будущего специалиста;

- активизация учебной деятельности студентов на основе применения различных форм обучения, как средство личностного развития будущих специалистов;

- адаптация содержания образовательных программ вузов к современным научно-техническим и производственным изменениям;

- оптимальное сочетание в обучении цифровых и традиционных технологий на разных этапах подготовки специалистов;

- постоянное изучение потребностей рынка труда для своевременного реагирования при формировании компетенций обучающихся.

Список литературы

1. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 894 «Об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта Высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/74527284/> (дата обращения: 10.10.2024).

2. Рыбальский Н.Г., Самотесов Е.Д., Колесова Е.В., Попова Л.В., Степанов С.А., Хрисанов В.Р. Экологическое образование в Российской Федерации – путь длиной в 25 лет: история, состояние и перспективы // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2016. № 4 (148). С. 91–98.

3. Рыбальский Н.Г., Самотесов Е.Д., Колесова Е.В., Попова Л.В., Степанов С.А., Хрисанов В.Р. Экологическое образование в Российской Федерации – путь длиной в 25 лет: история, состояние и перспективы (Окончание. Начало в бюл. № 4 за 2016 г.) // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2017. № 1 (149). С. 75–82.

4. Николаева О.Н., Анопоченко Л.Ю. Информационное обеспечение практико-ориентированной учебной деятельности обучающихся вузов на основе источников общедоступной экологической информации // Актуальные вопросы образования. 2019. Т. 2. С. 105–110.

5. Трубина Л.К., Баранова Е.И. Реализация междисциплинарного подхода в научной и образовательной деятельности (СГУГиТ, кафедра экологии и природопользования) // Материалы конференции Интерэкспо Гео-Сибирь. 2023. Т. 4, № 2. С. 147–151. DOI: 10.33764/2618-981X-2023-4-2-147-151.

6. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 7 сентября 2020 года № 569н «Об утверждении Профессионального стандарта «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)» [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565837362> (дата обращения: 10.10.2024).

7. Трубина Л.К., Михайлова Е.В. Некоторые аспекты формирования компетентности в проектно-производственной деятельности выпускников по направлению «Экология и природопользование» // Актуальные вопросы образования. 2021. № 3. С. 21–24.

8. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 10.10.2024).

УДК 378.146
DOI 10.17513/snt.40269

МЕТОДИКА СБОРА И АНАЛИЗА ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ

Туктамышов Н.К., Горская Т.Ю.

*Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
Казань, e-mail: gorskaya0304@mail.ru*

Цели данной работы – определение и исследование остаточных знаний по математике у студентов-первокурсников по основным темам элементарной математики, важным в усвоении высшей математики. Анализ остаточных знаний студентов – важный инструмент для оценки их реальной математической подготовки. Для реализации этой цели был проведен эксперимент, в котором участвовали студенты-первокурсники Казанского государственного архитектурно-строительного университета. Студентам было предложено выполнить тест, по результатам которого был проведен анализ остаточных знаний. Материалами исследования послужили тестовые задания, результаты опросов, а также совокупность ошибок, выявленных в решениях студентов. Методы исследования, представленные в работе: изучение научных и интернет-источников, систематизация данных, опросы, сравнительный качественный и количественный анализ ошибок, совершаемых студентами. В рамках данного исследования определены ключевые темы элементарной математики, важные для освоения высшей математики, получены данные о характерных систематических ошибках студентов, проведено сравнение уровня остаточных знаний первокурсников с требованиями, предъявляемыми при изучении высшей математики, а также с результатами единых государственных экзаменов. Исследование выявило, что ключевой проблемой студентов в освоении высшей математики является наличие в остаточных знаниях систематических ошибок, исправление которых требует корректировки как школьной программы по математике, так и методов преподавания.

Ключевые слова: математика, остаточные знания, систематические ошибки, элементарные функции

METHODOLOGY FOR COLLECTING AND ANALYSIS OF RESIDUAL KNOWLEDGE

Tuktamyshov N.K., Gorskaya T.Yu.

*Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan,
e-mail: gorskaya0304@mail.ru*

The purpose of this paper is to determine and investigate the residual knowledge in mathematics of freshmen students on the main topics of elementary mathematics, important in mastering higher mathematics. The analysis of students' residual knowledge is an important tool to evaluate their real mathematical preparation. In order to realize this goal, an experiment was conducted with freshmen students of Kazan State University of Architecture and Civil Engineering. The students were asked to perform a test, the results of which were used to analyze the residual knowledge. The materials of the study were test tasks, the results of surveys, as well as a set of errors identified in the students' solutions. Research methods presented in the paper: study of scientific and Internet sources, systematization of data, surveys, comparative qualitative and quantitative analysis of errors made by students. Within the framework of this research the key topics of elementary mathematics important for mastering higher mathematics were identified, data on typical systematic errors of students were obtained, the level of residual knowledge of freshmen was compared with the requirements for studying higher mathematics, as well as with the results of the Unified State Examinations. The study revealed that the key problem of students in mastering higher mathematics is the presence of systematic errors in their residual knowledge, the correction of which requires both the adjustment of the school mathematics program and teaching methods.

Keywords: math, residual knowledge, systematic errors, elementary functions

Введение

В последние годы наблюдается рост интереса к проблеме недостаточной подготовленности студентов технических вузов по математике. Успех в обучении математике требует не только базовых знаний и навыков, полученных в школе, но и глубокого понимания теоретических аспектов, таких как логические рассуждения, умение строить доказательства и структурировать собственные рассуждения. Однако студенты часто демонстрируют существенные пробелы в понимании фундаментальных математических концепций, что приводит к систематическим ошибкам и затрудняет усво-

ение материала на более высоком уровне. В контексте обучения математике остаточные знания – это те базовые знания, умения, навыки и понимание, которые остаются после завершения школьного курса.

Анализ остаточных знаний студентов – это критически важный аспект оценки их реальной математической подготовки после школы, особенно в контексте перехода к изучению высшей математики в вузе. Значение анализа остаточных знаний можно подчеркнуть следующими аспектами.

– Изучение остаточных знаний позволяет увидеть, насколько знания студентов соответствуют требованиям, предъявляемым

в вузах, и понять, насколько они способны применять школьные знания в новой академической среде.

– Анализ ошибок и пробелов, возникающих у студентов после сдачи ЕГЭ, дает возможность увидеть, какие темы и навыки остаются неувоенными. Это позволяет оценить, какие разделы школьной программы требуют доработки или изменения, чтобы лучше подготовить выпускников к обучению в вузах.

– Исследование остаточных знаний помогает выявить систематические ошибки, которые наблюдаются у студентов, и лучше понять их природу. Зная эти пробелы, преподаватели могут скорректировать учебные планы или предложить вводные курсы, чтобы восполнить эти недостатки.

– Анализ остаточных знаний помогает учителям и преподавателям понять, какие методы обучения могут быть неэффективными, что позволяет улучшить образовательные стратегии в школах и вузах.

Ключевым методом для выявления остаточных знаний студентов является анализ ошибок, совершаемых студентами при решении задач, так как они показывают, какие знания были усвоены на глубоком уровне, а какие – только формально. Кроме того, исследование ошибок как методический инструмент предлагает пути для улучшения качества математического образования.

Вопросы анализа, классификации, способов устранения математических ошибок студентов, а также их восприятия обучающимися привлекали внимание многих исследователей. В статье [1] А.А. Хаертдинова, анализируя уровень остаточных знаний, указывает на то, что для выравнивания неоднородного уровня начальной подготовки требуется значительно больше времени для аудиторной работы. В.А. Тестовым, Е.А. Перминовым в работе [2] подчеркнуто, что качественная математическая подготовка обеспечивает не только формирование у студентов общих трансдисциплинарных представлений, но и овладение общекультурной когнитивной стратегией в решении профессиональных задач. Большое внимание анализу типичных ошибок уделено в исследованиях В.А. Далингера (см., например, [3]). В работах [4] и [5] на примере тригонометрических функций проведена классификация ошибок на концептуальные и процессуальные. Тема анализа и классификации математических ошибок привлекала и привлекает внимание многих зарубежных ученых. Отметим диссертационную работу К.Ж. Geuther [6], в которой проведено исследование ошибок студентов при изучении дифференциального исчисления в рам-

ках конструктивистского подхода. В работе [7] автор предлагает использовать ошибки для побуждения студентов к исследованию и решению проблем. В исследовании [8] большое внимание уделено учету эмоционального состояния студента в случае совершения им ошибки.

Проблема анализа систематических ошибок обучающихся при изучении высшей математики остается крайне актуальной, особенно в условиях перехода на новые формы обучения, включая дистанционное. Анализ систематических ошибок студентов позволяет выявить в их подготовке слабые места, которые могут быть неочевидны в стандартном учебном процессе. Это особенно важно в технических вузах, где успешное изучение профильных дисциплин тесно связано с прочными базовыми знаниями по математике. Актуальность данного исследования обусловлена также необходимостью обновления школьной программы, так как многие учащиеся не имеют достаточного уровня подготовки для успешного обучения в вузах.

В данной работе рассмотрены проблемные для студентов важные при изучении высшей математики в вузах разделы элементарной математики, в которых студенты часто совершают систематические ошибки. Систематические ошибки возникают вследствие недостаточного или неверного понимания определенных понятий, принципов или правил. Они имеют устойчивый, повторяющийся характер и часто связаны с пробелами в базовых знаниях. Систематические ошибки обычно вызваны недостаточной проработкой определенных тем, неправильно усвоенными концепциями или ошибочными стратегиями, которые применяет обучающийся. Например, студент может не понимать правила раскрытия модуля и регулярно ошибаться в задачах, связанных с этой темой.

В последние годы в образовательном пространстве России идет динамичное изменение и обновление стандартов как школьного, так и высшего образования. С одной стороны, наблюдается стремление охватить в школьной программе по математике максимальное количество тем, включая и разделы, которые ранее изучались только в высшей школе. С другой стороны, практика обучения математики в вузах показывает нарастание числа ошибок, носящих систематический характер. Один из продуктивных путей разрешения этого несоответствия связан с изучением достигнутого, реального уровня математических знаний студентов после окончания средней школы. Данное исследование выделяет ключевые

темы (дроби, модули, упрощения алгебраических выражений, элементарные функции и их свойства).

Целями работы являются проверка остаточных знаний по математике у студентов-первокурсников и определение уровня владения некоторыми разделами элементарной математики, являющимися важными в усвоении высшей математики.

Материалы и методы исследования

Выбрана целевая группа студентов первого курса Казанского государственного архитектурно-строительного университета в количестве 129 студентов.

Сбор и анализ остаточных знаний проводились в соответствии со следующими этапами. Первый этап – это разработка проверочных материалов, которые представляют собой тесты, опросные листы, содержание которых соответствует разделам изучаемых дисциплин. Второй этап – контрольное тестирование или иной срез знаний, проводимые в условиях ограниченного времени под наблюдением преподавателя. Третий этап – проверка выполненных работ контрольного тестирования. Четвертый этап – оценивание выполненного задания контрольного тестирования с представлением результатов в оценочную ведомость. Пятый этап – обсуждение результатов остаточных знаний в педагогическом коллективе. Шестой этап – использование полученных результатов для коррекции методических и дидактических материалов и рекомендаций в целях повышения уровня остаточных знаний.

Содержание теста следующее (в тесте фигурирует параметр k , который является числом месяца рождения респондентов):

1. Решить неравенство:

$$\log_2(kx + 7) > \log_2(5x + k).$$

2. Решить неравенство:

$$k + \frac{3}{x+1} \geq \frac{k}{x}.$$

3. Решить уравнение:

$$k3^x + 1 = 3^{2x+1}.$$

4. Решить уравнение:

$$kx^2 + |x - k| - 3 = 0.$$

5. Упростить выражение:

$$\left(1 + \frac{kx + x^2}{x + k}\right) : \left(\frac{1}{x+1} - \frac{x}{1 + 2x + x^2}\right)^{-1}.$$

В ходе исследования были использованы методы сравнительного анализа, качественного (описание типов ошибок и характерных примеров ошибок) и количественного анализа (процентное распределение ошибок).

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам экспериментов студенты были разбиты на три группы: первая – полностью справились с заданиями, вторая – совершили ошибки или не полностью решили задания, третья – не приступали к решению.



Рис. 1. Диаграмма распределения числа студентов при выполнении пяти заданий теста на группы: не решили, решили с ошибками и решили

При работе с дробями (задание 5) получены следующие результаты: 27 студентов решили задание полностью, 47 совершили ошибки, а 55 не решали задание.

При работе с модулем (4-е задание) получены результаты: 14 студентов решили полностью, 78 – не полностью или с ошибками, 37 – не приступили к его решению.

Показательные уравнения решили 42 студента, 73 совершили ошибки или не довели решение до конца, а 13 к задаче не приступали.

Алгебраические неравенства смогли решить 48 студентов, 59 студентов совершили ошибки, а 22 – не решали вообще.

При работе с логарифмическими неравенствами результат лучше: так, 57 студентов полностью его решили, 61 – допустили ошибки, а только 9 студентов не приступали к его решению.

Для наглядности представим эти результаты в виде диаграммы (рис. 1).

Как видно из диаграммы, наиболее сложным заданием для студентов оказалась задача с модулем, с ней справились только примерно 11% от всех опрошенных. Задачи с модулем пугают школьников, в ЕГЭ они, как правило, встречаются во второй части там, где задание с параметром. Знакомство с понятием абсолютной величины (модулем) происходит еще в 9-м классе, но к 11-му классу модуль уже присутствует в сложных задачах. По результатам тестирования чуть больше 60% респондентов пробовали решать задачи с ним. Но и те, кто правильно раскрыли модуль, получив решения, совершили ошибки. Например, при решении уравнения $2x^2 + |x - 2| - 3 = 0$ правильно переходят к совокупности систем:

$$\begin{cases} 2x^2 + x - 5 = 0 \\ x - 2 \geq 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_{1,2} = \frac{-1 \pm \sqrt{41}}{4} \\ x \geq 2 \end{cases}.$$

Записывают в ответ оба корня:

$$x_1 = \frac{-1 + \sqrt{41}}{4}, x_2 = \frac{-1 - \sqrt{41}}{4},$$

хотя очевидно, что x_2 не подходит. Решая аналогично вторую систему:

$$\begin{cases} 2x^2 - x - 1 = 0 \\ x - 2 < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_{1,2} = \frac{1 \pm 3}{4} \\ x < 2 \end{cases},$$

в ответ также записывают оба корня: $x_1 = 1, x_2 = -1/2$, которые удовлетворяют ограничению. Таким образом, формально разбивая задачу на две, в ответ также за-

писывают все четыре получившихся корня, не учитывая при этом ограничения, полученные при раскрытии модуля. К систематическим ошибкам здесь следует отнести неправильное понимание условий раскрытия модуля, а также объединение решений систем уравнений.

Следующий объект – это задача на упрощение дробных выражений. Чуть менее 21% опрошенных справились с задачей упрощения дроби, а 42,6% к преобразованию не приступили. Приведем типичные ошибки с дробями, полученные в работах. Необходимо упростить дробь

$$\left(1 + \frac{5x + x^2}{x + 5}\right) : \left(\frac{1}{x + 1} - \frac{x}{1 + 2x + x^2}\right)^{-1}.$$

На рисунке 2 представлено решение этой задачи одним из студентов.

Рис. 2. Пример решения задачи на упрощение

Видно, что в первой и во второй скобках студент привел слагаемые к общему знаменателю, а также справился с тем, что при делении на обратную дробь получаем умножение на исходную. Однако дальше студент не смог провести упрощающие преобразования с полученными дробями. Замечено, что громоздкие выражения на упрощение у студентов вызывают негативные эмоции, и они часто отказываются или прекращают в этих случаях преобразовывать алгебраические выражения. Алгебраическое неравенство не содержало громоздкие дроби, к этому заданию приступило большее число студентов, примерно 83%, из них 37,2% полностью с заданием справились, остальные либо неправильно преобразовали дробь, либо некорректно применили метод интервалов, записывая корни как ответ или неверно находя интервалы, подходящие к знаку неравенства (рис. 3), либо совершили ошибки при вычислении корней многочленов в числителе и знаменателе дроби.

4) $3 + \frac{3}{x+1} \geq \frac{3}{x}$

$$3 + \frac{3}{x+1} - \frac{3}{x} \geq 0$$

$$3x^2 + 3x + 3x - 3x - 3 \geq 0$$

$$3x^2 + 3x - 3 \quad | :3$$

$$x^2 + x - 1 \geq 0$$

$$\Delta = 1 + 4 = 5$$

$$x_1 = \frac{-1 + \sqrt{5}}{2}$$

$$x_2 = \frac{-1 - \sqrt{5}}{2}$$

Ответ: $x_1 = \frac{-1 + \sqrt{5}}{2}, x_2 = \frac{-1 - \sqrt{5}}{2}$

Ответ: $x \in \left[\frac{-1 - \sqrt{5}}{2}, \frac{-1 + \sqrt{5}}{2} \right]$

Рис. 3. Пример решения алгебраического неравенства

К систематическим ошибкам, кроме перечисленных выше, можно отнести ошиб-

ки, связанные с непониманием того, что деление на дробь эквивалентно умножению на ее обратную.

При решении показательных уравнений 32,5% студентов успешно их решили, однако и ошибок совершили 55,6% приступивших к заданию студентов, тем самым показав слабое владение этими математическими объектами. В ходе решения показательных уравнений студенты пренебрегают тем фактом, что показательная функция принимает только положительные значения, что является систематической ошибкой.

Аналогично обстоит дело и с логарифмами. Несмотря на то что процент решенных задач по этому заданию выше, чем у остальных задач (он составляет почти 44,2%), все же число ошибочных решений больше и составляет 47%. Несмотря на выученную технику решения логарифмических неравенств, ограничения на аргумент логарифма студенты не накладывают либо забывают это делать.

Ниже приведен пример решения логарифмического неравенства (рис. 4).

1) $\log_2(5x+7) > \log_2(5x-5)$

$$5x+7 > 5x-5, \Rightarrow 7 > -5, \Rightarrow \text{любой}$$

Рис. 4. Пример ошибки при решении логарифмической функции

Систематическая ошибка в решении данного неравенства состоит в том, что не учтены области существования каждого из логарифмов.

Анализ решений показательных и логарифмических уравнений показывает, что студенты не владеют понятием функции вообще и понятиями показательной и логарифмической функций в частности.

Студенты испытывали особенно серьезные затруднения при работе с модулями и показательными функциями, где большинство ошибок носило систематический характер, отражая фундаментальные пробелы в знаниях математики. Замечено при этом, что средний балл ЕГЭ у тестируемых студентов составлял 71 балла, то есть большая часть студентов должна была справиться с заданиями, чего на самом деле не произошло, хотя со времени сдачи ЕГЭ прошло всего несколько месяцев. Хотя данное исследование не имело целью изучение когнитивных трудностей, тем не менее были явно видны недостатки логического мышления и восприятия абстрактных математических объектов.

Эти результаты подтверждают выводы, сделанные в работах Далингера [3], о не-

обходимости более тщательной проработки базовых математических понятий, систематического анализа ошибок и коррекции методов преподавания.

Проведенный анализ ошибок показывает, что, несмотря на успешную сдачу ЕГЭ, многие студенты демонстрируют пробелы в ключевых темах, таких как дроби, модули, логарифмы и показательные функции. Это указывает на то, что знание этих тем, часто поверхностное и направленное на решение стандартных задач ЕГЭ, не всегда переносится на более сложные и теоретически насыщенные задания, требующие гибкости мышления и глубины понимания.

Анализ остаточных знаний студентов показывает, что школьная подготовка часто направлена на успешное решение типичных задач, встречающихся в ЕГЭ, и на овладение конкретными шаблонами решений. Это приводит к тому, что многие студенты могут успешно решать задачи на экзамене, но оказываются не способными применять полученные знания в вузе. Анализ ошибок показывает, что многие студенты не усвоили базовые понятия (функции, свойства степенных, показательных, тригонометрических функций) и принципы

работы с ними. Ошибки студентов указывают на формальный характер многих знаний, с которыми они пришли в вуз. Вместо того чтобы понимать суть математических понятий и свойств функций, студенты часто механически воспроизводят методы решения задач. При отсутствии (в массовом порядке) фундаментальных, необходимых знаний, касающихся в том числе умения преобразовывать, упрощать алгебраические выражения, лежащих в основе математики в вузе, возникает вопрос о целесообразности изучения в школе (не специализированной) разделов математического анализа, элементов теории вероятности и финансовой математики.

Выводы

На основе полученных результатов можно сформулировать следующие выводы.

1. Проведенные эксперименты показывают, что остаточные знания в целом не соответствуют баллам, полученным в результате единых государственных экзаменов. Систематические ошибки являются основным препятствием для студентов в освоении высшей математики. Особые трудности вызывают темы с модулями, логарифмами и показательными функциями. У студентов отсутствует четкое понимание как самого понятия функции, так и ограничений на функции (области определения и свойства элементарных функций), что ведет к многочисленным ошибкам.

2. Выявленные проблемы свидетельствуют о необходимости пересмотра школьной программы по математике. Фокус, с точки зрения авторов статьи, следует сме-

стить на качественное освоение базовых тем (таких как дроби, преобразование алгебраических выражений, функции, модули).

3. Для улучшения математической подготовки студентов нужны дополнительные занятия или курсы в вузах по элементарной математике для укрепления базовых знаний.

Список литературы

1. Khaertdinova A.A. On the issue of assessing the residual economic knowledge of students of technical universities // Samara Journal of Science. 2024. Т. 13, №. 1. С. 216-220. DOI: 10.55355/snv2024131317.
2. Тестов В. А., Перминов Е. А. Роль математики в трансдисциплинарности содержания современного образования // Образование и наука. 2021. Т. 23, №. 3. С. 11-34. DOI: 10.17853/1994-5639-2021-3-11-34.
3. Далингер В.А. Типичные ошибки учащихся при решении логарифмических уравнений, неравенств и их систем и пути их предупреждения // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 4. С. 445-450.
4. Туктамышов Н.К., Горская Т.Ю. Теория APOS в изучении математики (на примере тригонометрии) // Интеграция образования 2024. № 28(1). С. 111-124. DOI: 10.15507/1991-9468.114.028.202401.111-124.
5. Туктамышов Н.К., Горская Т.Ю. Опыт классификации математических ошибок с использованием теории APOS // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 12-1. С. 177-182. DOI: 10.17513/snt.39879.
6. Geuther K. J. The role of error analysis, diagnostic grading procedures, and student reflection in first semester calculus learning (epistemology, metacognition, inquiry). University of New Hampshire. 1986. Doctoral Dissertations. 1477. URL: <https://scholars.unh.edu/dissertation/1477>. (дата обращения: 12.10.2024).
7. Borasi R. Capitalizing on Errors as “Springboards for Inquiry”: A Teaching Experiment // Journal for Research in Mathematics Education. 1994. Vol. 25(2). P. 166-208. DOI: 10.2307/749507.
8. Hervilia E., Subanti S., Pramudya I., Nugroho P.S. Scaffolding for Algebra Errors From the Perspective of Emotional Quotient // Journal Pendidikan MIPA. 2024. Vol. 25(1). P. 236-247. DOI: 0.23960/jpmipa/v25i1.pp236-247.

УДК 378.147:796.011.1
DOI 10.17513/snt.40270

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ ГУМАНИТАРНОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТОВ УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

¹Усцелёмова Н.А., ²Ямалетдинова Г.А.

¹ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет имени Г.И. Носова»,
Магнитогорск, e-mail: ustselemona.natalya@mail.ru;

²АНО ВО «Гуманитарный университет», Екатеринбург, e-mail: yamalga@mail.ru

Цель работы – сравнительный анализ эффективности процесса физического воспитания студентов гуманитарного и технического университетов Уральского федерального округа по ключевым критериям (особенности образовательных программ, инфраструктура и ресурсы, культурные особенности, социальная интеграция, результативность), выявленным посредством анализа различных подходов ученых к решению данной проблемы. Методами исследования для достижения поставленной цели являются теоретические (сравнительно-сопоставительный анализ, конкретизация, систематизация) и эмпирические (педагогическое наблюдение, тестирование, статистические методы обработки данных) методы. Проведен сравнительный анализ показателей физической подготовленности студентов разных типов университетов в период с 2018 по 2023 г. на основе расчета t-критерия Стьюдента, получены значимые различия результатов студентов технического университета в 2018–2022 гг., свидетельствующие о более высоком уровне их физической подготовленности по сравнению со студентами гуманитарного университета, однако в 2023 г. в контрольных упражнениях достоверно лучшие результаты у студентов гуманитарного университета. Выявлена положительная динамика показателей физической подготовленности у студентов гуманитарного университета в 2023 г. по сравнению с 2018 г., наилучшие результаты достигаются путем создания студентами гуманитарного университета личностных проектов в сфере физической культуры с использованием компьютерных программ, внедрения образовательных программ оздоровительной направленности через современные виды спорта и системы физического воспитания, свидетельствующие об эффективности образовательного процесса в вузе. Отрицательная динамика показателей физической подготовленности студентов технического университета в 2023 г. по сравнению с 2018 г. свидетельствует о недостаточном оснащении занятий инвентарем и оборудованием в связи с ремонтом открытых и закрытых спортивных объектов университета в 2019 и 2022 гг., что снижает их доступность и эффективность образовательного процесса. В результате исследования выявлены сильные и слабые стороны каждого подхода к организации процесса физического воспитания студентов, что способствует достижению более качественных результатов.

Ключевые слова: физическое воспитание, студенты, физическая подготовленность, гуманитарный университет, технический университет, эффективность процесса

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF THE PROCESS OF THE PHYSICAL EDUCATION OF STUDENTS OF HUMANITIES AND TECHNICAL UNIVERSITIES OF THE URAL FEDERAL DISTRICT

¹Ustselemona N.A., ²Yamaletdinova G.A.

¹Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, e-mail: ustselemona.natalya@mail.ru;

²Humanitarian University, Yekaterinburg, e-mail: yamalga@mail.ru

The aim of the work is a comparative analysis of the effectiveness of the physical education process of students of the humanitarian and technical universities of the Ural Federal District according to key criteria: features of educational programs, infrastructure and resources, cultural characteristics, social integration, effectiveness, identified through the analysis of various approaches of scientists to solving this problem. The research methods for achieving this goal are theoretical (comparative and contrastive analysis, specification, systematization) and empirical (pedagogical observation, testing, statistical methods of data processing) methods. A comparative analysis of the physical fitness indicators of students of different types of universities was carried out in the period from 2018 to 2023 based on the calculation of Student's t-test, significant differences in the results of students of the technical university in 2018-2022 were obtained, indicating a higher level of their physical fitness compared to students of the humanitarian university, however, in 2023, students of the humanitarian university showed significantly better results in control exercises. Positive dynamics of physical fitness indicators of students of the Humanities University in 2023 compared to 2018 were revealed, the best results are achieved through the creation of personal projects in the field of physical education by students of the Humanities University using computer programs, the introduction of educational programs of a health-oriented focus through modern sports and physical education systems, indicating the effectiveness of the educational process at the university. Negative dynamics of physical fitness indicators of students of the Technical University in 2023 compared to 2018 indicate insufficient equipment for classes due to the repair of outdoor and indoor sports facilities of the university in 2019 and 2022, which reduces their accessibility and the effectiveness of the educational process. As a result of the study, strengths and weaknesses of each approach to organizing the process of physical education of students were identified, which contributes to the achievement of better results.

Keywords: physical education, students, physical fitness, humanitarian university, technical university, process efficiency

Введение

В современных условиях обострения глобальных проблем человеческой цивилизации, изменения требований к производственно-технической сфере, усложнения социально-экономических условий жизни людей повышается роль физической культуры и спорта в системе обучения и воспитания специалистов высших учебных заведений как фактора развития человеческого капитала. В исследованиях М.Г. Ахметвалиевой [1], С.И. Изаак [2], К.В. Чедова [3] и др. отмечается снижение уровня здоровья молодежи, актуализирующее проблему повышения эффективности процесса физического воспитания обучающихся вуза, как фактора сохранения здоровья нации. Анализ педагогических исследований свидетельствует о различных подходах ученых (М.В. Гаврилик [4], Г.Ю. Лях [5], В.С. Макеева [6] и др.) к реализации поставленной проблемы. О необходимости *отбора и структурирования дифференцированного содержания различных направлений* физического воспитания: общеподготовительного, профессионально-прикладного физического, специального (спортивно-ориентированного), гигиенического, адаптивного – заявляется в исследовании Г.Ю. Ляха [5]. О создании *интегрированной физкультурно-спортивной среды* с использованием возможностей вариативной части содержания программы по физической культуре говорится в работе М.В. Гаврилик [4]. Об *актуализации педагогического потенциала физкультурно-спортивной среды* образовательного учреждения с целью формирования ключевых унифицированных физкультурных компетенций (оздоровительно-адаптивная, оздоровительно-коррекционная, двигательно-кондиционная, двигательно-прикладная, спортивно-рекреативная) студентов, наиболее полно отражающих человекотворческий потенциал физической культуры, пишет И.В. Манжелей [7; 8]. О внедрении проектно-модульной технологии, активных методов обучения с целью создания осознанной мотивации студентов на сохранение здоровья и выбор здорового стиля жизни; условий для реализации современных систем физических упражнений с правом выбора вида спорта в соответствии с возможностями и желаниями обучающихся; выработки способности осуществлять самодиагностику здоровья и специальной физической подготовленности, способствующие *активизации учебно-познавательной деятельности студентов в области физической культуры и спорта*, заявляется в исследованиях Г.А. Ямалетдиновой [9, с. 18–19]. О влиянии спортивной деятельности студентов вуза

в преодолении стресса пишут Л.Я. Доцоев, Т.Ф. Орехова, Н.А. Усцелемова [10]. Таким образом, авторами определяются основные концепции физического воспитания: спортивно-ориентированного, профессионально-прикладного, дифференцированного и оздоровительного, детерминирующие *особенности образовательных программ* (направленность занятий на физическую подготовку и развитие профессионально важных качеств (спортивная и профессионально-прикладная физическая направленность) или общее укрепление здоровья (оздоровительная направленность).

В исследовании И.В. Манжелей [8, с. 104] отмечается *важность материально-ресурсного обеспечения* при реализации на практике спортивного физического воспитания молодежи, поскольку требуется качественный инвентарь, физкультурно-спортивные сооружения или трансформерные конструкции, соответствующие санитарно-гигиеническим, современным архитектурным, эстетическим требованиям; *достаточного финансирования спортивно-массовой работы и значительного кадрового обеспечения*, требующего подготовки педагогов, способных к взаимодействию с обучающимися на основе сотрудничества, конструктивного диалога, поддержки и т.д. в процессе совместного участия в физкультурных мероприятиях, создания спортивных команд и клубов. От уровня ответственности человека за свое здоровье, умения ставить задачи и находить способы их решения, по мнению М.Г. Ахметвалиевой, М.А. Коняевой [1], зависит успешная профессионализация будущего специалиста. Мониторингу условий и результатов физического воспитания студентов на основе критериально-измерительного инструментария посвящены исследования И.В. Манжелей [7; 8], его применение позволяет снизить субъективность преподавательской оценки в защиту интересов студентов, тем самым повышая гуманизацию образования. На основе технологии *популяционного мониторинга* в исследовании С.И. Изаак [2, с. 20] оценивается и корректируется состояние физического развития и физической подготовленности молодого поколения России.

Целью работы является сравнительный анализ эффективности процесса физического воспитания студентов гуманитарного и технического университетов Уральского федерального округа по ключевым критериям (особенности образовательных программ, инфраструктура и ресурсы, культурные особенности, социальная интеграция, результативность), выявленным посред-

ством анализа различных подходов ученых к решению данной проблемы.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели использовались теоретические (сравнительно-сопоставительный анализ, конкретизация, систематизация) и эмпирические (педагогическое наблюдение, тестирование, статистические методы обработки данных) методы исследования. Эксперимент проводился на базе Гуманитарного университета (г. Екатеринбург) (далее – ГУ) и Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова (г. Магнитогорск) (далее – МГТУ) в 2018/2019, 2021/2022, 2022/2023, 2023/2024 учебных годах, в нем участвовали 384 студента ГУ (200 девушек и 184 юноши) и 400 студентов МГТУ (200 девушек и 200 юношей), всего – 784 студента I–II курсов. Респонденты распределяются по трем конкретным признакам: 1) профиль университета: гуманитарный, технический; 2) курс обучения: младшие курсы (первые и вторые); 3) пол: мужчины, женщины. *Физическая подготовленность* студентов гуманитарного и технического университетов диагностируется по результатам выполнения трех контрольных упражнений: «Подтягивание из виса на высокой перекладине» (юноши), «Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на полу» (девушки), «Поднимание туловища из положения лежа на спине», «Наклон вперед из положения стоя на гимнастической скамье», полученным в рамках учебного процесса (ГУ) и проведения соревнований «Приз первокурсника» (МГТУ), которые сравниваются посредством *t*-критерия Стьюдента. *Динамика показателей физической подготовленности* студентов разных типов университетов в 2018 и 2023 гг. определяется по результатам, полученным при выполнении тех же контрольных упражнений и дополнительного упражнения «Прыжок в длину с места толчком двумя ногами» с расчетом достоверности различий средних показателей в группе.

Результаты исследования и их обсуждение

Авторами данной статьи в процессе анализа научных исследований были найдены работы, где обосновывается конкретный признак, на основании которого оценивается эффективность процесса физического воспитания, а именно: технология популяционного мониторинга физической подготовленности студентов позволяет определить возрастную неодинаковую динамику у студентов и студенток, а именно

у юношей с возрастом увеличивается доля студентов со средним уровнем физической подготовленности, у девушек – с низким уровнем (С.И. Изаак [2]); при мониторинге условий и результатов физического воспитания студентов диагностируется их общая выносливость и скоростные способности, которые ниже программных нормативов, соответствующих удовлетворительной оценке (И.В. Манжелей [7; 8]); применение модели системы самоуправления учебно-познавательной деятельностью физкультурно-оздоровительной, профессиональной и физкультурно-спортивной направленности, заключается в повышении уровня самооценки способности к самоуправлению, физического здоровья, теоретической, методической, профессиональной, специально-технической и особенно физической подготовленности в силовых показателях (Г.А. Ямалетдинова [9]). По мнению авторов данной статьи, в дальнейшем на основе комплексного подхода необходимо создать систему критериев, показателей и уровней, характеризующих внутренние и внешние изменения в организме студента. Эта критериально-диагностическая система должна быть направлена на активизацию студентов к познанию самих себя и стимулированию их к двигательной деятельности, поддержанию здорового стиля жизни.

Рассматриваемые результаты представленных выше авторов позволяют выделить следующие ключевые критерии и показатели оценки эффективности процесса физического воспитания студентов вуза в совокупности:

1) *особенностей образовательных программ по физической культуре и спорту*, проявляющихся в содержании различных направлений физического воспитания: оздоровительное, спортивное, профессионально-прикладное и др.;

2) *обеспеченности инфраструктурой и оборудованием*, показателями которой являются доступность и состояние спортивных сооружений и оборудования, расписание использования спортивных объектов для оптимальной организации учебных занятий по количеству занятий в неделю, продолжительности каждого занятия и уровню интенсивности упражнений;

3) *культурных особенностей университета*, показателями которых является корпоративная культура поощрения высокой физической активности посредством развития командных видов спорта и соревнований или поддержки различных оздоровительных систем физических упражнений, таких как йога, медитация и прогулки на свежем воздухе;

Таблица 1

Сравнительные результаты физической подготовленности студентов гуманитарного (n = 384 чел.) и технического (n = 400 чел.) университетов с 2018 по 2023 г. (M ± σ)

Контрольные упражнения	Год / (M ± σ)											
	2018		2021		2022		2023		P		P	
Юноши												
1. Подтягивание из виса на высокой перекладине (количество раз)	ГУ	13,33±0,77	< 0,05	9,11± 0,49	< 0,05	10,07 ± 0,48	< 0,05	14,72 ± 0,25	< 0,05	11,69 ± 0,53	< 0,05	< 0,05
	МГТУ	17,20± 0,50		15,9 ± 0,69		13,22 ± 0,84		13,38 ± 0,56		14,53 ± 0,69		> 0,05
2. Наклон вперед из положения стоя на гимнастической скамье (от уровня скамьи см)	ГУ	10,09±0,47	< 0,05	10,04 ± 0,83	< 0,05	12,16 ± 0,69	< 0,05	13,38 ± 0,56	< 0,05	14,53 ± 0,69	< 0,05	> 0,05
	МГТУ	13,00 ± 0,81		15,32 ± 0,65		18,82 ± 0,47		40,85 ± 0,73		47,18 ± 0,59		< 0,05
3. Поднимание туловища из положения лежа на спине (количество раз за 1 мин)	ГУ	32,30 ± 1,02	-	31,85 ± 1,9	-	36,55 ± 1,22	< 0,05	40,85 ± 0,73	< 0,05	47,18 ± 0,59	< 0,05	< 0,05
	МГТУ	-		53,40 ± 0,81		59,32 ± 0,59						
Девушки												
1. Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на полу (кол-во раз)	ГУ	11,44 ± 0,59	-	7,66 ± 0,34	-	14,56 ± 0,62	< 0,05	16,04 ± 0,84	> 0,05	13,26 ± 1,03	< 0,05	< 0,05
	МГТУ	-		18,42 ± 1,03		14,86 ± 1,16		16,00 ± 0,65		19,08 ± 0,59		< 0,05
2. Наклон вперед из положения стоя на гимнастической скамье (от уровня скамьи см)	ГУ	14,06 ± 0,56	< 0,05	12,92 ± 0,43	< 0,05	14,86 ± 0,59	< 0,05	16,00 ± 0,65	< 0,05	19,08 ± 0,59	< 0,05	< 0,05
	МГТУ	17,08 ± 0,53		19,06 ± 0,56		21,08 ± 0,59		61,66 ± 0,62		41,76 ± 1,13		< 0,05
3. Поднимание туловища из положения лежа на спине (количество раз за 1 мин)	ГУ	47,16 ± 1,72	> 0,05	38,62 ± 1,09	> 0,05	57,06 ± 1,09	< 0,05	61,66 ± 0,62	> 0,05	41,76 ± 1,13	< 0,05	< 0,05
	МГТУ	49,02 ± 0,40		51,88 ± 1,09		54,80 ± 0,81						

Таблица 2

Динамика показателей физической подготовленности студентов гуманитарного и технического университетов в 2018 и 2023 гг.

Контрольные упражнения	Гуманитарный университет (n = 195 чел.)		Технический университет (n = 200 чел.)		
	М ± σ	P	М ± σ	P	
Юноши					
1. Подтягивание из виса на высокой перекладине (количество раз)	2018 г.	12,91 ± 0,49	< 0,05	17,20 ± 0,50	< 0,05
	2023 г.	14,72 ± 0,25		11,69 ± 0,53	
2. Наклон вперед из положения стоя на гимнастической скамье (от уровня скамьи, см)	2018 г.	9,39 ± 0,39	< 0,05	13,00 ± 0,81	> 0,05
	2023 г.	13,38 ± 0,56		14,53 ± 0,69	
3. Поднимание туловища из положения лежа на спине (количество раз за 1 мин)	2018 г.	32,30 ± 1,02	< 0,05	–	
	2023 г.	40,85 ± 0,73		–	
4. Прыжок в длину с места толчком двумя ногами (см)	2018 г.	–		256,92 ± 1,57	< 0,05
	2023 г.	–		246,87 ± 2,64	
Девушки					
1. Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на полу (количество раз)	2018 г.	11,44 ± 0,59	< 0,05	–	
	2023 г.	16,04 ± 0,84		–	
2. Наклон вперед из положения стоя на гимнастической скамье (от уровня скамьи, см)	2018 г.	13,12 ± 0,34	< 0,05	17,08 ± 0,53	< 0,05
	2023 г.	16,00 ± 0,65		19,08 ± 0,59	
3. Поднимание туловища из положения лежа на спине (количество раз за 1 мин)	2018 г.	43,32 ± 2,89	< 0,05	49,02 ± 0,40	< 0,05
	2023 г.	61,66 ± 0,62		41,76 ± 1,13	
4. Прыжок в длину с места толчком двумя ногами (см)	2018 г.	–		194,52 ± 1,41	< 0,05
	2023 г.	–		188,27 ± 1,72	

4) *социальной интеграции*, проявляющейся в создании спортивных команд и клубов или совместного участия в физкультурных мероприятиях, а также через творческие кружки и группы по интересам;

5) *результативности физического воспитания*, показателями которой являются уровень физической подготовленности студентов и изменения результатов в динамике.

Авторами анализируются 1) уровень физической подготовленности студентов гуманитарного и технического университетов с 2018 по 2023 г. в сравнении и 2) динамика показателей физической подготовленности студентов разных типов вузов (изменения в показателях силы, гибкости и скоростно-силовых показателях в 2018–2023 гг.).

Сравнительный анализ уровня физической подготовленности студентов гуманитарного и технического университетов с 2018 по 2023 г. представлен в табл. 1. С помощью расчета t-критерия Стьюдента проверяется правильность выдвинутой гипотезы: уровень физической подготовленности студентов технического университета выше, чем у студентов гуманитарного университета.

Анализ показателей физической подготовленности студентов гуманитарного и технического университетов с 2018 по 2023 г. позволяет сделать следующие *выводы*: 1) в 2018 г. студенты МГТУ сильнее, чем студенты ГУ, в контрольных упражнениях: «Подтягивание из виса на высокой перекладине» и «Наклон вперед из положения стоя на гимнастической скамье»; 2) в 2021 и 2022 г. студенты МГТУ по-прежнему сильнее студентов ГУ во всех упражнениях: «Подтягивание из виса на высокой перекладине», «Наклон вперед из положения стоя на гимнастической скамье» и «Поднимание туловища из положения лежа на спине»; 3) в 2023 г. студенты МГТУ сильнее студентов ГУ только в одном упражнении: «Поднимание туловища из положения лежа на спине», а в упражнении «Наклон вперед из положения стоя на гимнастической скамье» различия недостоверны; 4) в упражнении «Подтягивание из виса на высокой перекладине» студенты ГУ сильнее студентов МГТУ, что подтверждается расчетами статистического t-критерия Стьюдента; 5) студентки МГТУ в 2018 г. сильнее девушек ГУ в упражнениях «На-

клон вперед из положения стоя на гимнастической скамье», а в упражнении «Поднимание туловища из положения лежа на спине» достоверных различий в средних значениях результатов нет; 6) в 2021 г. девушки МГТУ сильнее во всех контрольных упражнениях; 7) в 2022 и 2023 гг. у девушек МГТУ имеются достоверные различия в результатах только одного упражнения, «Наклон вперед из положения стоя на гимнастической скамье», а в упражнениях «Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на полу» и «Поднимание туловища из положения лежа на спине» достоверных различий в средних результатах нет (2022 г.), в 2023 г. девушки ГУ сильнее студенток МГТУ в данных упражнениях (достоверные различия).

Динамика показателей физической подготовленности студентов гуманитарного и технического университетов в 2018 и 2023 гг. представлена в табл. 2. Достоверность различий средних показателей в группе определяется по t-критерию Стьюдента и проверяется правильность выдвинутых гипотез: 1) уровень физической подготовленности студентов гуманитарного университета в 2023 г. выше, чем в 2018 г.; 2) уровень физической подготовленности студентов технического университета в 2023 г. выше, чем в 2018 г.

Анализ динамики показателей физической подготовленности студентов гуманитарного и технического университетов в 2018 и 2023 гг. свидетельствует о том, что студенты ГУ (юноши и девушки) в 2023 г. показывают результаты лучше, чем в 2018 году. Однако у студентов-юношей МГТУ, наоборот, в 2018 г. результаты лучше, чем в 2023 г., в упражнениях «Подтягивание из виса на высокой перекладине» и «Прыжок в длину с места толчком двумя ногами», а в упражнении «Наклон вперед из положения стоя на гимнастической скамье» различия недостоверны. У девушек также лучше результаты в 2018 г. в упражнениях «Поднимание туловища из положения лежа на спине» и «Прыжок в длину с места толчком двумя ногами», однако в упражнении «Наклон вперед из положения стоя на гимнастической скамье» лучше результаты в 2023 г.

Заключение

Анализ эффективности процесса физического воспитания обучающихся гуманитарного и технического университетов по выявленным ключевым критериям и показателям свидетельствует о следующем: 1) *особенностью образовательных программ гуманитарного университета* является ее оздоровительная направленность на общее укрепление здоровья, раз-

витие гибкости и поддержание физической формы через современные виды спорта и системы физического воспитания: йога, восточные оздоровительные системы, танцевальные виды аэробики, а также спортивный туризм, создание личностных проектов студентом с целью познания изменений самого себя при обучении по дисциплине «Физическая культура и спорт» с использованием компьютерных программ; *технического университета* – направленность на физическую подготовку для поддержания здоровья и развитие профессионально важных качеств обучающихся, включающая подготовку к выполнению комплекса ГТО, занятия спортивными играми, легкой и тяжелой атлетикой, общей физической подготовкой; 2) *инфраструктура и оборудование* позволяют в полной мере проводить занятия как в гуманитарном университете, так и техническом, однако *в гуманитарном университете* используются меньшие ресурсы, спорт в учебный процесс интегрируется через партнерские соглашения с фитнес-центрами и другими организациями (МБУ «Спортивно-туристский клуб г. Екатеринбурга» на базе Гуманитарного университета организовал и проводит занятия «Школы водного туризма»), занятия по физической культуре организуются с использованием дополнительных спортивных объектов, таких как бассейн, фитнес-клуб, тренажерный зал; расписание и форматы использования спортивных объектов отличаются более гибким подходом, а *технический университет* располагает большими ресурсами для организации физического воспитания, такими как современные спортивные залы, оборудование и тренерский состав, однако часто проводится ремонт открытых и закрытых спортивных объектов, что снижает их доступность, практические занятия переносятся в лекционные аудитории; 3) *корпоративная культура вузов* по отношению к физической культуре и спорту различна – в гуманитарном университете имеется тенденция к поддержке различных видов активностей, таких как йога, медитация и прогулки на свежем воздухе, горный и водный туризм; в техническом – к поощрению высокой физической активности посредством развития командных видов спорта и соревнований; 4) *социальная интеграция* в гуманитарном университете осуществляется посредством совместного участия в физкультурных мероприятиях, а также через творческие кружки и группы по интересам; в техническом – через создание спортивных команд и клубов; 5) *результативность физического воспитания* по уровню физической подготовленности

студентов выше в техническом университете в 2018–2022 гг., в гуманитарном университете – в 2023 г.; выявлена положительная динамика показателей физической подготовленности студентов гуманитарного университета, отрицательная – у студентов технического университета.

Сравнительный анализ показателей физической подготовленности студентов гуманитарного и технического университетов в 2018, 2021, 2022, 2023 гг. показывает более высокий уровень физической подготовленности студентов технического университета, чем у студентов гуманитарного университета в 2018–2022 гг., что свидетельствует об эффективности организации процесса физического воспитания спортивной и профессионально-прикладной направленности, поощрения высокой физической активности посредством развития командных видов спорта и соревнований, создания спортивных команд и клубов. Отрицательная динамика показателей физической подготовленности студентов технического университета в 2023 г. по сравнению с 2018 г. свидетельствует о снижении результативности образовательного процесса по физической культуре и спорту вследствие ограничения доступности спортивных сооружений, оборудования из-за проведения ремонта открытых и закрытых спортивных объектов в университете в 2019 и 2022 гг. Выявлена положительная динамика результатов физической подготовленности студентов гуманитарного университета в 2023 г., чем в 2018 г., что связано, по мнению авторов, с оздоровительной направленностью образовательных программ, тенденцией к поддержке различных видов активностей, внедрением модульно-проектной технологии по созданию личностных проектов в сфере физической культуры с использованием компьютерных программ, детерминирующих высокий уровень мотивации студентов к достижению оптимальной физической формы, улучшению результатов и повышению эффективности образовательного процесса.

В дальнейшем планируется рассмотрение вопросов о внедрении опыта работы мастерской по созданию личностных проектов студентом в сфере физической культуры, спорта в техническом университете для саморазвития, самосовершенствования и сравнение результатов со студентами гуманитарного университета.

Список литературы

1. Ахметвалиева М.Г., Коняева М.А. Направления формирования у современной молодежи мотивации к сбережению здоровья // *Современные наукоемкие технологии*. 2024. № 1. С. 108–112. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=39916> (дата обращения: 27.09.2024). DOI: 10.17513/snt.39916.
2. Изаак С.И. Состояние физического развития и физической подготовленности молодого поколения России и их коррекция на основе технологии популяционного мониторинга: автореф. дис. ... докт. пед. наук. Санкт-Петербург, 2006. 55 с.
3. Чедов К.В. Методологическая основа взаимодействия организаций различной ведомственной принадлежности по формированию культуры здоровья школьников // *Гуманитарно-педагогические исследования*. 2020. Т. 4, № 4. С. 6–14.
4. Гаврилик М.В. Эффективность физического воспитания студентов на основе создания физкультурно-спортивной среды // *Здоровье для всех*. 2020. № 1. С. 37–44.
5. Лях Г.Ю. Организация физкультурно-оздоровительной активности студентов в процессе развития их конкурентоспособности // *Kant*. 2021. № 3 (40). С. 244–248. DOI: 10.24923/2222-243X.2021-40.46.
6. Макеева В.С., Ямалетдинова Г.А., Бруй К.Е. Психологическая подготовка студентов. От обязанности к личностной потребности // *Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта*. 2020. Т. 15, № 1. С. 76–81. DOI: 10.14526/2070-4798-2020-15-1-76-81.
7. Манжелей И.В. Актуализация педагогического потенциала физкультурно-спортивной среды: автореф. дис. ... докт. пед. наук. Тюмень, 2005. 47 с.
8. Манжелей И.В., Загrevская А.И. Векторное моделирование в педагогических исследованиях по проблемам физической культуры и спорта // *Теория и практика физической культуры*. 2024. № 9. С. 3–5.
9. Ямалетдинова Г.А. Система самоуправления учебно-познавательной деятельностью студентов в сфере физической культуры: автореф. дис. ... докт. пед. наук. Москва, 2009. 48 с.
10. Усцеломова Н.А., Орехова Т.Ф., Доцоев Л.Я. Спортивная деятельность как фактор повышения у обучающихся вуза устойчивости к стрессу // *Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта*. 2023. № 11 (225). С. 439–443. DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2023.11.p439-443.

УДК 519.876.5
DOI 10.17513/snt.40271

КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РИСКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК И ИНТУИТИВНОГО АНАЛИЗА КАК КЛЮЧЕВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ УГРОЗАМИ В ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Плохута К.Д.

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»
имени В.И. Ульянова (Ленина), Санкт-Петербург, e-mail: klimpl@mail.ru*

Целью исследования данной статьи является всестороннее рассмотрение специализированных методик оценки информационных рисков, базирующихся на экспертном анализе и профессиональном опыте специалистов по безопасности, для создания комплексной системы противодействия цифровым угрозам и защиты конфиденциальных данных организации. Современная информационная безопасность требует комплексного подхода к управлению рисками, включающего тщательную оценку и эффективное снижение киберугроз. Стремительная цифровизация бизнес-процессов выдвигает на первый план задачи в области защиты корпоративных данных и информационных систем. Грамотная оценка потенциальных угроз, среди которых особую опасность представляют программы-вымогатели, методы социальной инженерии и распределенные атаки, позволяет существенно снизить вероятность финансовых потерь и сохранить репутацию компании в глазах клиентов. В данной статье автором предпринята попытка анализа применения методов качественной оценки рисков с использованием экспертных оценок и интуитивного анализа для эффективного управления угрозами в информационной безопасности. Применение современных методов научного познания позволило изучить сложившиеся подходы, взгляды на предмет исследования, выработать авторскую позицию и аргументировать ее. Систематизация рисков с применением экспертного анализа, рейтинговых методик и сравнительного подхода способствует принятию обоснованных решений в сфере информационной безопасности. Немаловажную роль в разработке эффективных стратегий играет интуитивный анализ специалистов, дополняющий формализованные методы оценки. Обучение сотрудников компании принципам информационной безопасности является неотъемлемой частью комплексного управления рисками. Беспереывные тренинги и симуляции реальных атак способствуют формированию у персонала навыков, необходимых для идентификации и эффективного сопротивления кибератакам. Проведенное исследование позволило прийти к выводу о том, что защита цифровых активов и управление рисками становятся неотъемлемыми компонентами успешной стратегии информационной безопасности. В условиях стремительного развития технологий и возрастающей сложности информационных систем интеграция методов качественной оценки рисков позволяет организациям более адекватно реагировать на непредвиденные угрозы и своевременно адаптироваться к изменяющимся условиям. От понимания и тщательного анализа потенциальных рисков зависит не только текущая безопасность бизнеса, но и его устойчивость в долгосрочной перспективе.

Ключевые слова: информационная безопасность, управление рисками, киберугрозы, устойчивость бизнеса, DDoS-атаки, качественная оценка рисков, интуитивный анализ, экспертные оценки, минимизация угроз, цифровая экономика, защита данных, конкурентоспособность

QUALITATIVE RISK ASSESSMENT USING EXPERT ASSESSMENTS AND INTUITIVE ANALYSIS AS KEY INFORMATION SECURITY THREAT MANAGEMENT TOOLS

Plokhuta K.D.

*St. Petersburg State Electrotechnical University "LETI" named after V. I. Ulyanov (Lenin),
St. Petersburg, e-mail: klimpl@mail.ru*

The purpose of the research of this article is a comprehensive review of specialized information risk assessment techniques based on expert analysis and professional experience of security specialists to create a comprehensive system to counter digital threats and protect confidential data of the organization. Modern information security requires a comprehensive approach to risk management, including careful assessment and effective reduction of cyber threats. The rapid digitalization of business processes highlights the challenges of protecting corporate data and information systems. A competent assessment of potential threats, among which ransomware, social engineering methods and distributed attacks are particularly dangerous, can significantly reduce the likelihood of financial losses and preserve the company's reputation in the eyes of customers. In this article, the author attempts to analyze the application of methods of qualitative risk assessment using expert assessments and intuitive analysis for effective threat management in information security. The use of modern methods of scientific cognition allowed us to study the established approaches, views on the subject of research, develop an author's position and argue it. The systematization of risks using expert analysis, rating techniques and a comparative approach contributes to making informed decisions in the field of information security. An important role in the development of effective strategies is played by the intuitive analysis of specialists, which complements the formalized assessment methods. Training of the company's employees in the principles of information security is an integral part of comprehensive risk management. Continuous trainings and simulations of real attacks contribute to the formation of staff skills necessary for identification and effective resistance to cyber attacks. The conducted research led to the conclusion that the protection of digital assets and risk management are becoming integral components of a successful information security strategy. In the context of the rapid development of technologies and the increasing complexity of information systems, the integration of qualitative risk assessment methods allows organizations to respond more adequately to unforeseen threats and adapt to changing conditions in a timely manner. Understanding and careful analysis of potential risks depends not only on the current security of the business, but also on its sustainability in the long term.

Keywords: information security, risk management, cyber threats, phishing attacks, DDoS attacks, qualitative risk assessment, intuitive analysis, expert assessments, threat minimization, digital economy, data protection, business sustainability, competitiveness

Введение

Информационная безопасность – это совокупность мер и методов, направленных на защиту данных, информационных систем и их пользователей от различных угроз. В условиях быстрого роста информационных технологий, а также перехода многих компаний на цифровую основу ведения бизнеса значительно возросли риски, связанные с информационными атаками. Если не управлять потенциальными рисками, то это может привести к потере данных, финансовым убыткам, подрыву доверия клиентов и партнёров, а также к юридическим последствиям.

Управление рисками заключается в выявлении, оценке и контроле различных угроз и уязвимостей, которые могут привести к потере данных или к нарушению работы систем. Этот процесс включает несколько этапов: идентификацию возможных угроз, их оценку с точки зрения вероятности и потенциального ущерба, разработку стратегий по минимизации риска и мониторинг эффективности принимаемых мер. Комплексный подход к управлению рисками требует систематического анализа потенциальных угроз информационной безопасности предприятия.

Организации разрабатывают многоступенчатую методологию защиты, включающую выявление уязвимостей, расчет возможного экономического ущерба, создание превентивных мер безопасности. Грамотное внедрение риск-менеджмента позволяет компаниям существенно снизить вероятность реализации деструктивных сценариев и укрепить общую устойчивость бизнес-процессов к внешним воздействиям.

Цель исследования – всестороннее рассмотрение специализированных методик оценки информационных рисков, базирующихся на экспертном анализе и профессиональном опыте специалистов по безопасности, для создания комплексной системы противодействия цифровым угрозам и защиты конфиденциальных данных организации.

Материалы и методы исследования

Исследования рисков информационной безопасности комплексно базируются на сочетании анализа, профессиональной экспертизы и систематического изучения примеров, взятых из реальной практики.

Базу источников формируют публикации, находящиеся в открытом доступе, и открытые источники, взятые со специализируемых форумов, где представлена информация по отраслевой аналитике, а также материалы реализованных проектов по за-

щите информации, дополненные подробными интервью с ведущими специалистами по кибербезопасности.

Результаты исследования и их обсуждение

Современные организации сталкиваются с растущей необходимостью обеспечения надежной защиты информационных ресурсов от многочисленных сетевых угроз. Масштабная трансформация корпоративных процессов в электронный формат значительно расширила поверхность потенциальных атак злоумышленников. Недостаточное внимание к вопросам управления информационными рисками приводит к масштабным последствиям, включая раскрытие закрытых данных, финансовые убытки, снижение доверия заказчиков и возникновение юридических сложностей.

Грамотное планирование и реализация всесторонних мер информационной защиты становится ключевым фактором сохранения устойчивости бизнеса и предотвращения негативных последствий кибернетических атак в длительной перспективе.

Комплексное управление рисками требует систематического подхода к обнаружению и минимизации потенциальных угроз безопасности информационной инфраструктуры компании. Методология риск-менеджмента предполагает последовательную реализацию взаимосвязанных этапов, начиная с идентификации источников опасности, определения вероятности их возникновения и масштабов возможного ущерба, заканчивая формированием защитных механизмов и регулярной оценкой их результативности. Грамотное применение инструментов риск-менеджмента позволяет организациям выстроить надежную систему защиты от негативных факторов внутренней и внешней среды, минимизируя риски нарушения штатного режима функционирования.

Сложность в интеграции современных информационных комплексов значительно повышает актуальность риск-менеджмента в сфере защиты данных. Масштабные информационные потери или технические неполадки способны нанести непоправимый ущерб корпоративным структурам, подрывая основы их функционирования. Грамотное управление безопасностью информационных активов выступает ключевым элементом стратегического планирования, гарантируя организациям стабильное развитие и лидирующие рыночные позиции.

Современная практика оценки рисков включает альтернативные способы анализа, позволяющие работать без применения точных математических расчетов вероят-

ностей и последствий рисков событий. Качественный анализ рисков существенно отличается от традиционных количественных методик, опирающихся на статистические данные и сложные математические модели. Профессиональные эксперты применяют методы сравнительного анализа, рейтингования и специализированных оценочных систем для выявления потенциальных угроз. Главным приоритетом выступает распознавание значимых факторов влияния на бизнес-процессы компании при невозможности их точного количественного определения. Применение качественных методик существенно расширяет возможности риск-менеджмента, позволяя учитывать как легко измеримые параметры, так и сложно формализуемые аспекты деятельности организации.

Методики качественной оценки рисков позволяют систематизировать данные о потенциальных угрозах, определяя наиболее уязвимые аспекты функционирования организации. Аналитики выделяют ряд основополагающих подходов к проведению качественного анализа рисков, каждый из которых имеет свои особенности и сферы применения. Эти методы дают возможность руководителям и специалистам по управлению рисками получить целостное представление о ситуации и принять обоснованные решения по минимизации негативных последствий.

Анализ текущих и потенциальных рисков опирается на историко-ассоциативные методологии, основанные на изучении данных прошлых событий. Такой подход позволяет выявлять закономерности и тенденции, применимые к современным ситуациям. Использование накопленного опыта и исторических прецедентов способствует более точной оценке возможных угроз и разработке эффективных стратегий управления рисками в различных сферах деятельности.

Рейтинговая оценка представляет собой эффективный инструмент для классификации и анализа рисков, учитывающий их потенциальное воздействие и вероятность возникновения. Применение данного метода предполагает присвоение экспертами определенного ранга каждому идентифицированному риску, что способствует выявлению ключевых областей, требующих пристального внимания со стороны руководства. Практическая реализация данного подхода может включать формирование перечня потенциальных угроз для организации с последующим ранжированием их специалистами по степени влияния на деятельность компании. Риски, получившие наивысшие оценки, становятся приоритет-

ными объектами управления для менеджеров, ответственных за минимизацию негативных последствий [1, с. 103].

Метод экспертных оценок занимает лидирующие позиции среди качественных способов анализа рисков. Привлечение компетентных специалистов позволяет получить профессиональное суждение о степени угроз. Экспертиза проходит несколько стадий: формирование группы оценщиков, разработка опросника, аккумулирование информации и обработка полученных данных. Ключевым фактором при выборе экспертов выступает их профессиональный опыт в сфере рискологии, что существенно снижает вероятность неверных выводов. Оценочные процедуры могут осуществляться как отдельными специалистами, так и группой экспертов, обеспечивая многосторонний подход к проблеме и повышая достоверность итоговых заключений.

Один из популярных методов экспертных оценок – метод Дельфи, который предполагает многоэтапное анкетирование экспертов с анонимной обработкой результатов. Такой подход позволяет избежать влияния одного мнения на других участников группы, что способствует более объективной оценке рисков [2, с. 59]. После каждого тура анкетирования эксперты получают результаты предыдущего этапа и могут рекорректировать свои оценки на основе новой информации. Обычно после нескольких этапов мнения экспертов стабилизируются, что позволяет сформировать согласованную оценку риска.

Попарное сравнение представляет собой эффективный инструмент для качественной оценки рисков в организациях. Данный подход предполагает систематическое сопоставление различных угроз с целью определения их относительной значимости для компании. В ходе анализа каждый фактор риска оценивается относительно других по установленным параметрам, включая вероятность возникновения и потенциальный масштаб негативных последствий. Результаты такого сравнительного анализа позволяют сформировать ранжированный перечень рисков, служащий основой для разработки комплексных стратегий по минимизации и контролю выявленных угроз.

Методология качественной оценки рисков, подобно иным аналитическим инструментам, обладает рядом сильных и слабых сторон. Ключевым достоинством данного подхода выступает его адаптивность и применимость в условиях дефицита информации. При отсутствии или недостаточности количественных показателей для всестороннего анализа качественный метод позволяет

идентифицировать основные уязвимости и разработать стратегии их нивелирования. Тем не менее субъективность качественного анализа и его зависимость от компетенций специалистов и применяемых методик могут привести к неточным заключениям и рекомендациям.

В процессе управления рисками экспертные оценки приобретают особую значимость, когда сведения о потенциальных опасностях и их последствиях характеризуются неопределенностью. Применение данного метода способствует принятию аргументированных решений, основанных на суждениях и практическом опыте профессионалов, обладающих глубокими познаниями в специфической сфере. Компенсируя недостаточность количественных показателей, экспертные оценки обеспечивают всесторонний подход к анализу и контролю рисков, что позволяет организациям эффективно справляться с неопределенностями в различных областях деятельности.

Экспертные оценки представляют собой комплексный процесс аккумуляции, обработки и применения профессиональных суждений для анализа рисков и формирования управленческих решений. В ситуациях, характеризующихся высокой степенью неопределенности, когда использование точных количественных методов становится затруднительным или невозможным, экспертные оценки приобретают особую значимость. Данный инструментальный позволяет выявлять потенциальные угрозы и разрабатывать эффективные стратегии по их минимизации. Основываясь на глубоких профессиональных знаниях и интуитивном понимании предметной области, эксперты способны учитывать многочисленные факторы, оказывающие влияние на вероятность реализации рисков событий [3, с. 100].

Экспертное мнение играет ключевую роль на разных стадиях риск-менеджмента. При выявлении потенциальных угроз специалисты, опираясь на накопленные знания и практический опыт, способны обнаружить ранее не учтенные факторы риска, характерные для аналогичных ситуаций в других компаниях. Анализируя риски, профессионалы предоставляют более точную оценку вероятности наступления различных событий и их возможного влияния на деятельность организации. Кроме того, ранжирование рисков экспертами по степени значимости позволяет руководству сосредоточиться на наиболее приоритетных направлениях для снижения потенциальных угроз бизнесу.

Организация экспертных опросов представляет собой комплексный процесс, тре-

бующий детальной проработки и последовательного выполнения определенных стадий. Ключевым этапом выступает формирование группы специалистов, обладающих глубокими познаниями и практическим опытом в сфере, непосредственно связанной с анализируемыми рисками. При отборе экспертов учитываются различные параметры, характеризующие их профессиональную компетентность: значимые достижения в карьере, продолжительность работы в данной области, вовлеченность в реализацию масштабных проектов и иные показатели, свидетельствующие о высоком уровне квалификации. Достоверность и обоснованность результатов оценки напрямую зависят от уровня профессионализма привлекаемых специалистов.

Разработка опросного инструментария для экспертной оценки рисков требует тщательного подхода. Формулировка вопросов играет ключевую роль в получении информативных и обоснованных ответов от специалистов. Грамотно составленные анкеты позволяют всесторонне рассмотреть различные аспекты потенциальных угроз, включая вероятность их возникновения и возможные способы минимизации негативных последствий. Предоставление экспертам возможности предложить собственные варианты решений способствует выявлению нестандартных подходов к управлению рисками, которые могли быть упущены при первоначальном анализе ситуации. Успешность всего процесса оценки во многом определяется качеством разработанных опросных материалов.

После формирования анкет начинается взаимодействие с экспертами. Процесс сбора данных может осуществляться различными способами, включая персональные беседы, групповые дискуссии или письменные ответы на вопросы, представленные в анкете. Каждый метод имеет свои преимущества и применяется в зависимости от специфики исследования и доступности экспертов. Выбор оптимального формата способствует получению наиболее полной и достоверной информации от специалистов в изучаемой области.

Анализ экспертных оценок начинается после завершения сбора мнений специалистов. Ключевым аспектом обработки полученных данных выступает оценка согласованности суждений экспертов относительно различных рисков. Для определения степени единства во взглядах профессионалов применяются специальные методики, среди которых выделяется расчет коэффициента конкордации. Данный показатель позволяет количественно измерить уровень

согласия между участниками экспертной группы. Высокое значение коэффициента свидетельствует о значительной согласованности мнений, что повышает надежность полученных оценок и обосновывает их использование в качестве фундамента для последующего принятия управленческих решений.

Отсюда прослеживается один из недостатков этого метода, а именно сложность организации процесса экспертных опросов. Сбор мнений экспертов требует значительных ресурсов, как временных, так и финансовых. Кроме того, если группа экспертов слишком велика, могут возникнуть трудности с обработкой и анализом данных. Напротив, если экспертов недостаточно, это может привести к тому, что результаты будут неполными и не отражающими реальную ситуацию. Оптимальный размер группы экспертов и правильно организованный процесс опроса являются ключевыми факторами для успеха метода.

Интуитивный анализ представляет собой незаменимый инструмент для оценки рисков в условиях ограниченности данных или невозможности применения строгих количественных методик. Специалисты, опираясь на накопленный опыт, профессиональные знания и развитое чутье, способны принимать обоснованные решения даже при высокой степени неопределенности. В сфере управления рисками, включая область информационной безопасности, интуитивный подход приобретает особую значимость в ситуациях, требующих молниеносной реакции на возникающие угрозы без возможности проведения детального анализа.

Интуитивный анализ в информационной безопасности основывается на способности специалистов принимать оперативные решения, базируясь на подсознательных механизмах, накопленных знаниях и ассоциативных связях. Данный подход позволяет оценивать ситуацию без детального рассмотрения всех аспектов, что приобретает особую значимость в условиях постоянно меняющейся среды киберугроз. Динамичность рисков и внезапное появление новых опасностей требуют от экспертов быстрой реакции, даже при отсутствии полной информации для проведения традиционного анализа. Интуитивный метод оценки рисков дает возможность специалистам эффективно противодействовать возникающим вызовам в сфере информационной безопасности, опираясь на свой профессиональный опыт и интуицию.

Профессионалы в сфере информационной безопасности регулярно применяют

интуитивный анализ для выявления потенциальных угроз. Специалисты по кибербезопасности, опираясь на многолетний опыт работы с вредоносными программами, способны обнаруживать признаки опасности задолго до ее полного проявления. Нередко эксперты, сталкиваясь с нестандартной активностью в сетевом пространстве или нетипичным функционированием системы, интуитивно ощущают наличие угрозы даже при отсутствии конкретных доказательств. Такой подход позволяет своевременно принимать предупредительные меры для предотвращения атак.

Интуитивное определение уязвимостей в системах безопасности также широко распространено среди специалистов. Эксперты, обладающие глубокими познаниями в области информационной безопасности и знакомые с историей предыдущих инцидентов, способны выявлять слабые места в инфраструктуре до того, как они будут обнаружены и использованы злоумышленниками [4].

Интуитивный подход обладает рядом значительных преимуществ в процессе принятия решений. Главное достоинство заключается в возможности оперативного реагирования на возникающие ситуации. При ограниченном времени и потенциально серьезных последствиях промедления интуитивный анализ позволяет действовать без глубокого изучения всех доступных данных. Особую ценность такой метод приобретает в условиях дефицита информации, когда необходимо немедленно отреагировать на возникшую угрозу.

Интуитивный анализ также даёт возможность специалистам принимать решения, опираясь на свой профессиональный опыт и интуицию, что особенно ценно в условиях отсутствия шаблонных решений. Многие риски в сфере информационной безопасности являются новыми и неизвестными, и применение стандартных методик может быть неэффективным. Интуиция, развитая на основе многолетнего опыта работы в данной сфере, помогает специалистам учитывать множество неявных факторов, которые не могут быть учтены в рамках формального анализа [5].

Субъективность представляет собой основной недостаток интуитивного анализа. Личный опыт и индивидуальное восприятие, лежащие в основе интуитивных решений, могут приводить к ошибочным выводам. Различные специалисты нередко дают несовпадающие интерпретации идентичных ситуаций, что потенциально влечет за собой разнородные заключения и последующие действия. Особую акту-

альность данная проблема приобретает при недостаточной компетентности аналитика или искажении его восприятия предшествующим опытом. Подобные обстоятельства способны повлечь за собой некорректную оценку рисков и принятие ошибочных решений на основе интуитивного подхода к анализу.

Недостаточная надежность интуитивного анализа проявляется в его ограниченной способности предвидеть весь спектр потенциальных исходов и траекторий развития ситуации. Данный подход демонстрирует наибольшую эффективность при оперативном принятии решений в условиях временных ограничений. Однако его применимость существенно снижается в контексте долгосрочного планирования и комплексной оценки стратегических рисков, требующих более систематического и всестороннего рассмотрения.

Качественные и количественные методы оценки рисков представляют собой два разных подхода к анализу рисков, каждый из которых имеет свои преимущества и огра-

ничения. Основное различие между ними заключается в том, что качественные методы основываются на субъективных данных, мнениях экспертов и аналогиях, в то время как количественные методы предполагают использование числовых данных, статистики и математических моделей для определения вероятности возникновения риска и его потенциального воздействия [6].

Сравнительный анализ качественных и количественных методов оценки рисков позволяет глубже понять их специфику и области применения. Каждый подход обладает уникальными преимуществами и ограничениями, эффективность которых зависит от имеющихся данных и задач исследования. Представленная ниже таблица систематизирует основные различия между рассматриваемыми методами, способствуя выбору оптимальной стратегии оценки рисков в конкретных обстоятельствах. Детальное изучение характеристик обоих подходов позволяет более рационально использовать их в практике управления рисками.

Сравнение качественных и количественных методов оценки рисков

Критерий	Качественные методы	Количественные методы
Основные характеристики	Основаны на субъективных данных, экспертных мнениях и аналогиях	Основаны на объективных числовых данных, статистике и математических моделях
Использование данных	Требуют ограниченного объема данных или могут применяться при их отсутствии	Требуют большого объема достоверных данных для точного анализа
Гибкость	Высокая. Применяются в условиях неопределенности или недостаточной информации	Низкая. Ограничены в применении, если отсутствует достаточное количество данных
Примеры методов	Историко-ассоциативные методы, рейтинги, экспертные оценки, метод Дельфи, попарное сравнение	Вероятностный анализ, статистические методы, методы на основе моделирования (например, Монте-Карло), количественные опросы
Основные преимущества	- Гибкость применения в условиях неопределенности - Подходит для выявления скрытых и новых рисков - Быстрое применение	- Точные и объективные результаты - Позволяют прогнозировать вероятности и возможные убытки - Применимы для стратегий
Основные недостатки	- Субъективность - Зависимость от квалификации экспертов - Неточность и отсутствие конкретных числовых данных	- Необходимость больших объемов данных - Высокие затраты времени и ресурсов - Ограниченное применение при новых рисках
Когда использовать	- На начальных этапах анализа - При ограниченной информации - При оценке новых, уникальных рисков	- При наличии точных данных - Для долгосрочного планирования - Для стратегического анализа
Точность	Относительно низкая, зависит от квалификации и опыта экспертов	Высокая, поскольку основывается на количественных данных
Примеры применения	Идентификация новых угроз, экспертные опросы, предварительная оценка рисков	Прогнозирование последствий рисков, расчет вероятностей наступления событий

Выбор между качественным и количественным подходом к анализу рисков определяется спецификой задачи и доступностью информации. На начальных стадиях, при ограниченных или неизвестных данных, качественные методики демонстрируют наибольшую эффективность. Многоаспектные и трудноизмеримые риски также поддаются оценке с помощью качественных инструментов. Напротив, количественный анализ целесообразно применять при наличии достаточного объема данных для углубленного изучения рисков. Данный метод особенно ценен в ситуациях, требующих точного определения вероятности возникновения рисков событий и масштаба их последствий.

Оптимальной стратегией управления рисками часто является использование комбинированного подхода, который включает как качественные, так и количественные методы. Такой подход позволяет учесть как субъективные мнения экспертов, так и объективные данные, что обеспечивает более полное и точное понимание рисков и позволяет разрабатывать более эффективные стратегии по их управлению [7].

Развитие методов качественной оценки рисков играет ключевую роль в современной модели управления рисками, особенно в условиях цифровой экономики и информационной безопасности. Качественные методы позволяют проводить оценку рисков в условиях недостатка данных, что делает их незаменимыми на ранних этапах анализа или в ситуациях, когда количественные методы невозможно применить из-за отсутствия точных показателей. Качественная оценка рисков предоставляет гибкость и вариативность, позволяя использовать экспертные знания и интуитивный подход для идентификации потенциальных угроз.

Заключение

Будущее экспертных оценок и интуитивного анализа напрямую связано с повышением их точности и эффективности путем использования новых инструментов и технологий. Профессиональная аналитика, подкрепленная многолетним практическим опытом и глубоким пониманием рыночных механизмов, сохраняет фундаментальную значимость в принятии стратегических решений.

Современные методологические подходы направлены на создание инструментария, позволяющего специалистам максимально нивелировать субъективные факторы при формировании экспертных заключений. Субъективность интуитивных методов анализа создает существенные методологи-

ческие ограничения, несмотря на внедрение передовых технологических решений.

Личностные предпочтения и эмоциональные аспекты продолжают оказывать значительное влияние на результаты исследований. Совершенствование процедур сбора экспертной информации и внедрение усовершенствованных алгоритмов обработки данных позволяют минимизировать субъективные искажения. Повышение профессиональных требований к специалистам-экспертам дополняется внедрением образовательных программ, направленных на развитие когнитивно-аналитического потенциала.

Комплексный подход к управлению информационными рисками выходит далеко за пределы технических решений, создавая прочный базис конкурентного преимущества и долгосрочного развития компаний. Внедрение многоуровневого анализа, объединяющего экспертную оценку с вычислительными моделями, значительно укрепляет защитные механизмы корпоративной инфраструктуры, позволяя организациям эффективно противостоять современным киберугрозам. Построение многогранной системы управления рисками становится ключевым фактором сохранения цифровых активов, помогая компаниям защищать корпоративные данные, поддерживать деловую репутацию и предотвращать возможные финансовые убытки.

Динамичное развитие методологии качественного анализа рисков открывает широкие возможности для совершенствования систем управления в условиях технологической трансформации бизнес-процессов.

Список литературы

1. Грачев С.А. Оценка и управление рисками. Владимир: Издво ВлГУ, 2020. 287 с.
2. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. 486 с.
3. Раскатова М.И. Оценка рисков. Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2021. 125 с.
4. Рыленков Д. А. Алгоритм ранжирования угроз информационной безопасности на основе метода анализа иерархий // Инженерный вестник Дона. 2024. № 8 (116). С. 123-134
5. Гурбандурдыева А., Шохрадов А., Розыев Э., Язбердыев Я. Исследование проблем и решений в области кибербезопасности на основе анализа угроз и уязвимостей // CETERIS PARIBUS. 2024. № 3. С. 13-16.
6. Беззатеев С.В., Елина Т.Н., Мыльников В.А., Лившиц И.И. Методика оценки рисков информационных систем на основе анализа поведения пользователей и инцидентов информационной безопасности // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2021. Т. 21, № 4. С. 553-561. DOI: 10.17586/2226-1494-2021-21-4-553-561.
7. Зубкова Т.М., Тагирова Л.Ф., Тагиров В.К. Прототипирование адаптивных пользовательских интерфейсов прикладных программ с использованием методов искусственного интеллекта // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2019. Т. 19, № 4. С. 680-688. DOI: 10.17586/2226-1494-2019-19-4-680-688.

**СИСТЕМЫ СИТУАЦИОННОГО ГРУППОВОГО УПРАВЛЕНИЯ
БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ:
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ****Надеждин Е.Н., Котова И.Ф., Глущенко В.Е.***ФГАОУ ВО «Российский государственный гуманитарный университет», Москва,
e-mail: en-hope@yandex.ru, irinak18@yandex.ru, gromovitaliy@yandex.ru*

Целью работы является аналитический обзор публикаций, отражающих современное состояние, направления развития и особенности реализации положений теории ситуационного управления в системах группового управления беспилотными летательными аппаратами. Проведен поиск литературных данных за последние 35 лет в базах данных ВИНТИ, eLibrary и Scopus. Всего было проанализировано 86 источников, из которых в работе использовано 28. Раскрыта сущность и базовые положения известной концепции ситуационного управления сложными системами и процессами. Показаны пути ее цифровой трансформации на основе достижений в области прикладной информатики, искусственного интеллекта и современной теории управления. Дана общая характеристика группировки беспилотных летательных аппаратов как сложного динамического объекта управления в составе замкнутого контура системы ситуационного управления. Обоснована линия эволюции концепции ситуационного управления по базовой схеме «ситуация – стратегия управления – действие». С применением рекомендаций теории адаптивного выбора вариантов расширена классическая модель системы ситуационного управления на основе включения в ее состав дополнительных функциональных компонентов: информационно связанных блока генерации альтернатив, блока прогностической оценки и блока выбора предпочтительной стратегии. С использованием рекомендаций методологии структурного анализа и технологии функционального моделирования разработаны и проанализированы IDEF0-диаграммы системы ситуационного группового управления дронами. Обоснован функционал и определены проблемные вопросы практической реализации указанной системы. На основе выполненного исследования сформулированы базовые принципы, которые могут служить платформой для разработки концепции перспективной системы ситуационного управления группой беспилотных летательных аппаратов.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, система группового управления, ситуационное управление, адаптивный выбор вариантов, функциональная модель

Работа выполнена в рамках проекта РГГУ «Информационно-аналитическая система для автоматизированного управления роем беспилотных летательных аппаратов специального назначения» (конкурс «Студенческие проектные научные коллективы РГГУ»).

**SITUATIONAL GROUP CONTROL SYSTEMS FOR UNMANNED
AERIAL VEHICLES: STATUS AND PROSPECTS****Nadezhdin E.N., Kotova I.F., Gluschenko V.E.***Russian State Humanitarian University, Moscow,
e-mail: en-hope@yandex.ru, irinak18@yandex.ru, gromovitaliy@yandex.ru*

The purpose of the article is an analytical review of publications reflecting the current state, development directions and features of the implementation of the provisions of the theory of situational control in the systems of group control of unmanned aerial vehicles. A search of literary data for the last 35 years was conducted in the databases of VINITI, eLibrary, Google Scholar and Scopus. A total of 86 sources were analyzed, of which 28 were used in the work. The article reveals the essence and basic provisions of the well-known concept of situational management of complex systems and processes. The ways of its digital transformation are shown based on achievements in the field of applied informatics, artificial intelligence and modern control theory. A general characteristic of a group of unmanned aerial vehicles as a complex dynamic control object as part of a closed loop of the situational management system is given. The evolution line of the situational management concept according to the basic scheme “situation – control strategy – action” is substantiated. Using the recommendations of the theory of adaptive choice of options, the classical model of the situational management system is expanded by including additional functional components in its composition: information-related alternatives generation unit, prognostic assessment unit and preferred strategy selection unit. Using the recommendations of the structural analysis methodology and functional modeling technology, IDEF0 diagrams of the situational group drone control system are developed and analyzed. The functionality is substantiated and problematic issues of the practical implementation of this system are identified. Based on the completed research, basic principles have been formulated that can serve as a platform for developing the concept of a promising situational control system for a group of unmanned aerial vehicles.

Keywords: unmanned aerial vehicles, group control system, situational control, adaptive choice of options, functional model

The work was carried out within the framework of the project of the Russian State Humanitarian University “Information and analytical system for automated control of a swarm of special-purpose unmanned aerial vehicles” (competition “Student project research teams of the Russian State Humanitarian University”).

Введение

Характерная черта локальных войн и военных конфликтов первой четверти XXI в. – активное применение противоборствующими сторонами беспилотной авиационной техники. Как показала практика боевых действий на Ближнем Востоке, наиболее сложными для существующих средств беспилотной авиации являются задачи разведки местности и выполнения ударных функций, которые связаны с поиском, распознаванием и огнем поражением малозаметных наземных целей. Перспективным способом успешного решения разведывательно-ударных задач на глубине тактических боевых порядков противника является групповое применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) малого радиуса действия [1; 2, с. 30–36]. С переходом от одиночного к групповому применению возникли существенные организационные и технические трудности, обусловленные необходимостью координации действий БПЛА, которые совместно выполняют полетное задание в условиях сложной тактической обстановки и радиоэлектронного противодействия [3, 4].

Общая тенденция в развитии средств беспилотной авиации заключается в повышении потенциальных возможностей и тактико-технических характеристик БПЛА и их группировок на основе оптимизации комплекса бортового оборудования и интеллектуализации автоматизированных систем группового управления [5–7]. Перспективным подходом к созданию интеллектуальных систем группового управления БПЛА является использование принципов ситуационного управления сложными техническими системами (СТС) [8, с. 28–31].

Ситуационное управление как новое научное направление сформировалось в 1960–1970-е гг. Значительный вклад в становление ситуационного подхода к управлению СТС внесли советские ученые Л.С. Загадская, Ю.И. Клыков, Д.А. Поспелов, В.Н. Пушкин и др. [9, 10]. Основоположником теории и методологии ситуационного управления по праву считается Д.А. Поспелов, который разработал концепцию ситуационного управления сложными системами [11]. По определению Д.А. Поспелова: «*Ситуационное управление – метод управления сложными техническими и организационными системами, основанный на идеях теории искусственного интеллекта, представлении знаний об объекте управления и способах управления им на уровне логико-лингвистических моделей, использовании обучения и обобщения в качестве основных процедур при построении*

процедур управления по текущим ситуациям, использовании дедуктивных систем для построения многошаговых решений» [12].

Цель исследования – аналитический обзор публикаций, отражающих современное состояние, направления развития и особенности технической реализации положений теории ситуационного управления в системах группового управления БПЛА.

Материалы и методы исследования

Обзор предметной области подготовлен в соответствии с рекомендациями Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). При подготовке литературного обзора авторы руководствовались современными принципами подготовки обзоров [13]. Отбор литературных источников осуществлялся по ключевым словам на основе научных публикаций за последние 35 лет. Публикации для анализа были отобраны на основе автоматизированного поиска в каталогах, реферативных журналах и базах данных ВИНТИ, eLibrary, Google Scholar и Scopus. Для релевантного поиска материалов использовались следующие ключевые слова одиночно или в комбинации: «беспилотные летательные аппараты», «групповое управление», «ситуационное управление», «адаптивный выбор вариантов». Основанием для включения публикаций в настоящий обзор стали следующие критерии: научный уровень исследования; обоснованность предлагаемых решений; практическая реализуемость и полезность предложений. Критериями исключения публикаций из обзора были: отсутствие доступа к полному тексту статьи; дублирующие исследования; сомнительный электронный ресурс. Всего авторами статьи было проанализировано 86 источников, из которых в работе использовано 28.

Результаты исследования и их обсуждение

Центральным понятием и одновременно объектом ситуационного управления является «*текущая ситуация*» [11, с. 26]. Эволюция научных представлений о содержании указанного термина нашла отражение в работе А.Б. Филимонова и Н.Б. Филимонова [10]. В современных публикациях текущая ситуация интерпретируется как «*совокупность текущего состояния (вектор состояния) объекта и его внешней среды (вектор возмущений)*» [9]. Опираясь на рекомендации указанных выше работ, авторы вводят термин «*управленческая ситуация*», который понимают как *формальную модель проблемной области принятия управленческого решения, полученную в результате*

комплексной оценки и (или) идентификации параметров состояния объекта управления и характеристик внешней среды, отражающую существенные связи между ситуационными переменными с учетом их развития во времени и пространстве. Из приведенного определения следует, что для корректной идентификации управленческой ситуации необходимо соблюдение следующих условий:

1. Модель управленческой ситуации должна содержать конечное количество переменных факторов и однозначно отражать их взаимосвязь в детерминированном или в стохастическом форматах в текущий момент времени.

2. Модель управленческой ситуации должна допускать формализацию в рамках известных математических схем с возможностью определения невязки с эталонной ситуацией по критериям, соответствующим целевой задаче системы управления.

3. При формальном описании управленческой ситуации необходимо учитывать показатели качества (информативность, достоверность, точность, непротиворечивость и др.) результатов наблюдений и полученных данных, формат их представления и темп обновления.

4. Модель управленческой ситуации должна быть пригодна для ситуационного анализа и физической интерпретации в целях выявления вероятных причин ее возникновения и возможных последствий для осуществления процесса управления.

5. Модель управленческой ситуации, представляющая собой отображение проекции пространства управления на гиперповерхность целевых показателей и используемая для ситуационного анализа, должна отвечать свойству марковости (отсутствия последствий);

6. Модель управленческой ситуации должна обладать конечным набором количественных признаков (индикаторов), позволяющих ее классифицировать в некотором классе тактических (управленческих) ситуаций.

Модели ситуационного управления сложными организационно-техническими системами, продолжительное время не находившие практической реализации в силу недостаточной актуальности и отсутствия необходимой вычислительной базы, в настоящее время активно развиваются и внедряются в различных предметных областях: в энергетике [9], в системах управления силами и средствами МЧС [14], в сфере информационной безопасности [15]. В настоящее время идеи ситуационного управления получили новый импульс для разви-

тия и оказались востребованными в новой проблемной области – в управлении группами БПЛА [10]. Отметим, что, несмотря на достигнутые успехи в освоении интеллектуальных технологий, принципиальные вопросы построения прикладных моделей и алгоритмов идентификации управленческой ситуации и принятия решений, поддерживающих ситуационное управление группами БПЛА в режиме реального времени, по-прежнему остаются открытыми [16, 17]. Эволюция внешней среды является результатом комплексного воздействия стохастических факторов различной физической природы. В силу этого количественная оценка и идентификация факторов внешней среды с учетом их влияния на управляемость БПЛА представляют собой нетривиальные научно-технические задачи. Отсутствие универсальных методик операционного моделирования и прогнозирования рисков принятых управленческих решений создает дополнительные трудности и во многих случаях ограничивает применение стандартных схем ситуационного управления, ориентированных исключительно на типовые управленческие ситуации.

Логическим следствием успешного освоения новейших достижений в области радиоэлектроники, автоматики и авионики явилось расширение номенклатуры и области эффективного применения БПЛА. Объединение БПЛА в группы при сохранении их автономности и свободы информационного взаимодействия связано с проявлением эффекта эмерджентности, востребованного при решении специальных тактических задач. Большие группы БПЛА, оснащенных автономными средствами навигации, наблюдения, разведки и цифровой обработки, требуют принципиально новых подходов к их управлению. Способ децентрализованного управления обеспечивает возможность масштабирования и снижает (или полностью исключает) уязвимость централизованных пунктов целеуказания и управления. В настоящее время наблюдается рост числа публикаций, отражающих вопросы разработки и анализа характеристик децентрализованных систем управления группами БПЛА.

Большая группа взаимодействующих автономных БПЛА, обладающих возможностью самостоятельного принятия эффективного решения о своем поведении при выполнении общего полетного задания, получила название роя (от англ. *swarm*). Как известно, обще-принятая концепция роевого интеллекта основана на децентрализованных системах, состоящих из однообразных элементов (агентов), взаимодействующих между собой и с окружающей

средой для достижения predetermined цели [7, 16]. Авторы статьи интерпретируют рой БПЛА как конечное множество $R=(r_1, r_2, \dots, r_n)$ малогабаритных дистанционно управляемых БПЛА, согласованное применение и взаимодействие которых направлено на решение конечного набора априорно известных (заданных) тактических задач $P=(p_1, p_2, \dots, p_c)$. Обобщенную модель роя как объекта управления представим в виде кортежа [16]

$$M=(R, H, Y, Q, U, D, P, t),$$

где H – множество тактико-технических характеристик БПЛА; Y – вектор текущих фазовых координат всех БПЛА; Q – вектор-столбец служебных параметров, определяющих статус (роль) БПЛА в рое (или в группе); U – вектор управляющих воздействий; t – текущее время; D – способ информационного обмена между БПЛА и мобильным пунктом управления.

Рой БПЛА в силу специфических особенностей (динамичность, распределенность в пространстве, неполнота описания, индетерминизм, нестационарность и др.) следует отнести к классу сложных динамических систем [2, с. 443–455]. Отсутствие корректного аналитического описания роя как объекта ситуационного управления существенно усложняет решение традиционных для классической теории управления задач оценки наблюдаемости, идентифицируемости и управляемости. Особую значимость здесь приобретает проблема выбора методологии синтеза алгоритмов оптимального управления роем БПЛА в условиях нестационарной окружающей среды и наличия дестабилизирующих воздействий различной природы [8, с. 31–36]. Можно предположить, что применение роя БПЛА малого радиуса действия в условиях современного военного конфликта обеспечит повышение вероятности выполнения полетного задания (в установленные сроки) за счет увеличения площади исследуемой территории, сокращения сроков поиска объектов поражения, применения гибкой стратегии атаки и обеспечения высокой живучести ударного ядра роя.

Необходимым условием реализации функционального потенциала роя БПЛА является наличие специализированной системы группового управления. Ее разработка представляет собой сложную научно-техническую задачу, связанную с обоснованием, инженерным синтезом и конструкторской проработкой интеллектуального механизма управления распределенным динамическим объектом. Как показала практика, классическая стратегия автоматизированного управ-

ления роем БПЛА с дифференцированием центрального пункта управления в реальных условиях боевых действий является малоэффективной [16, 18, 19]. Более предпочтительной представляется концепция децентрализованного управления роем, в которой интегрируются наиболее продуктивные идеи и принципы современной теории управления, автоматике и робототехники, а обработка измерительной информации и выработка команд управления предусматриваются на борту БПЛА [4, 20, 21]. Данный способ включает в себя три варианта управления группой воздушных роботов (дронов), в основе которых лежат коллективная, стайная и роевая стратегии управления. Платой за достижение автономности и живучести группировки, масштабируемости ее численности и гибкости применения является существенное усложнение алгоритмов координации действий и увеличение стоимости бортовой аппаратуры, которая должна обеспечивать ресурсоемкие вычисления в режиме реального времени. Другой актуальной проблемой управления роем БПЛА является обеспечение устойчивости процесса управления в условиях динамичной тактической и радиоэлектронной обстановки [19].

Обобщая известные публикации в рассматриваемой предметной области, авторы выделяют следующие особенности роевого управления с позиций теории управления:

- использование нескольких уровней управления с разными приоритетами;
- вариативность формального описания роя, определяемая содержанием и условиями выполнения полетного задания;
- асинхронный характер процесса информационного обмена между дронами;
- расширение функционала и компонентного состава бортового оборудования;
- необходимость управления информационными потоками внутри группы;
- зависимость структуры общего целевого показателя роя БПЛА и значений его компонентов (частных показателей эффективности отдельных дронов) от содержания полетного задания, этапа операции и от сложившейся тактической ситуации;
- отсутствие стандартных алгоритмов контроля взаимодействий дронов в группе.

В общем случае рой БПЛА как сложный объект управления не имеет замкнутого аналитического описания в силу динамического характера, индетерминизма и распределенности, а также из-за отсутствия формализма для декомпозиции взаимосвязанных информационных подпроцессов и управленческих функций. Эти факторы существенно затрудняют корректную мате-

матическую постановку и формализованное решение частных задач управления роём. В ряде работ для управления большими группами (роём) БПЛА предлагается использовать методы роевого интеллекта [7, 16]. В этом отношении представляет практический интерес класс централизованных иерархических стратегий управления, в которых связь с центральным пунктом управления есть лишь у ведущих БПЛА, каждый из которых передает команды аппаратам своей подгруппы. Для оптимизации информационного обмена и принятия решений в группах БПЛА предлагается использовать алгоритмы муравьиной и пчелиной колоний. На основе принципов типизации, унификации и экспериментального тестирования известных алгоритмов роевого интеллекта могут быть получены универсальные вычислительные алгоритмы, позволяющие организовать эффективное роевое взаимодействие в группе дронов [7, 22].

Современным требованиям к риску выполнения полетного задания в наибольшей степени отвечают распределенные интеллектуальные системы управления роём БПЛА [4]. При этом с ростом сложности решаемых задач возрастает потребность в разработке прикладных методов и средств, направленных на обработку больших объемов измерительной информации и стабилизацию характеристик системы управления. В одной из работ на основе теории мультиагентных систем предложена распределенная сетевая система управления группой БПЛА, позволяющая организовывать их координированные действия в автономном режиме [18]. При обосновании структуры указанной системы и разработке алгоритма координации взаимодействия БПЛА использовались методы системного анализа. Для синтеза показателя эффективности координированных действий БПЛА авторы указанной работы применили метод анализа иерархий и методы линейного программирования, а для оценки эффективности алгоритма координации действий БПЛА в различных ситуациях – метод имитационного моделирования. В ряде работ исследуются различные аспекты применения мультиагентных технологий в перспективных системах группового управления БПЛА [20, 21]. К.С. Амелин и Е.И. Антал предложили вариант адаптивной системы управления группой БПЛА, которая основана на автономном общении агентов через радиосигнал [21]. Утверждается, что свойство адаптивности позволит группе дронов оперативно принимать эффективные решения по изменению сценария выполнения поставленной тактической задачи.

В последние годы появился ряд публикаций, в которых для оптимизации, адаптации и настройки базовых моделей и схем группового управления БПЛА используются эволюционные алгоритмы. В одной из статей с помощью специализированного программного стенда решена задача имитационного моделирования операции с участием двух противоборствующих группировок БПЛА [22]. Для оптимизации функции полезности, отражающей интегральный эффект совместных действий выделенной группы БПЛА, успешно применен генетический алгоритм. В процессе исследования авторами указанной статьи синтезированы компоненты гибкой стратегии управления и апробирована разработанная модель конкурентного обучения алгоритмов управления на основе эволюционного отбора.

Проблемным вопросом при децентрализованном управлении является техническая реализация процесса информационного обмена в группе БПЛА. По оценке экспертов, в качестве перспективного способа обеспечения устойчивости системы управления роём дронов может рассматриваться технология блокчейн (от англ. *blockchain*). В исследованиях И.А. Глазырина показано, что переход к известной технологии способен обеспечить надежный информационный обмен между отдельными БПЛА в составе роя [23]. Принимая во внимание высокие потенциальные возможности блокчейн-технологии и ее перспективы как платформы для группового управления БПЛА, отметим, что ряд технических вопросов, связанных с применением технологии блокчейн в избранной предметной области, остаются еще нерешенными.

Таким образом, при разработке автоматизированных и роботизированных систем группового управления БПЛА получили применение три базовых методических подхода, основу которых составляют методы современной теории управления, методы теории принятия решений и искусственного интеллекта. В перспективных конструкторских решениях можно обнаружить признаки интеграции средств трех указанных подходов. С учетом последних достижений в развитии элементной базы авионики новые возможности открываются для освоения нейросетевых моделей и алгоритмов эмерджентного интеллекта, реализующих гибкую стратегию децентрализованного управления состоянием группы БПЛА.

Для координации совместных действий БПЛА система управления роём должна обладать способностью обучаться и адаптироваться к любой тактической и фоновой

обстановке. Общая задача ситуационного управления роем БПЛА имеет множество вариантов математической постановки и практической реализации [2, с. 470–480]. Например, в работе Н.Р. Халимова и А.В. Мефедова при исследовании характеристик системы группового управления БПЛА в составе имитационной модели рассматриваются различные алгоритмы реализации задачи целераспределения [18]. В работе Т.З. Муслимова с позиций системного подхода исследуется задача флокирования (от англ. *flocking*), которая понимается как децентрализованное формирование и поддержание группой автономных БПЛА заданной геометрической формы строя с целью эффективного выполнения сложного полетного задания [24]. При разработке алгоритмов решения задачи флокирования автором указанной статьи применен метод неоднородного векторного поля.

Проведенный обзор литературы позволил выделить общие принципы ситуационного подхода к управлению, которые заключаются в следующем.

1. Не существует универсального подхода к реализации концепции ситуационного группового управления БПЛА. Оперативная обстановка, тактико-технические характеристики БПЛА и специфика полетного задания определяют многообразие и уникальность управленческих ситуаций. Разные проблемные ситуации требуют различных подходов к их разрешению. Реализуемый в системах ситуационного управления (ССУ) механизм (модели, алгоритмы и процедуры) должен быть наделен свойствами обучения и адаптации.

2. Основу функционала ССУ составляют алгоритмы интеллектуального анализа данных, в том числе: процедуры идентификации, распознавания и классификации, анализа и интерпретации управленческой ситуации через цифровую обработку результатов измерений, полученных по нескольким информационным каналам.

3. Принципиальным вопросом при идентификации управленческой ситуации является определение значимости факторов и их взаимосвязи; для выбора управленческого решения применительно к конкретной ситуации важны количественные оценки рисков, полученные по результатам прогнозов и анализа последствий принятых управленческих решений. Ситуационные вероятностные факторы должны учитываться в стратегиях, структурах и процессах.

4. Результативность ситуационного подхода к групповому управлению зависит от качества формального описания и идентификации существенных свойств объекта

управления и характеристик взаимодействия между факторами внешней и внутренней среды.

6. Для получения однозначных результатов в условиях нетривиальности задачи управления и уникальности набора управленческих ситуаций необходим единый подход к оценке целевых показателей через анализ индикаторов качества текущего управления.

7. Для осуществления технологии ситуационного анализа полезной может оказаться процедура сравнения модели управленческой ситуации с некоторым эталоном из состава обновляемого каталога априорно созданных паттернов.

8. Механизм формирования команд управления по результатам выбора оптимальной стратегии управления должен формироваться в реальном масштабе времени.

Теоретическую платформу разработки реальной ССУ, которая относится к классу СТС, должны составлять методология системного подхода, базовые положения и рекомендации системного анализа. В отдельных задачах исследования и проектирования компонентов ССУ могут использоваться ситуационный анализ, факторный анализ, когнитивный анализ, генетический анализ, экспертно-аналитический метод, методы аналогий, морфологического анализа и декомпозиции, методы имитационного моделирования, теории игр. Среди указанных подходов доминирует метод ситуационного анализа, который представляет собой комплексную технологию подготовки, принятия и реализации управленческого решения, в основе которой лежит анализ отдельно взятой управленческой ситуации. Технология ситуационного анализа предполагает выделение типичных ситуаций во внешней среде и объединение этих ситуаций в блоки на основе сходных стратегий и действий. При таком подходе главная задача состоит в распознавании управленческой ситуации, ее идентификации, сравнении с эталонной ситуацией и прогнозирования сценария развития событий.

Одной из тенденций в области ситуационного управления сложными динамическими объектами является разработка методов инженерного синтеза ССУ на основе интеграции процессов событийного моделирования и нечеткого ситуационного управления. Разработки в данном направлении ориентированы на более полный учет специфики предметной области в условиях неполноты текущей информации и разнокачественных данных о состоянии и функционировании СТС. Известные в отечественной литературе методики отличаются

сочетанием возможностей аналитического, нейросетевого и нечеткого подходов к построению гибридных моделей СТС, позволяющих осуществлять адаптацию к изменениям системных и внешних факторов.

В работе В.В. Инсарова, С.В. Тихоновой, С.А. Дронского рассматривается концепция построения интеллектуальной системы управления автономными БПЛА, реализующей в процессе полета функцию ситуационной осведомленности [5]. В качестве ключевых компонентов такой системы выделены наземная система подготовки полетных заданий и бортовая система технического зрения.

В статье А.А. Хановой, Н.С. Уразалиева, З.А. Усманова применительно к ССУ предложен алгоритм формирования и выбора вариантов управленческих решений, включающий определение проблемной ситуации по набору показателей сбалансированной системы показателей через сравнительный анализ подобных ситуаций во множестве типовых ситуаций [25]. Разработан подход к анализу и оценке нечеткой ситуации в сложной системе на основании отклонения значений показателей сбалансированной системы показателей от нормы путем описания ситуации через лингвистические переменные. В одной из работ предложен прикладной метод нечеткого ситуационного управления СТС на основе композиционных гибридных моделей, заключающийся в применении нечеткой ситуационно управляющей сети для идентификации текущих ситуаций, поиска и выбора последовательностей управляющих решений при переводе системы в целевые ситуации с учетом стратегии управления и ограничений [26]. Указанный метод использует интеграцию композиционного моделирования и нечеткого ситуационного управления и обладает значительным потенциалом для повышения эффективности управления СТС в условиях неопределенности внешней среды. Одновременно отметим, что применимость указанного подхода к управлению группировкой БПЛА лимитируется трудоемкостью процесса построения и адаптации нечеткой ситуационно-управляющей сети.

Ранние исследования Е.Н. Надеждина показали, что современным требованиям к гибкости и устойчивости ССУ наиболее полно отвечает концепция адаптивного дискретного управления, которая реализуется по трехступенчатой базовой схеме «ситуация – стратегия управления – действие» (С-СУ-Д) [17]. При этом основу каркаса ССУ может составить известная методология адаптивного выбора вариантов (АВВ)

[27, с. 25–39]. В одной из работ Е.Н. Надеждина с использованием рекомендаций АВВ обоснована концептуальная модель комбинированного роевого управления, в которой взаимодействие дронов в составе роя осуществляется через мобильный пункт управления, размещенный на ведущем БПЛА [16]. В состав системы группового управления введены подсистема автоматизированного и подсистема автоматического управления. Показано, что для стохастического моделирования, анализа и синтеза алгоритмов группового управления в этом случае может быть применен математический аппарат управляемой цепи Маркова. В другой статье Е.Н. Надеждина раскрыта типовая структура ССУ как распределенной динамической системы с адаптивным дискретным управлением и выделены ее ключевые функциональные компоненты [15]. В терминах теории АВВ обоснована формальная модель рекуррентного алгоритма адаптивного управления динамическим объектом, представленным в виде регулярной марковской цепи. Показано, что предложенный алгоритм может быть применен для автоматического выбора субоптимального (в смысле минимума интегрального риска) вектора управления, адекватного текущей управленческой ситуации.

Продолжая исследования, представленные в ранее опубликованных авторских работах, определим функционал прототипа ССУ группой БПЛА [15–17]. Для этого воспользуемся рекомендациями известной технологии функционального моделирования информационных систем на основе диаграмм IDEF0 [28, с. 12].

На рис. 1 представлена контекстная диаграмма функциональной модели ССУ группой БПЛА, построенная в терминах технологии функционального моделирования IDEF0.

Для осуществления механизма формирования команды управления на очередном k -м интервале времени $t_k \in (t_0, t_N)$ необходимы следующие категории исходных данных (рис. 1):

- 1) полетное задание, представленное в формализованном виде;
- 2) характеристики (внешней) среды, содержащие параметры атмосферы и статистические характеристики помех и возмущающих воздействий;
- 3) текущие координаты дронов, включая декартовы координаты центра масс в нормальной земной системе координат и угловые параметры (угол рыскания, угол тангажа и угол крена), а также их производные.

На выходе ССУ формируется команда управления, включающая вектор управ-

ления $u = (u_1, \dots, u_m)^T$ и служебные компоненты $g = (g_1, \dots, g_m)^T$, которые определяют специфику операционных действий конкретных дронов.

Для формирования команды управления в контуре ССУ привлекаются вычислительные и программные ресурсы бортовой системы управления ведущего БПЛА группы, а также компоненты ее математического обеспечения (модели, аналитические соотношения, служебные параметры и константы), определяющие принятый закон ситуационного управления. В интересах обеспечения технической реализуемости алгоритмов группового управления в ССУ используются дисциплинирующие условия, учитывающие операционные и технические ограничения.

На рис. 2 представлена функциональная модель ССУ в виде диаграммы IDEF0 1-го уровня, которая является результатом декомпозиции контекстной диаграммы (рис. 1).

В общем случае ССУ должна выполнять следующие функции (рис. 2):

1) *предобработка измерительной информации*, включающая ее нормализацию и преобразование ее к унифицированному формату, используемому для последующей цифровой обработки; на практике используют различные каналы получения измерительной информации: инерциальные навигационные системы, приемники сигналов спутниковой навигационной системы, сенсорные датчики и радары, работающие

в различных диапазонах спектра электромагнитного излучения; для минимизации погрешности оценки текущего состояния (объекта) и обеспечения требуемого уровня помехозащищенности используются схемы комплексирования измерительных каналов на базе бортового процессора;

2) *прогностическая оценка* стохастических факторов внутренней и внешней среды с учетом существенных связей между ними;

3) *идентификация текущей ситуации* в рамках принятой математической схемы;

4) *классификация управленческой ситуации* с привлечением специальных моделей, вычислительных алгоритмов и программных процедур;

5) *генерация альтернатив* (множества стратегий управления) на основе анализа, представления, обработки и интерпретации знаний предметной области; формирование базы знаний (предметной области) предусматривается на этапе настройки бортовой аппаратуры в стационарных условиях пункта базирования БПЛА; для этого привлекается группа экспертов и системных аналитиков;

6) *выбор (оптимальной) стратегии управления* на конечном множестве альтернатив (вариантов) в соответствии с заданным алгоритмом выбора и, соответственно, формирование команды управления в виде совокупности вектора управления и служебных компонент.

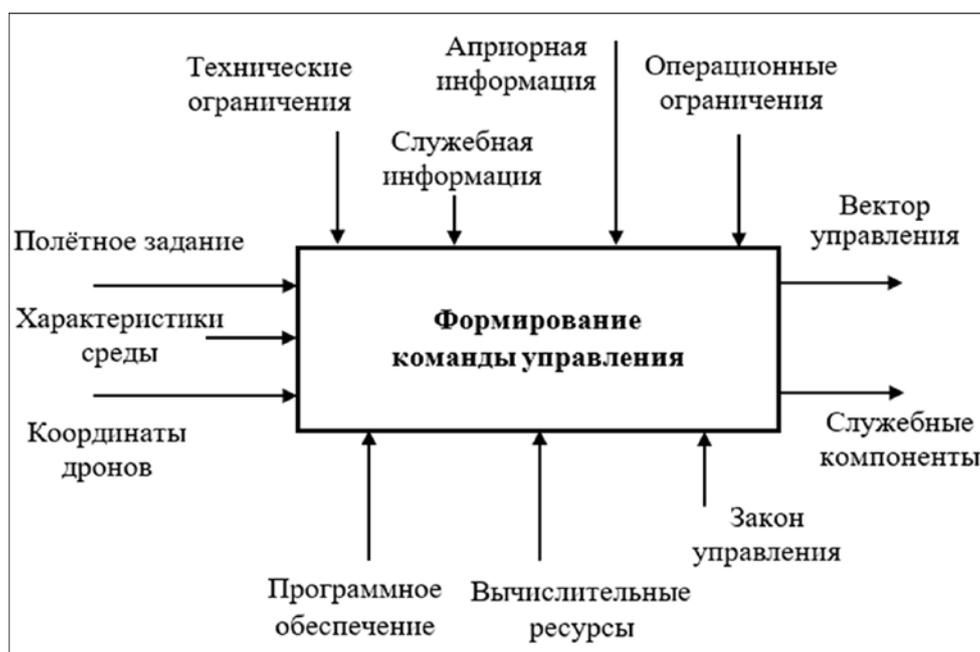


Рис. 1. Контекстная диаграмма функциональной модели системы ситуационного управления на основе технологии IDEF0 (разработано авторами)

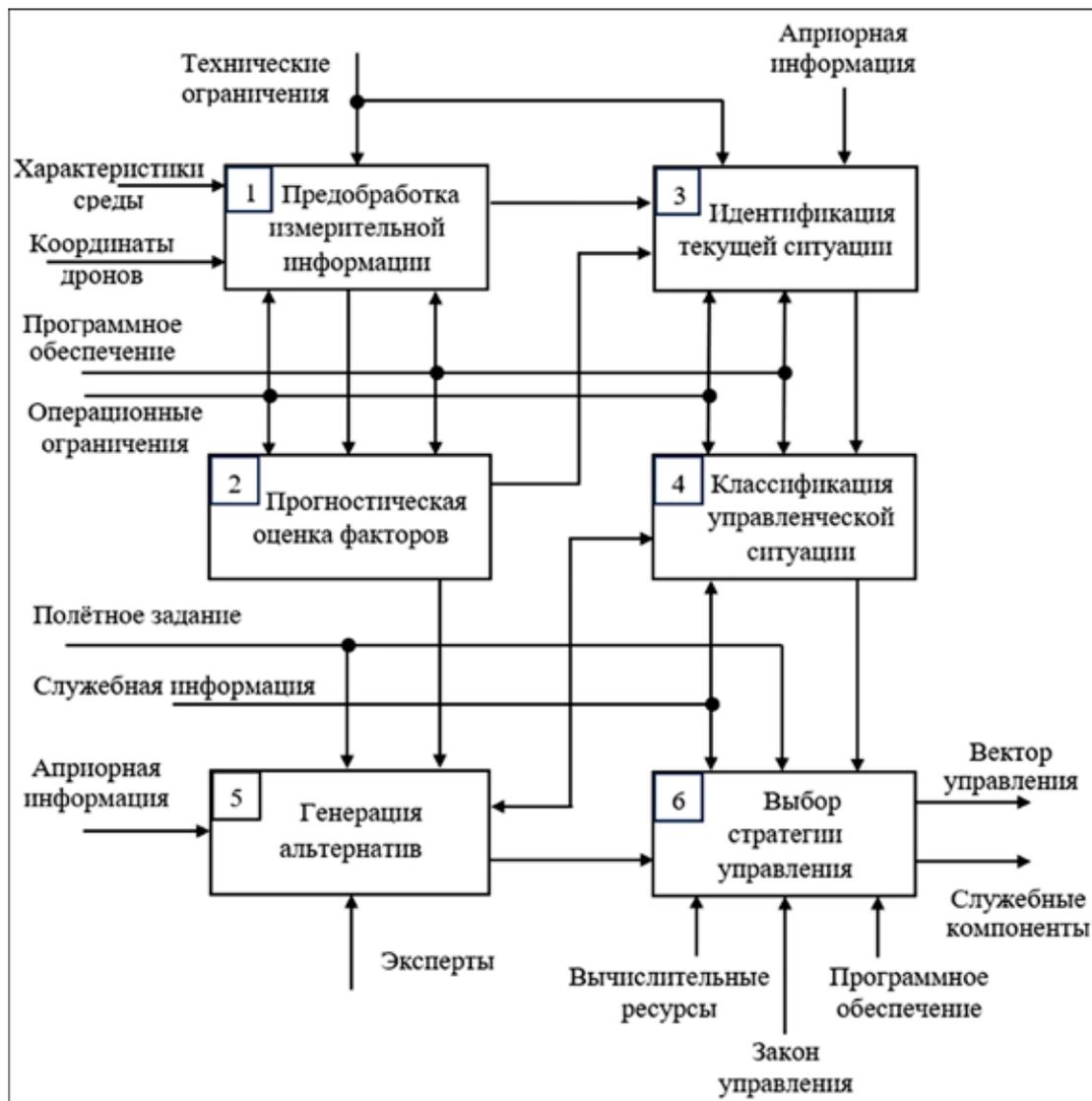


Рис. 2. Функциональная модель системы ситуационного управления на основе технологии IDEF0
 Источник: разработано авторами

Основные трудности при создании реальных ССУ вызывают вопросы идентификации и распознавания управленческих ситуаций и синтеза алгоритма формирования управляющей команды, соответствующей полученной модели управленческой ситуации. Существующие алгоритмические подходы к решению указанных вопросов нашли отражение в литературе.

Для решения задач распознавания управленческих ситуаций и автоматической генерации управляющих решений в составе бортовой компоненты распределенной системы интеллектуального управления группой БПЛА могут быть применены эффективные вычислительные алгоритмы, построенные на основе рекомендаций классической теории управления и численных

методов оптимизации. Подобный подход нашел отражение в работе [4].

Обобщая результаты обзора известных публикаций, выделим наиболее перспективные подходы к разработке механизма распознавания тактических ситуаций:

- 1) алгоритмы на основе численного решения специальных экстремальных задач;
- 2) применение продукционных моделей с нечеткой логикой;
- 3) использование нечетких нейросетевых классификаторов;
- 4) алгоритмы кластеризации с элементами машинного обучения;
- 5) алгоритмы управления типа «ситуация – действие», основанные на прецедентах;
- 6) алгоритмы принятия решений на основе многозначной логики.

Представленная в настоящей статье функциональная модель в виде IDEF0-диаграмм (рис. 1 и 2) в общем виде отражает функционал прототипа ССУ, реализующей концептуальную схему «*ситуация – стратегия управления – действие*».

Механизм ситуационного управления, построенный по указанной схеме, обладает повышенной гибкостью и отвечает задаче обеспечения гарантированного выполнения полетного задания группой БПЛА в условиях статистической неопределенности относительно внешней среды. Для реализации вычислительных алгоритмов и процедур обработки данных, поддерживающих указанное расширение функционала ССУ, могут быть привлечены вычислительные мощности бортовых процессоров нескольких БПЛА из состава группы. Одновременно отметим, что вопросы обоснования и цифровой реализации алгоритмов идентификации управленческих ситуаций и рекуррентных алгоритмов выбора оптимальной стратегии управления, которая адекватна полученной модели управленческой ситуации, окончательно не решены и требуют дополнительных прикладных исследований с учетом реальных дисциплинирующих условий и технологических ограничений.

Выводы

1. Анализ и обобщение накопленного опыта отечественных исследований дают основание рассматривать концепцию ситуационного управления как перспективную применительно к задачам группового управления БПЛА специального назначения.

2. Для преодоления проблем, обусловленных влиянием на процесс управления и на пространственное движение БПЛА множества факторов различной природы, в контуре ССУ необходимо предусмотреть блоки идентификации управленческой ситуации, генерации альтернатив и выбора (или корректировки) адекватной (управленческой ситуации) стратегии управления. Предлагается расширить состав функциональных компонентов ССУ за счет включения в ее состав дополнительных блоков, осуществляющих технологию синтеза предпочтительной стратегии на конечном множестве альтернативных вариантов.

3. В основание концепции перспективной системы ситуационного группового управления должны быть положены следующие алгоритмы: 1) идентификации управленческой ситуации; 2) классификации и сравнения с эталоном по совокупности показателей; 3) генерации альтернатив; 4) выбора оптимальной (в смысле заданного

критерия) стратегии управления на конечном множестве альтернатив.

4. Перспективной теоретической платформой для цифровой реализации концепции системы ситуационного управления может стать технология адаптивного выбора вариантов, предполагающая пошаговое использование рекуррентного вычислительного алгоритма для выбора оптимальной стратегии на каждом такте управления группой БПЛА.

Список литературы

1. Кутахов В.П., Мещеряков Р.В. Управление групповым поведением беспилотных летательных аппаратов: постановка задачи применения технологий искусственного интеллекта // Проблемы управления. 2022. № 1. С. 67–74. DOI: 10.25728/ru.2022.1.5.
2. Моисеев В.С. Групповое применение беспилотных летательных аппаратов: монография. Казань: Редакционно-издательский центр «Школа», 2017. 572 с.
3. Ефанов В.Н., Мизин С.В., Неретина В.В. Управление полетом БПЛА в строю на основе координации взаимодействия группы летательных аппаратов // Вестник УГАТУ, 2014. Т. 18, № 1 (62). С. 114–121.
4. Евдокименков В.Н., Красильщиков М.Н., Себряков Г.Г. Распределенная интеллектуальная система управления группой беспилотных летательных аппаратов: архитектура и программно-математическое обеспечение // Известия ЮФУ. Технические науки. 2016. № 1 (174). С. 29–44.
5. Инсаров В.В., Тихонова С.В., Дронский С.А. Концепция построения интеллектуальных систем управления автономных беспилотных летательных аппаратов с реализацией функции ситуационной осведомленности // Мехатроника, автоматизация, управление. 2018. № 19 (2). С. 111–119.
6. Андриевский Б.Р., Попов А.М., Михайлов В.А., Попов Ф.А. Применение методов искусственного интеллекта для управления полетом беспилотных летательных аппаратов // Аэрокосмическая техника и технологии. 2023. Т. 1, № 2. С. 72–107.
7. Иванов Д.Я. Методы роевого интеллекта для управления группами малоразмерных беспилотных летательных аппаратов // Известия ЮФУ. Технические науки. 2011. № 3 (116). С. 221–229.
8. Шалыгин А.С., Лысенко Л.Н., Толпегин О.А. Методы моделирования ситуационного управления движением беспилотных летательных аппаратов / под ред. А.В. Ноздрачева и Л.Н. Лысенко; редкол. серии: В.М. Буренок (пред.) и др. М.: Машиностроение, 2012. 584 с.
9. Массель Л.В., Массель А.Г. Ситуационное управление и семантическое моделирование в энергетике // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем: материалы IV Междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 20–22 февраля 2014 г.). / Редкол.: В.В. Голенков (отв. ред.) и др. Минск: БГУИР, 2014. С. 111–116.
10. Филимонов А.Б., Филимонов Н.Б. Ситуационный подход в задачах автоматизации управления техническими объектами // Мехатроника, автоматизация, управление. 2018. Т. 19, № 9. С. 563–578. DOI: 10/17587/mau.19.563-578.
11. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: Теория и практика. М.: Наука, 1986. 284 с.
12. Поспелов Д.А. Принципы ситуационного управления. Известия АН СССР. Техническая кибернетика. 1971. № 2. С. 10–17.
13. Белобородов В.А., Воробьев В.А., Семинский И.Ж. Порядок выполнения систематического обзора и метаанализа по протоколу PRISMA // Система менеджмента качества: опыт и перспективы. 2023. Т. 12. С. 5–9.

14. Саратов Д.Н., Панков А.В., Девяткин А.М. Ситуационное управление информационно-аналитической работой в органах управления МЧС России // *Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России*. 2024. № 3. С. 61–69. DOI: 10.61260/2218-13X-2024-3-61-69.
15. Надеждин Е.Н. Ситуационное управление рисками информационной безопасности инновационного образовательного учреждения с распределенной инфраструктурой // *Инновационные информационные технологии*. 2012. № 1. С. 578–580.
16. Надеждин Е.Н. Алгоритмы роевого интеллекта в задачах оптимизации группового управления БПЛА // VII Всероссийская Поспеловская конференция «Гибридные и синергетические интеллектуальные системы»: сборник статей по материалам научной конференции (Калининград, 3–7 июня 2024 г.) / Отв. ред. А.В. Колесников. Калининград, СПб.: Издательство Русской христианской гуманитарной академии, 2024. С. 361–370.
17. Надеждин Е.Н. Стохастическая модель ситуационного управления силами и средствами МЧС // *Наукосфера*. 2021. № 5 (1). С. 157–164.
18. Халимов Н.Р., Мефедов А.В. Распределенная сетцентрическая система управления группой ударных беспилотных летательных аппаратов // *Системы управления, связи и безопасности*. 2019. № 3. С. 1–13. DOI: 10.24411/2410-9916-2019-10301.
19. Иванов М.С., Афонин И.Е., Макаренко С.И. Повышение устойчивости автоматизированной системы управления комплекса с беспилотными летательными аппаратами в условиях воздействия средств физического поражения и радиоэлектронного подавления // *Системы управления, связи и безопасности*. 2022. № 2. С. 92–134. DOI: 10.24412/2410-9916-2022-2-92-134.
20. Будаев Д.С., Вошук Г.Ю., Гусев Н.А., Майоров И.В., Мочалкин А.Н. Разработка прототипа системы согласованного управления группой беспилотных аппаратов с применением мультиагентных технологий // *Известия ЮФУ. Технические науки*. № 10 (171). 2015. С. 18–28.
21. Амелин К.С., Антал Е.И., Васильев В.И., Гранчина Н.О. Адаптивное управление автономной группой беспилотных летательных аппаратов // *Стохастическая оптимизация в информатике*. 2009. Т. 5, № 1–1. С. 157–166.
22. Кудров М.А., Бухаров К.Д., Захаров Э.А., Махоткин Д.Р., Кривошеин Н.Е., Гришин Н.А., Семенкин В. Интеллектуальный алгоритм управления группой беспилотных аппаратов // *Информационные технологии и вычислительные системы*. 2019. № 4. С. 3–11. DOI: 10.14357/20718632190401.
23. Глазырин И.А. Повышение устойчивости системы управления роем беспилотных летательных аппаратов // *Вестник РГГУ. Серия «Информатика. Информационная безопасность. Математика»*. 2024. № 3. С. 8–23. DOI: 10.28995/2686-679X-2024-3-8-23.
24. Муслимов Т.З. Методы и алгоритмы группового управления беспилотными летательными аппаратами самолетного типа // *Системная инженерия и информационные технологии*. 2024. Т. 6, № 1 (16). С. 3–15. DOI: 10.54708/2658-5014-SIIT-2024-no1-p3.
25. Ханова А.А., Уразалиев Н.С., Усманова З.А. Метод ситуационного управления сложными системами на основе сбалансированной системы показателей // *Системы анализа и обработки данных*. 2015. № 3 (60). С. 69–82.
26. Борисов В.В., Авраменко Д.Ю. Нечеткое ситуационное управление сложными системами на основе их композиционного гибридного моделирования // *Системы управления, связи и безопасности*. 2021. № 3. С. 207–237. DOI: 10.24412/2410-9916-2021-3-207-237.
27. Назин А.В., Позняк А.С. Адаптивный выбор вариантов: Рекуррентные алгоритмы. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. 288 с.
28. Дубейковский В.И. Эффективное моделирование с СА Erwin Process Modeler (BPwin; AllFusion Process Modeler). 2-е изд., испр. и доп. М.: ДИАЛОГ_МИФИ, 2009. 384 с.