



ИД «Академия Естествознания»

СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Научный журнал

№ 3 2024



MODERN HIGH TECHNOLOGIES

Scientific journal

No. 3 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 ориентируется на ученых, преподавателей, инженерно-технических специалистов, сотрудников информационных технологий и информатики, использующих в своих исследованиях междисциплинарный подход. Авторы журнала уделяют особое внимание методологии преподавания технических дисциплин.

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

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

Технический редактор

Доронкина Е.Н.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Бизенкова Мария Николаевна, к.м.н.

Корректор

Галенкина Е.С.,

Дудкина Н.А.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.т.н., проф. Айдовос А. (Алматы); д.г.-м.н., проф. Алексеев С.В. (Иркутск); д.х.н., проф. Алоев В.З. (Нальчик); д.т.н., доцент, Аршинский Л.В. (Иркутск); д.т.н., проф. Ахтулов А.Л. (Омск); д.т.н., проф. Баёв А.С. (Санкт-Петербург); д.т.н., проф. Баубекос С.Д. (Тараз); д.т.н., проф. Беззубцева М.М. (Санкт-Петербург); д.п.н., проф. Безрукова Н.П. (Красноярск); д.т.н., доцент, Белозеров В.В. (Ростов-на-Дону); д.т.н., доцент, Бессонова Л.П. (Воронеж); д.п.н., доцент, Бобыкина И.А. (Челябинск); д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И. (Екатеринбург); д.п.н., проф. Бутов А.Ю. (Москва); д.т.н., доцент, Быстров В.А. (Новокузнецк); д.г.-м.н., проф. Гавришин А.И. (Новочеркасск); д.т.н., проф. Герман-Галкин С.Г. (Щецин); д.т.н., проф. Германов Г.Н. (Москва); д.т.н., проф. Горбатюк С.М. (Москва); д.т.н., проф. Гоц А.Н. (Владимир); д.п.н., проф. Далингер В.А. (Омск); д.псх.н., проф. Долгова В.И. (Челябинск); д.э.н., проф. Дольговский 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. Ижугкин В.С. (Москва); д.т.н., проф. Калмыков И.А. (Ставрополь); д.п.н., проф. Качалова Л.П. (Шадринск); д.псх.н., доцент, Кибальченко И.А. (Таганрог); д.п.н., проф. Клемантович И.П. (Москва); д.п.н., проф. Козлов О.А. (Москва); д.т.н., проф. Козлов А.М. (Липецк); д.т.н., доцент, Козловский В.Н. (Самара); д.т.н., доцент, Красновский А.Н. (Москва); д.т.н., проф. Крупенин В.Л. (Москва); д.т.н., проф. Кузлякина В.В. (Владивосток); д.т.н., доцент, Кузьяков О.Н. (Тюмень); д.т.н., проф. Куликовская И.Э. (Ростов-на-Дону); д.т.н., проф. Лавров Е.А. (Суми); д.т.н., доцент, Ландэ Д.В. (Киев); д.т.н., проф. Леонтьев Л.Б. (Владивосток); д.ф.-м.н., доцент, Ломазов В.А. (Белгород); д.т.н., проф. Ломакина Л.С. (Нижний Новгород); д.т.н., проф. Лубенцов В.Ф. (Краснодар); д.т.н., проф. Мадера А.Г. (Москва); д.т.н., проф. Макаров В.Ф. (Пермь); д.п.н., проф. Марков К.К. (Иркутск); д.п.н., проф. Матис В.И. (Барнаул); д.г.-м.н., проф. Мельников А.И. (Иркутск); д.п.н., проф. Микерова Г.Ж. (Краснодар); д.п.н., проф. Моисеева Л.В. (Екатеринбург); д.т.н., проф. Мурашкина Т.И. (Пенза); д.т.н., проф. Мусаев В.К. (Москва); д.т.н., проф. Надеждин Е.Н. (Тула); д.ф.-м.н., проф. Никонов Э.Г. (Дубна); д.т.н., проф. Носенко В.А. (Волгоград); д.т.н., проф. Осипов Г.С. (Южно-Сахалинск); д.т.н., проф. Пен 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. Пузыряков 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. Скрышник О.Н. (Иркутск); д.п.н., проф. Собянин Ф.И. (Белгород); д.т.н., проф. Страбыкин Д.А. (Киров); д.т.н., проф. Сугак Е.В. (Красноярск); д.ф.-м.н., проф. Тактаров Н.Г. (Саранск); д.п.н., доцент, Тутолмин А.В. (Глазов); д.т.н., проф. Умбетов У.У. (Кызылорда); д.м.н., проф. Фесенко Ю.А. (Санкт-Петербург); д.п.н., проф. Хола Л.Д. (Нерюнгри); д.т.н., проф. Часовских В.П. (Екатеринбург); д.т.н., проф. Ченцов С.В. (Красноярск); д.т.н., проф. Червяков Н.И. (Ставрополь); д.т.н., проф. Шалунов А.С. (Ковров); д.т.н., проф. Шарифеев И.Ш. (Казань); д.т.н., проф. Шишков В.А. (Самара); д.т.н., проф. Шпилицын 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

29.03.2024

Дата выхода номера

30.04.2024

Формат

60x90 1/8

Усл. печ. л.

21,5

Тираж

1000 экз.

Заказ

СНТ 2024/3

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. Aidsov (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. Zavrashnov (Michurinsk); D.Sc., Docent O.I. Zagrevsky (Tomsk); D.Sc., Prof. Izhutkin V.S. (Moscow); D.Sc., Docent Kibalchenko I.A. (Taganrog); D.Sc., Prof. Klemantovich I.P. (Moscow); D.Sc., Prof. Kozlov O.A. (Moscow); D.Sc., Prof. A.M. Kozlov (Lipetsk); D.Sc., Prof. Kuzlyakina V.V. (Vladivostok); D.Sc., Docent Kuzyakov O.N. (Tyumen); D.Sc., Prof. Kulikovskaya I.E. (Rostov-on-Don); D.Sc., Prof. E.A. Lavrov (Sumi); D.Sc., Docent D.V. Lande (Kiev); D.Sc., Prof. L.B. Leontiev (Vladivostok); D.Sc., Docent V.A. Lomazov (Belgorod); D.Sc., Prof. L.S. Lomakina (Nizhny Novgorod); D.Sc., Prof. V.F. Lubentsov (Krasnodar); D.Sc., Prof. A.G. Madera (Moscow); D.Sc., Prof. V.F. Makarov (Perm); D.Sc., Prof. K.K. Markov (Irkutsk); D.Sc., Prof. V.I. Matis (Barnaul); D.Sc., Prof. A.I. Melnikov (Irkutsk); D.Sc., Prof. G.J. Mikerova (Krasnodar); D.Sc., Prof. L.V. Moiseeva (Ekaterinburg); D.Sc., Prof. T.I. Murashkina (Penza); D.Sc., Prof. V.K. Musaev (Moscow); D.Sc., Prof. E.N. Nadezhdin (Tula); D.Sc., Prof. E.G. Nikonov (Dubna); D.Sc., Prof. V.A. Nosenko (Volgograd); D.Sc., Prof. G.S. Osipov (Yuzhno-Sakhalinsk); D.Sc., Prof. R.Z. Pen (Krasnoyarsk); D.Sc., Prof. M.N. Petrov (Krasnoyarsk); D.Sc., Prof. I.Y. Petrova (Astrakhan); D.Sc., Prof. Piven V.V. (Tyumen); D.Sc., Prof. Potyshnyak E.N. (Kharkov); D.Sc., Prof. Puzryakov A.F. (Moscow); D.Sc., Prof. Rakhimbaeva I.E. (Saratov); D.Sc., Prof. Rezanovich I.V. (Chelyabinsk); D.Sc., Prof. A.F. Rogachev (Volgograd); D.Sc., Prof. Sikhimbaev M.R. (Karaganda); D.Sc., Prof. Skrypnik O.N. (Irkutsk); D.Sc., Prof. Sobyanin F.I. (Belgorod); D.Sc., Prof. Strabykin D.A. (Kirov); D.Sc., Prof. Sugak E.V. (Krasnoyarsk); D.Sc., Prof. N.G. Taktarov (Saransk); D.Sc., Docent A.V. Tutolmin (Glazov); D.Sc., Prof. U.U. Umbetov (Kyzylorda); D.Sc., Prof. Fesenko Y.A. (St. Petersburg); D.Sc., Prof. Khoda L.D. (Neryungri); D.Sc., Prof. Chasovskikh V.P. (Ekaterinburg); D.Sc., Prof. Chentsov S.V. (Krasnoyarsk); D.Sc., Prof. Chervikov N.I. (Stavropol); D.Sc., Prof. A.G. Shchipsitsyn (Chelyabinsk); D.Sc., Prof. M.A. Yablokova (St. Petersburg); Cand.Sc., Docent A.G. Khaidarov (St. Petersburg)

ISSN 1812–7320

Electronic version: top-technologies.ru/ru

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

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

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

Periodicity	12 issues per year		
Founder, publisher and editors	LLC PH Academy of Natural History		
Mailing address	105037, Moscow, p.o. box 47		
Editorial and publisher address	440026, Penza, st. Lermontov, 3		
Printing	LLC SPC Academy of Natural History 410035, Saratov, st. Mamontova, 5		
E-mail	edition@rae.ru	Telephone	+7 (499) 705-72-30
Signed for print	29.03.2024	Number issue date	30.04.2024
Format	60x90 1/8	Conditionally printed sheets	21,5
Circulation	1000 copies	Order	CHT 2024/3

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

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ОБЖИГОВЫХ И АГЛОМЕРАЦИОННЫХ МАШИН ДЛЯ СЫРЬЯ ФОСФАТНЫХ РУД <i>Бобков В.И., Быков А.А., Орехов В.А., Незамаев С.В.</i>	10
АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА КНИЖНОГО ФОНДА В ШКОЛЬНОЙ БИБЛИОТЕКЕ <i>Герасимова М.М., Егармин П.А., Петрова И.А., Ахматшин Ф.Г., Микитчак С.В.</i>	16
ПРОТОКОЛ ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СОЦИОКИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ <i>Земцов А.Н., Садек Сажжжад, Чан Зунг Хань</i>	22
ПРОЦЕДУРА АНАЛИЗА ДАННЫХ О ФИНАНСОВОМ СОСТОЯНИИ ПРЕДПРИЯТИЙ МАЛОГО БИЗНЕСА НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕНИЯ ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ <i>Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш., Шурыгин А.С.</i>	29
МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИМИ ПРОИЗВОДСТВАМИ <i>Калинин В.Ф., Погонин В.А.</i>	38
РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОЙ СИСТЕМЫ OFDM, ИСПОЛЬЗУЮЩЕЙ ЦЕЛОЧИСЛЕННЫЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В МОДУЛЯРНЫХ КОДАХ <i>Калмыков И.А., Чистоусов Н.К., Калмыкова Н.И., Духовный Д.В.</i>	43
СЕМАНТИЧЕСКАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ ТЕКСТОВЫХ ПОЛЕЙ И ТАБЛИЦ В ДОКУМЕНТЕ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ АРХИТЕКТУРЫ UNETFORMER <i>Климов А.М., Котюжанский Л.А., Четверкин Н.В.</i>	49
КЛАССИФИКАЦИЯ ДАННЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ ЗАПРОСОВ В ЗАДАЧЕ МОНИТОРИНГА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ <i>Максимов А.Ю.</i>	56
АЛГОРИТМ БАЛАНСИРОВКИ НАГРУЗКИ ЦЕНТРА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ПРОГНОЗНОЙ МОДЕЛИ <i>Мочалов В.П., Братченко Н.Ю., Гостева Д.В.</i>	62

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ИНФРАСТРУКТУРНОГО КОМПЛЕКСА РОССИЙСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ <i>Неумоин В.А., Катаева Л.Ю., Неумоина Е.Г.</i>	69
МОДЕЛЬ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ РАВЕНСТВА ПОТЕРЬ КРИТЕРИЕВ <i>Прохоренков П.А., Регер Т.В., Елисеенков А.С.</i>	76
АРХИТЕКТУРА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ <i>Сазонов А.С., Виденин С.А.</i>	82
СИСТЕМА МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С КАНАЛАМИ РАЗЛИЧНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ, ФУНКЦИОНИРУЮЩАЯ В УСЛОВИЯХ СМЕШАННЫХ ПОТОКОВ <i>Самерханов И.З., Печень Е.А., Нуриев Н.К.</i>	87
АВТОМАТИЗАЦИЯ АДДИТИВНОГО УЧАСТКА, ВКЛЮЧАЮЩЕГО НЕСКОЛЬКО 3D-ПРИНТЕРОВ <i>Сергеев А.И., Кириков М.Р., Кирикова А.Р., Корнипаев М.А.</i>	93
УСТАНОВЛЕНИЕ ДИАПАЗОНОВ ОТНЕСЕНИЯ ОСНОВНЫХ ИНДИКАТОРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ЗАДАЧ ПОСТРОЕНИЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ПРЕДВЕСТНИКОВ ОТКАЗОВ <i>Тихонов М.Р.</i>	102

Педагогические науки (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)

СТАТЬИ

СИНТАКСИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПРЕДЛОЖЕНИЙ В УСТНОЙ И ПИСЬМЕННОЙ РЕЧИ ПАЦИЕНТОВ С АФАЗИЕЙ <i>Алмазова А.А., Корецкая Е.С., Крыжановская Е.Б.</i>	107
МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ-ЛИНГВИСТОВ ПУБЛИЧНЫМ ВЫСТУПЛЕНИЯМ С УЧЕТОМ ПРОСОДИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ НА МАТЕРИАЛЕ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА <i>Боднар С.С., Яценко Г.С.</i>	112
АНАЛИЗ ГОТОВНОСТИ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ «ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА» К ОБУЧЕНИЮ ДЕТЕЙ 9–10 ЛЕТ СПОРТИВНОМУ ОРИЕНТИРОВАНИЮ <i>Воронова Е.К.</i>	117
АДАПТАЦИЯ ДЕТЕЙ МИГРАНТОВ К ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ ПОСРЕДСТВОМ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТ-КАРТ <i>Гильманишина С.И., Дарземанова Д.Л.</i>	122

ТЕМАТИЧЕСКАЯ НЕДЕЛЯ КАК МЕТОДИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ИНКЛЮЗИВНОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО КОЛЛЕДЖА <i>Елагина В.С., Каменкова Н.В., Ильина С.В., Акулов В.А.</i>	129
ОЦЕНКА УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ СОЦИАЛЬНО- ЛИЧНОСТНЫХ КАЧЕСТВ У ДЕТЕЙ 5–7 ЛЕТ <i>Куманина Н.Ю.</i>	134
РЕФЛЕКСИВНО-ЦЕННОСТНЫЙ КОМПОНЕНТ ВОЕННО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ МОТИВАЦИИ КУРСАНТОВ ВУЗОВ РОСГВАРДИИ <i>Лымарев В.Н.</i>	139
МЕТОДИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЕДАГОГОВ, ИСПЫТЫВАЮЩИХ ЗАТРУДНЕНИЯ В НАПРАВЛЕНИИ ПАТРИОТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ КАДЕТ <i>Марковская Е.А., Рословцева М.Ю.</i>	145
ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ГОТОВНОСТИ СТУДЕНТОВ МАГИСТРАТУРЫ К РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ДОШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ <i>Михеева Е.В., Моисеева А.Н., Польшкина С.Н.</i>	151
ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕОБРАЗУЮЩЕГО ИНТЕЛЛЕКТА ОБУЧАЮЩИХСЯ В КОНТЕКСТЕ ИДЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ <i>Осипова С.И., Гафурова Н.В., Бугаева Т.П., Осипов В.В.</i>	157
ЭВОЛЮЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ В XX – НАЧАЛЕ XXI В. В КОНТЕКСТЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ <i>Погорелов С.С., Окунеев Л.К., Ушаков А.А.</i>	162
ОТНОШЕНИЕ К МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКЕ СТУДЕНТОВ – БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ <i>Салехова Л.Л.</i>	167

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

PECULIARITIES OF HEAT ENGINEERING CALCULATION OF ROASTING AND AGGLOMERATION MACHINES FOR PHOSPHATE ORE RAW MATERIALS <i>Bobkov V.I., Bykov A.A., Orekhov V.A., Nezamaev S.V.</i>	10
AUTOMATION OF BOOK COLLECTION ACCOUNTING IN THE SCHOOL LIBRARY <i>Gerasimova M.M., Egarmin P.A., Petrova I.A., Akhmatshin F.G., Mikitchak S.V.</i>	16
PROTOCOL FOR AD-HOC NETWORK FOR INTERACTION OF SOCIO-CYBER-PHYSICAL SYSTEMS <i>Zemtsov A.N., Sadiq Sajjad, Tran Dung Khanh</i>	22
PROCEDURE FOR ANALYZING DATA ON THE FINANCIAL CONDITION OF SMALL BUSINESSES BASED ON THE PRINCIPAL COMPONENTS CONSTRUCTION <i>Ilyasov B.G., Makarova E.A., Zakieva E.Sh., Shurygin A.S.</i>	29
METHODOLOGY DESIGNING ROBOTIC AUTOMATED CONTROL SYSTEMS FOR CHEMICAL PRODUCTION <i>Kalinin V.F., Pogonin V.A.</i>	38
DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL OF A FAULT-TOLERANT OFDM SYSTEM USING INTEGER WAVELET TRANSFORMATIONS IN MODULAR CODES <i>Kalmykov I.A., Chistousov N.K., Kalmykova N.I., Dukhovnyy D.V.</i>	43
SEMANTIC SEGMENTATION OF TEXT FIELDS AND TABLES IN A DOCUMENT BASED ON THE UNETFORMER ARCHITECTURE <i>Klimov A.M., Kotyuzhanskiy L.A., Chetverkin N.V.</i>	49
MULTI-CRITERIA CLASSIFICATION OF INFORMATION SYSTEM MONITORING DATA <i>Maksimov A.Yu.</i>	56
ALGORITHM FOR LOAD BALANCING OF A DATA PROCESSING CENTER BASED ON A NONLINEAR FORECAST MODEL <i>Mochalov V.P., Bratchenko N.Yu., Gosteva D.V.</i>	62
OPTIMIZATION OF PROCESS MANAGEMENT OF RUSSIAN RAILWAYS INFRASTRUCTURE COMPLEX <i>Neumoin V.A., Kataeva L.Yu., Neumoina E.G.</i>	69
MULTICRITERIAL OPTIMIZATION MODEL BASED ON EQUALITY OF CRITERIA LOSSES <i>Prokhorenkov P.A., Reger T.V., Eliseenkov A.S.</i>	76

DISTRIBUTED INTEGRATED DEVELOPMENT ENVIRONMENT
ARCHITECTURE FOR SOFTWARE DEVELOPMENT

Sazonov A.S., Videnin S.A. 82

QUEUEING SYSTEM WITH HETEROGENEOUS SERVERS,
FUNCTIONING IN CONDITIONS OF MIXED FLOWS

Samerkhanov I.Z., Pechenny E.A., Nuriev N.K. 87

AUTOMATION OF AN ADDITIVE SITE THAT INCLUDES
SEVERAL 3D PRINTERS

Sergeev A.I., Kirikov M.R., Kirikova A.R., Kornipaev M.A. 93

SETTING RANGES FOR RELATIONSHIP OF MAIN INDICATORS
OF PROCESSES FOR THE TASKS OF BUILDING AN EXPERT
SYSTEM FOR DETECTING PRECURSORS OF FAILURES

Tikhonov M.R. 102

Pedagogical sciences (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)

ARTICLES

SYNTACTIC STRUCTURE OF SENTENCES IN ORAL
AND WRITTEN SPEECH OF PATIENTS WITH APHASIA

Almazova A.A., Koretskaya E.S., Kryzhanovskaya E.B. 107

TECHNIQUES FOR TEACHING PUBLIC SPEAKING
TO STUDENTS-LINGUISTICS IN CONSIDERATION OF ITS
PROSODIC CHARACTERISTICS OF THE ENGLISH LANGUAGE

Bodnar S.S., Yatsenko G.S. 112

ANALYSIS OF THE READINESS OF STUDENTS OF THE DIRECTION
OF PREPARATION “PHYSICAL EDUCATION” FOR TEACHING
CHILDREN 9–10 YEARS OLD SPORTS ORIENTEING

Voronova E.K. 117

ADAPTATION OF MIGRANT CHILDREN TO NATURAL SCIENCE
INFORMATION IN RUSSIAN THROUGH TECHNOLOGY MIND MAPS

Gilmanshina S.I., Darzemanova D.L. 122

THEMATIC WEEK AS A METHODOLOGICAL TOOLS
FOR THE FORMATION OF AN INCLUSIVE CULTURE
OF PEDAGOGICAL COLLEGE STUDENTS

Elagina V.S., Kamenkova N.V., Ilyina S.V., Akulov V.A. 129

ASSESSMENT OF THE LEVEL OF FORMATION OF SOCIAL
AND PERSONAL QUALITIES IN CHILDREN AGED 5–7 YEARS

Kumanina N.Yu. 134

REFLECTIVE-VALUES COMPONENT OF MILITARY
PROFESSIONAL MOTIVATION OF RUSSIAN
GUARDIAN UNIVERSITY CADET STUDENTS

Lymarev V.N. 139

METHODOLOGICAL SUPPORT OF THE ACTIVITIES OF TEACHERS EXPERIENCING DIFFICULTIES IN THE DIRECTION OF PATRIOTIC EDUCATION OF CADETS <i>Markovskaya E.A., Roslovtseva M.Yu.</i>	145
FORMATION OF PROFESSIONAL READINESS OF MASTER'S DEGREE STUDENTS TO IMPLEMENT THE FEDERAL EDUCATIONAL PROGRAM OF PRESCHOOL EDUCATION <i>Mikheeva E.V., Moiseeva A.N., Polkina S.N.</i>	151
FORMATION OF TRANSFORMATIVE INTELLIGENCE OF STUDENTS IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IDEAS <i>Osipova S.I., Gafurova N.V., Bugaeva T.P., Osipov V.V.</i>	157
EVOLUTION OF HIGHER EDUCATION IN RUSSIA IN THE XX – BEGINNING OF XXI CENTURY IN THE CONTEXT OF ECONOMIC DEVELOPMENT <i>Pogorelov S.S., Okuneev L.K., Ushakov A.A.</i>	162
PRE-SERVICE MATHEMATICS TEACHER'S ATTITUDE TO MATHEMATICAL STATISTICS <i>Salekhova L.L.</i>	167

СТАТЬИ

УДК 536.27

DOI 10.17513/snt.39939

**ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА
ОБЖИГОВЫХ И АГЛОМЕРАЦИОННЫХ МАШИН
ДЛЯ СЫРЬЯ ФОСФАТНЫХ РУД****¹Бобков В.И., ¹Быков А.А., ¹Орехов В.А., ²Незамаев С.В.**¹*Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске,
Смоленск, e-mail: vovabobkoff@mail.ru;*²*АО «Первая горнорудная компания», Москва, e-mail: pgrk@armz.ru*

Аннотация. В данной статье представлены результаты расчета теплотехнической части обжиговых и агломерационных машин для их адаптации к сырью фосфатных руд, учитывая физико-химические особенности рудного фосфатного сырья и требования технологии по температурным условиям термической обработки. Научно обосновано перераспределение технологических зон и газоздушных потоков, которые обеспечили наиболее оптимальные режимы функционирования, при максимальном повторном использовании тепла отходящих газов. Выявлены возможности модернизации агломерационных и обжиговых машин для переработки железосодержащих руд и концентратов, на термическую обработку фосфатного рудного сырья, в первую очередь их теплотехнической части, которая обеспечила бы требуемые режимы функционирования и параметры тепловой обработки, а также газодинамику сложного химико-энерготехнологического процесса обжига. Представленные теплотехнические расчеты агломерационной и обжиговой машин позволили определить расходы природного газа и воздуха на горение, выбрать тягодутьевые агрегаты для подачи воздуха. Определить время охлаждения фосфоритового агломерата и окатышей, уточнить распределение зон спекания и охлаждения для различных режимов функционирования обжиговых и агломерационных машин. По результатам расчета выбрана схема рекуперации газоздушных потоков теплоносителя. Выполненные приближенные теплотехнические расчеты агломерационной машины типа АКМ и обжиговой машины типа ОКМ подтвердили возможность получения на них удовлетворительного качества фосфоритового агломерата и окатышей из рудного фосфатного сырья при заданной удельной производительности с обеспечением конечной температуры агломерата и окатышей после охлаждения.

Ключевые слова: агломерационная машина, обжиговая конвейерная машина, температура, агломерат, обжиг, окатыши, фосфоритовая руда

Работа выполнена в рамках государственного задания, проект № FSWF-2023-0012.

**PECULIARITIES OF HEAT ENGINEERING CALCULATION
OF ROASTING AND AGGLOMERATION MACHINES
FOR PHOSPHATE ORE RAW MATERIALS****¹Bobkov V.I., ¹Bykov A.A., ¹Orekhov V.A., ²Nezamaev S.V.**¹*Branch of the National Research University Moscow Power Engineering Institute,
Smolensk, e-mail: vovabobkoff@mail.ru;*²*JSC First Mining Company, General Director, Moscow, e-mail: pgrk@armz.ru*

Annotation. This article presents the results of the calculation of the thermal engineering part of calcining and agglomeration machines for their adaptation to the raw materials of phosphate ores, taking into account the physicochemical features of ore phosphate raw materials and the requirements of the technology for temperature conditions of thermal treatment. The redistribution of process zones and gas-air flows, which ensured the most optimal operating modes, with the maximum reuse of heat of exhaust gases, is scientifically justified. The possibilities of modernization of agglomeration and roasting machines for processing iron-containing ores and concentrates, for thermal treatment of phosphate ore raw materials, primarily their thermal engineering part, which would provide the required operating modes and parameters of heat treatment, as well as the gas dynamics of the complex chemical and energy technological roasting process, have been identified. The presented heat engineering calculations of the agglomeration and roasting machines made it possible to determine the consumption of natural gas and air for combustion, to select traction units for air supply. Determine the cooling time of the phosphorite agglomerate and pellets, clarify the distribution of sintering and cooling zones for various operating modes of calcining and agglomeration machines. Based on the results of the calculation, a scheme for the recovery of gas-air coolant flows was chosen. The approximate thermal engineering calculations of the agglomeration machine of the AKM type and the roasting machine of the OKM type confirmed the possibility of obtaining satisfactory quality of phosphorite agglomerate and pellets from ore phosphate raw materials at a given specific productivity with the provision of the final temperature of the agglomerate and pellets after cooling.

Keywords: agglomeration machine, roasting conveyor machine, temperature, agglomerate, roasting, pellets, phosphorite ore

The work was carried out within the framework of the state assignment, project No. FSWF-2023-0012.

Проведенные научно-исследовательские работы по расчету образцов рудного фосфатного сырья и материалов флюсовых добавок с целью определения их пригодности для производства желтого фосфора позволили определить технологические параметры химико-энерготехнологических процессов агломерации и окомкования сырой руды и рудного концентрата [1, 2]. Теплотехнические расчеты имеют приближенный характер, поскольку не учитывались особенности процессов тепло-массообмена в слое спекаемой шихты и окатышей, для упрощения задачи приняли ряд допущений, вследствие чего полученные результаты не могут считаться окончательными и на стадии выполнения рабочего проекта должны быть проработаны более тщательно [3, 4]. Результаты уточненного расчета должны составить основу для проектирования модернизированной агломерационной или обжиговой машины конвейерного типа применительно к конкретным условиям спекания аглошихты или обжига окатышей из фосфатного рудного материала [5, 6].

Необходимость модернизации агломерационных и обжиговых машин типа АКМ и ОКМ вызывается тем, что указанное оборудование предназначено для переработки железосодержащих руд и концентратов, отличающихся по свойствам от фосфатного рудного сырья [7]. Отсюда возникает необходимость модернизации в первую очередь их теплотехнической части, которая обеспечила бы требуемые режимы функционирования и параметры тепловой обработки, а также газодинамику сложного химико-энерготехнологического процесса обжига [8].

Цель исследования – определение особенностей расчета теплотехнической части обжиговых и агломерационных машин для их адаптации к сырью фосфатных руд, учитывая физико-химические особенности рудного фосфатного сырья и требования технологии по температурным условиям термической обработки, используя перераспределение технологических зон и газоздушных потоков, которые обеспечили бы наиболее оптимальные режимы функционирования, при максимальном повторном использовании тепла отходящих газов.

Материалы и методы исследования

При анализе результатов теплотехнического расчета агломерационной машины типа АКМ был принят ряд допущений, таких как:

- интенсивность теплоподдачи машины – 54470 кДж/м²·мин;
- площадь горна – 6,75 м²;
- скорость движения ленты – 1,5 м/мин.

Расчет производительности агломерационной машины произведен без учета теплообмена в слое рудного сырья, исходя из заданной вертикальной скорости спекания и без увязки со скоростью движения ленты агломерационной машины.

При скорости агломерационной ленты 1,5 м/мин продолжительность пребывания агломерационной шихты в зоне спекания составит 22,7 мин. При вертикальной скорости спекания 16 мм/мин время, необходимое для завершения процесса, составит 18,75 мин, то есть при этих условиях скорость ленты должна составлять не 1,5 м/мин, а 1,8 м/мин.

При более высокой вертикальной скорости спекания соответственно должна возрасти и скорость ленты с тем, чтобы процесс завершался над последней вакуум-камерой зоны спекания [9]. Интенсивность теплоподдачи и длина горна должны быть выбраны так, чтобы с учетом содержания кокса в шихте, протекания физико-химических и теплообменных процессов в слое аглошихты в зоне спекания выдерживался требуемый температурный уровень процесса обжига, а именно 1440 °С, как это указано в исходных данных.

Таким образом, с учетом отмеченных недостатков выполненное исследование и расчет носят весьма ориентировочный характер и требуют уточнений [10]. Однако из него следует, что расход природного газа на тонну годного агломерата не превысит 18 м³. С учетом имеющегося опыта в исходных данных для технико-экономического обоснования авторами принят удельный расход природного газа 25 м³/т.

Необходимое для охлаждения агломерата до температуры 100 °С время составит, с учетом коэффициента запаса 1,5, не более 21 мин, что может быть обеспечено при скорости агломерационной ленты машины 1,43 м/мин.

Следует учесть, что при этом скорость фильтрации охлаждающего воздуха принята равной 0,7 м/с. При скорости фильтрации 1 м/с время охлаждения уменьшится до 15 мин, а скорость агломерационной ленты машины возрастет до 2 м/мин.

Если площадь спекания агломерационной машины не изменится и составит 85 м², то для завершения процесса обжига на последней вакуум-камере вертикальная скорость спекания должна быть равной 17,6 мм/мин, что практически соответствует величине, полученной авторами экспериментальным путем.

Представляется завышенным объем газов, отходящих от зоны спекания [11]. Это связано с тем, что в расчете не учте-

но, что скорость фильтрации под горном не превысит 0,45 м/с, а в зоне собственно спекания 0,82 м/с. В настоящем расчете авторов принято, что в первые 14 мин средняя скорость фильтрации составит 0,85 м/с, а далее 1,1 м/с.

Анализ результатов расчета показал, что объем отходящих от зоны спекания газов с учетом 40% подсосов составит 525000 м³/ч, а от зоны охлаждения – 500000 м³/ч.

Следует отметить, что объемы газов, отходящих от зоны охлаждения, полученные авторами и регламентные, согласуются более удовлетворительно. Эти объемы выражаются числами 648153 м³/ч и 407880 м³/ч.

Конвейерные машины для обжига окатышей типа ОКМ применяются в отечественной практике для обжига окатышей из концентратов железных руд [12]. По мере освоения и усовершенствования технологии обжига они модифицировались с целью повышения надежности, равномерности шихтового поля по ширине и длине технологических зон, снижения расхода топлива на тонну готового продукта и других показателей [13]. В результате было разработано несколько модификаций этих машин.

Однако в силу специфики процесса обжига окатышей из фосфатных рудных концентратов ни одна из них не может быть применена в фосфорном производстве без соответствующей модернизации [14]. Она в первую очередь должна претерпеть изменения своей теплотехнической части, включая конструкцию секций горна, перераспределение технологических зон и газоздушных потоков, которые обеспечили бы наиболее оптимальные режимы тепловой обработки при максимальном повторном использовании тепла отходящих газов.

Для выбора рациональной конструкции обжиговой машины конвейерного типа необходимо выполнение теплотехнического расчета, учитывающего физико-химические особенности рудного сырья и требования технологии по температурным условиям термической обработки [15].

В состав теплотехнического расчета процесса обжига и охлаждения окатышей из концентрата фосфоритовой руды вошли:

- расчет горения природного газа для двух температур дымовых газов;
- определение производительности обжиговой машины и выхода годных окатышей;
- определение расходов теплоносителя по технологическим зонам;
- расчет объемов и температуры отходящих газов по зонам машины;
- определение удельного расхода тепла и газообразного топлива;
- расчет процесса охлаждения окатышей.

На основании проведенных расчетов выбрана схема тепловых и газоздушных потоков с использованием тепла отходящих газов для осуществления отдельных стадий процесса обжига, с использованием тягодутьевых средств – эксгаустеров.

Обжиговая конвейерная машина состоит из отдельных секций, объединенных на технологические зоны: сушки, подогрева, обжига, рекуперации и охлаждения. Окомкованное фосфоросодержащее рудное сырье с влажностью 13% загружается на конвейер обжиговой машины и поступает в зону сушки, которая состоит из секций 1 и 2. Причем в 1-й секции сушка ведется горячими газами, просасываемыми через плотный слой, движущийся перпендикулярно потоку газа-теплоносителя снизу вверх, а во 2-й секции – сверху вниз.

Реверс газа-теплоносителя приводит к увеличению газопроницаемости слоя окатышей и предотвращает разрушение окатышей в нижней части слоя, вследствие их переувлажнения. В зону сушки подаются отходящие газы из трех вакуум-камер зоны обжига, представляющие собой смесь дымовых газов, газов, выделяющихся при обжиге, и атмосферного воздуха.

Газы просасываются через слой материала в зоне сушки и поступают на газоочистку, а затем эксгаустером через дымовую трубу выбрасываются в атмосферу.

Окатыши из зоны сушки поступают в зону подогрева. Подогрев ведется продуктами сгорания природного газа с температурой 950 °С, сжигаемого в горелках зоны. При этом используется горячий воздух, отходящий из зоны охлаждения с температурой 300 °С. Отходящие газы из зоны подогрева через систему газоочистки выбрасываются в атмосферу.

Далее материал поступает в зону обжига, где он подвергается обработке теплоносителем с температурой 1200 °С. Теплоносителем в этой зоне являются также продукты сгорания природного газа. И в этой зоне для горения используется горячий воздух, отходящий из зоны охлаждения с температурой 300 °С.

Отходящие газы из зоны обжига частично поступают в зону сушки (от трех вакуум-камер), а избыточные газы после системы газоочистки выбрасываются в атмосферу.

Из зоны обжига материал поступает в зону рекуперации, где происходит выравнивание температур по высоте слоя засыпки материала. Процесс выравнивания происходит за счет отдачи тепла воздухом, нагретым в зоне охлаждения. Часть этого воздуха попадает в зону обжига над вакуум-камерами № 15, 16.

Таблица 1

Потоки теплоносителя в зонах обжиговой конвейерной машины

Наименование зон	Количество теплоносителей, проходящих через слой (на выходе), м ³ /ч	Количество теплоносителей на выходе из зоны (с подсосами), м ³ /ч	Температура на входе, °С	Температура на выходе, °С	Количество теплоносителя на выбросе в атмосферу, м ³ /ч
Сушки 1	18600	21000	300	50	21000
Сушки 2	34600	76500	300	60	76500
Подогрева	28800, в том числе воздуха на горение 27285	59100	950	150	59100
Обжига	44106, в том числе воздуха на горение 40670	88700	1200	335	35300
Рекуперации	43200	86700	900	408	88200
Охлаждения 1	72000	72000	20	900	Все в зоны рекуперации и обжига
Охлаждения 2	57600	57600	20	300	Все в зоны подогрева и обжига

Отходящие газы из этих вакуум-камер зоны обжига и из зоны рекуперации направляются в один коллектор и через систему газоочистки выбрасываются в атмосферу. Этот коллектор через систему газопроводов связан зоной сушки, при необходимости часть отходящих газов может использоваться для сушки.

Охлаждение верхних слоев окатышей начинается в зоне рекуперации, продолжается в зоне охлаждения 1 и заканчивается в зоне охлаждения 2. Охлаждение осуществляется атмосферным воздухом, который подается в вакуум-камеры и просасывается

через слой окатышей снизу вверх. Средняя температура окатышей на выходе из зон охлаждения 100 °С.

Потоки газа-теплоносителя в технологических зонах и его температура представлены в табл. 1.

Результаты исследования и их обсуждение

За прототип принята обжиговая машина типа ОКМ-108, включая принципиальную схему газопотоков и распределение площади обжиговой конвейерной машины между отдельными технологическими зонами (табл. 2).

Таблица 2

Распределение по площади обжиговой машины между отдельными технологическими зонами

Наименование технологических зон	Распределение площади обжиговой машины между технологическими зонами, м / %	
	Обжиг железорудных окатышей	Обжиг окатышей из фосфатного рудного сырья
Сушка 1 (дутье снизу вверх)	13.3 / 12.3	12 / 11.1
Сушка 2 (просос теплоносителя сверху вниз)	6.7 / 6.2	8 / 7.4
Подогрев (просос теплоносителя сверху вниз)	20 / 18.5	20 / 18.5
Обжиг (просос теплоносителя сверху вниз)	22 / 20.4	20 / 18.5
Рекуперация (просос теплоносителя сверху вниз)	10 / 9.2	12 / 11.1
Охлаждение 1 (продув воздуха снизу вверх)	20 / 18.5	20 / 18.5
Охлаждение 2 (продув воздуха снизу вверх)	16 / 14.8	16 / 14.8

Анализ результатов проведенного исследования и расчетов показывает, что величина зоны сушки при обжиге окатышей из концентрата фосфоритовой руды должна быть увеличена по сравнению с ОКМ-108 для обжига окатышей из железорудных концентратов, так как влажность сырых фосфоритовых окатышей 13%, а железорудных 9%, допустимая температура в зоне сушки для первых не более 300–350 °С, для вторых – более 450 °С.

В зоне рекуперации при обжиге железорудных окатышей помимо процесса конвективного теплообмена, связанного с переносом тепла из верхних горизонтов слоя в нижние, протекает реакция окисления магнетита в гематит с выделением тепловой энергии, что вместе обеспечивает разогрев нижнего слоя окатышей.

При обжиге фосфоритовых окатышей в зоне рекуперации процесс с выделением значительного количества тепловой энергии в химической реакции отсутствует. Следовательно, величина этой зоны изменится.

Для определения оптимального распределения площади машины по зонам необходимо выполнение материальных и тепловых балансов по стадиям с учетом всех процессов массо- и теплообмена, что в теплотехнических расчетах регламентного режима обжига отсутствует, так как скорости фильтрации газа-теплоносителя были приняты, а не рассчитаны. Такой подход, вероятно, допустим, поскольку оценка процесса обжига рудного сырья в регламентном режиме функционирования обжиговой конвейерной машины осуществлялся по укрупненным показателям.

Для проверки основного показателя процесса обжига окатышей – удельной производительности был произведен расчет при скоростях фильтрации газа-теплоносителя в регламентном режиме. В результате расчета получено 0,366 т/м²·ч, что удовлетворительно коррелирует с экспериментальным практическим значением.

Теплотехническим расчетом определено время охлаждения окатышей до температуры 100 °С. Оно составило 17 мин. При суммарной длине зоны охлаждения 18 м и скорости конвейера обжиговой машины 0,82 м/мин продолжительность охлаждения составит 22 мин, то есть с коэффициентом запаса порядка 30%.

Поскольку в теплотехническом расчете размеры технологических зон выбраны по аналогии с машиной ОКМ-108 и скорости фильтрации газа-теплоносителя, в конечном итоге получен расход природного газа 81 м³/т годных окатышей.

Эта величина представляется авторам завышенной. Анализ тепловых потоков на обжиговой машине показывает, что значительная тепловая энергия на машине не используется и выбрасывается в атмосферу, от зон обжига и рекуперации. Объем этих газов составляет 77959 м³/ч, а расчетная температура без подсосов – 607 °С. Можно предположить, что при углубленном теплотехническом расчете схему тепловых и газовых потоков можно будет решить более рационально и за счет этого снизить удельный расход природного газа. В схеме газовоздушных потоков для реверса газатеплоносителя и сброса отработанных газов в атмосферу используется ряд тягодутьевых средств. С целью увеличения срока службы, защиты от абразивного износа необходимо предусмотреть обязательную очистку газов от пыли, а потоки, сбрасываемые в атмосферу, должны быть очищены и от химических примесей: соединений F, S, P₄. Для очистки реверсируемых газовых потоков от пыли на обжиговых машинах, работающих на заводах черной металлургии, используются жалюзийные уловители пыли, циклоны, батарейные циклоны, электрофильтры.

Заключение

Теплотехнические расчеты агломерационной и обжиговой машин позволили определить расходы природного газа и воздуха на горение, выбрать вентиляторы для подачи воздуха. Определить время охлаждения агломерата и окатышей, уточнить распределение зон спекания и охлаждения для различных режимов функционирования обжиговых и агломерационных машин. По результатам расчета выбрана схема рекуперации газовоздушных потоков теплоносителя.

В результате проведенного исследования можно сделать следующие основные выводы:

1. Выполненные приближенные теплотехнические расчеты агломерационной машины типа АКМ и обжиговой машины типа ОКМ подтвердили возможность получения на них агломерата и окатышей из рудного фосфатного сырья при заданной удельной производительности с обеспечением конечной температуры агломерата и окатышей после охлаждения не более 100 °С.

2. Определены величины газовых потоков, произведен выбор тягодутьевых средств.

3. Разработаны исходные данные на схему газоочистки газовоздушных потоков обжиговой машины типа ОКМ.

4. Результаты теплотехнического расчета носят приближенный характер и требуют уточнения на стадии рабочего проектирования.

Список литературы

1. Borisov V., Bulygina O., Vereikina E. The use of coevolutionary algorithms for optimizing the operating regimes of the roasting conveyor machine // *Journal of Applied Informatics*. 2023. Vol. 18, Is. 3. P. 52–60. DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-3-52-60.
2. Дли М.И., Пучков А.Ю., Прокимнов Н.Н., Окунев Б.В. Нечеткологическая модель многостадийной химико-энерготехнологической системы переработки мелкодисперсного рудного сырья // *Прикладная информатика*. 2023. Т. 18, № 3. С. 92–104. DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-3-92-104.
3. Невиницын В.Ю., Лабутин А.Н., Девятьяров А.Н., Волкова Г.В. Оптимизация реакторного узла для проведения жидкофазных последовательно-параллельных реакций // *Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение*. 2023. № 1 (73). С. 47–53.
4. Пучков А.Ю., Прокимнов Н.Н., Рысина Е.И., Шутова Д.Ю. Нейрорегулятор комплексной технологической системы переработки рудных отходов // *Прикладная информатика*. 2023. Т. 18, № 5. С. 91–105. DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-5-91-105.
5. Пучков А.Ю., Дли М.И., Прокимнов Н.Н., Соколов А.М. Интеллектуальная модель управления рисками нарушения характеристик электромеханических устройств в многостадийной системе переработки рудного сырья // *Прикладная информатика*. 2023. Т. 18, № 1. С. 22–36. DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-1-22-36.
6. Бобков В.И., Никифоров В.А., Панченко С.В. Особенности гидродинамики и тепломассопереноса при активизации химико-энерготехнологических процессов восстановления в коксовой зоне руднотермической печи // *Успехи современного естествознания*. 2022. № 12. С. 148–154.
7. Орехов В.А., Бобков В.И., Быков А.А. Исследование особенностей высокотемпературных режимов обжига окомкованного рудного сырья, обогащенного свободным углеродом // *Успехи современного естествознания*. 2023. № 11. С. 174–179.
8. Пучков А.Ю., Дли М.И., Прокимнов Н.Н., Шутова Д.Ю. Многоуровневые алгоритмы оценки и принятия решений по оптимальному управлению комплексной системой переработки мелкодисперсного рудного сырья // *Прикладная информатика*. 2022. Т. 17, № 6. С. 102–121. DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-6-102-121.
9. Бобков В.И., Орехов В.А. Особенности методики определения теплофизических свойств фосфоритового агломерата // *Современные наукоемкие технологии*. 2022. № 10–1. С. 59–63.
10. Дли М.И., Черновалова М.В., Соколов А.М., Моргунова Э.В. Нечеткая динамическая онтологическая модель для поддержки принятия решений по управлению энергоемкими системами на основе прецедентов // *Прикладная информатика*. 2023. Т. 18, № 5. С. 59–76. DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-5-59-76.
11. Иващук О.Д., Нестерова Е.В., Игрунова С.В., Федоров В.И., Иващук О.О., Каложная Е.В. Автоматизация оценивания эффективности усреднения товарного концентрата руды // *Современные наукоемкие технологии*. 2023. № 10. С. 39–44. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=39789> (дата обращения: 05.03.2024).
12. Харламов Д.А., Масыгина Н.И. Математическое моделирование теплового состояния сталеразливочного ковша и его влияние на технико-экономические показатели производства // *Современные наукоемкие технологии*. 2023. № 4. С. 100–105. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=39584> (дата обращения: 05.03.2024).
13. Алексеев Е.А., Лабутин А.Н., Пономарева Ю.Н. Робастная система управления реактором твердофазного дополиамидирования // *Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение*. 2023. № 1 (73). С. 31–36.
14. Орехов В.А. Математическое моделирование процессов образования шлама в рудно-термических печах при переработке фосфатного рудного сырья // *Современные наукоемкие технологии*. 2023. № 7. С. 78–86. DOI: 10.17513/snt.39698.

УДК 004.42

DOI 10.17513/snt.39940

АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА КНИЖНОГО ФОНДА В ШКОЛЬНОЙ БИБЛИОТЕКЕ

Герасимова М.М., Егармин П.А., Петрова И.А., Ахматшин Ф.Г., Микитчак С.В.

*Филиал Сибирского государственного университета науки и технологий в г. Лесосибирске,
Лесосибирск, e-mail: marina-gerasimov@list.ru*

Аннотация. Статья посвящена автоматизации учета книжного фонда в школьной библиотеке, который необходим для эффективного управления библиотечными ресурсами. Он позволяет оптимизировать процесс обновления книг, контролировать сохранность и доступность библиотечных ресурсов, а также анализировать потребности пользователей. Кроме того, учет книжного фонда помогает библиотекарям быстро находить нужные книги и следить за их наличием в библиотеке. Это особенно важно для школьных библиотек, где количество пользователей может быть большим, а время на поиск нужной книги ограничено. В настоящее время во многих школьных библиотеках учет книжного фонда осуществляется вручную, без использования программных средств. Этот процесс является достаточно трудоемким и требует значительных временных затрат. Существующее на рынке программное обеспечение для учета библиотечного фонда является дорогостоящим, а многие возможности, предоставляемые данными программами, не нужны для школьной библиотеки. Авторами разработана программа на языке объектно-ориентированного программирования Delphi, которая упрощает работу по обслуживанию читателей, ведению книжного учета, осуществляет вывод информации о читателях, являющихся должниками, а также позволяет выполнять действия по списанию литературы. Для хранения данных выбрана СУБД Microsoft Access. Как показало внедрение созданного программного обеспечения, автоматизация учета книжного фонда позволит повысить эффективность использования библиотечных ресурсов и качество обслуживания читателей.

Ключевые слова: программное обеспечение, книжный фонд, библиотека, учет, автоматизация

AUTOMATION OF BOOK COLLECTION ACCOUNTING IN THE SCHOOL LIBRARY

Gerasimova M.M., Egarmin P.A., Petrova I.A., Akhmatshin F.G., Mikitchak S.V.

*Lesosibirsk branch of Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,
Lesosibirsk, e-mail: marina-gerasimov@list.ru*

Annotation. The article is devoted to automation of accounting of the book fund in the school library, which is necessary for effective management of library resources. It allows you to optimize the process of updating books, monitor the safety and availability of library resources, and analyze user needs. In addition, book collection accounting helps librarians quickly find the books they need and monitor their availability in the library. This is especially important for school libraries, where the number of users can be large and the time to find the right book is limited. Currently, in many school libraries, the accounting of the book collection is carried out manually, without the use of software tools. This process is quite time-consuming and requires considerable time. The software available on the market for accounting library stock is expensive, and many of the features provided by these programs are not needed for a school library. The authors have developed a program in the Delphi object-oriented programming language, which simplifies the work of servicing readers, maintaining bookkeeping, outputs information about readers who are debtors, and also allows you to perform actions to write off literature. Microsoft Access DBMS is selected for data storage. As the implementation of the created software has shown, automation of book collection accounting will improve the efficiency of using library resources and the quality of reader service.

Keywords: software, book collection, library, accounting, automation

Учет библиотечного фонда необходим для эффективного контроля и сохранности информационных ресурсов. Он включает в себя отслеживание движения книг, что позволяет получить информацию о размере библиотечного фонда и провести анализ таких показателей, как посещаемость и книговыдача [1].

В настоящее время во многих школьных библиотеках учет книжного фонда осуществляется без использования программных средств. Все данные о поступающей в библиотеку литературе фиксируются вручную и хранятся на каталожных карточках. Данные о движении книжного фонда отража-

ются в формулярах читателей, содержащих информацию о выдаваемых на дом или используемых в библиотеке книгах. Процесс обработки этой информации является достаточно трудоемким и требует значительных временных затрат. Его автоматизация позволит повысить эффективность работы сотрудников библиотеки и, как следствие, качество обслуживания читателей.

Существующее на рынке программное обеспечение для учета библиотечного фонда является дорогостоящим, а многие возможности, предоставляемые данными программами, не нужны для школьной библиотеки, вследствие чего актуальна за-

дача разработки программы для решения этой задачи.

Цель исследования – снижение трудоемкости процесса учета библиотечного фонда.

Материал и методы исследования

Согласно Федеральному закону о библиотечном деле учебные заведения в России должны иметь библиотеку, которая предоставляет обучающимся доступ к наиболее полному использованию необходимых информационных ресурсов [2]. Школьная библиотека направлена на создание благоприятной среды для развития детей путем чтения печатных и электронных носителей. Ее целью является обеспечение доступа участникам образовательного процесса к любой информации, необходимой для изучения образовательной программы и развития информационной грамотности.

Сотрудниками библиотеки обеспечивается учет книжного фонда, который является важным элементом эффективного управления библиотечными ресурсами. Он позволяет оптимизировать процесс обновления книг, контролировать сохранность и доступность библиотечных ресурсов, а также анализировать потребности пользователей. Кроме того, учет книжного фонда помогает библиотекарям быстро находить нужные книги и следить за их наличием в библиотеке.

К ведению учета библиотечного фонда, согласно Федеральному закону «О библиотечном деле» [1], предъявляются требования:

- полнота и достоверность учетной информации;
- документированное оформление всех поступлений в фонд и выбытий из фонда;
- совместимость методов и форм учета, их надежность в условиях применения традиционной и автоматизированной технологии.

Учет выдачи литературы в школьных библиотеках, в которых этот процесс не автоматизирован, происходит путем ведения бумажных формуляров читателей, которые содержат в себе личную информацию о читателе, такую как фамилия, имя и отчество, статус читателя (ученик или сотрудник школы), класс (указывается только у учеников). В формуляры работник библиотеки вручную заносит данные о книге, которую читатель берет на руки или использует в библиотеке.

При пополнении фонда информация о поступающих изданиях вносится вручную в картотеку, где каждому из них соответствует бумажная карточка, в которой фиксируются название и автор книги, издательство, год издания, количество страниц, дата поступления, номер накладной, по которой была принята книга, а также присвоенный

ей инвентарный номер. Списание изданий происходит согласно перечню оснований для исключения их из фонда: ветхость (физический износ), наличие дефектов в книге, препятствующих ее дальнейшему использованию, устарелость по содержанию, утрата.

В результате анализа работы библиотеки по учету книжного фонда библиотеки следует сделать вывод о том, что она требует больших временных затрат и является достаточно трудоемкой. Автоматизация этого процесса позволит снизить его трудоемкость и повысить тем самым эффективность библиотечного обслуживания.

Учёт книжного фонда и систематизация имеющихся изданий могут вестись с помощью автоматизированных библиотечных информационных систем (АБИС). В них организуется удобный поиск и доступ к нужной информации, а также автоматизируются и другие библиотечные функции [3]. В настоящее время существует большое количество таких систем: «ИРБИС» [4], OPAC-Global, «Руслан-Neo», «МегаПро», «Фолиант», Virtua, «1С: Библиотека» [5] и другие. В АБИС реализованы все типовые библиотечные процессы: комплектование, систематизация, каталогизация, поиск, книговыдача и администрирование.

Следует отметить, что рассмотренные библиотечные информационные системы для автоматизированного учета книжного фонда являются достаточно дорогостоящими и требовательными к системным характеристикам компьютеров, поэтому не могут быть приобретены многими общеобразовательными организациями [6]. Кроме того, некоторые возможности, предоставляемые данными программами, не нужны для школьных библиотек. Более доступное и простое в использовании программное обеспечение может значительно облегчить и упростить процесс учета книг, быстро находить нужные издания, контролировать их движение и состояние, а также вести статистический учет использования книжного фонда. Его внедрение позволит библиотекарям сосредоточиться на выполнении более важных задач, связанных с развитием библиотечного фонда и обслуживанием пользователей. В связи с этим авторами создано программное средство для автоматизации учета книжного фонда в общеобразовательной школе.

Результаты исследования и их обсуждение

Программа разработана в среде объектно-ориентированного программирования DelphiXE2, имеет низкие системные требования и может работать на стандартном компьютере с операционной системой Windows.

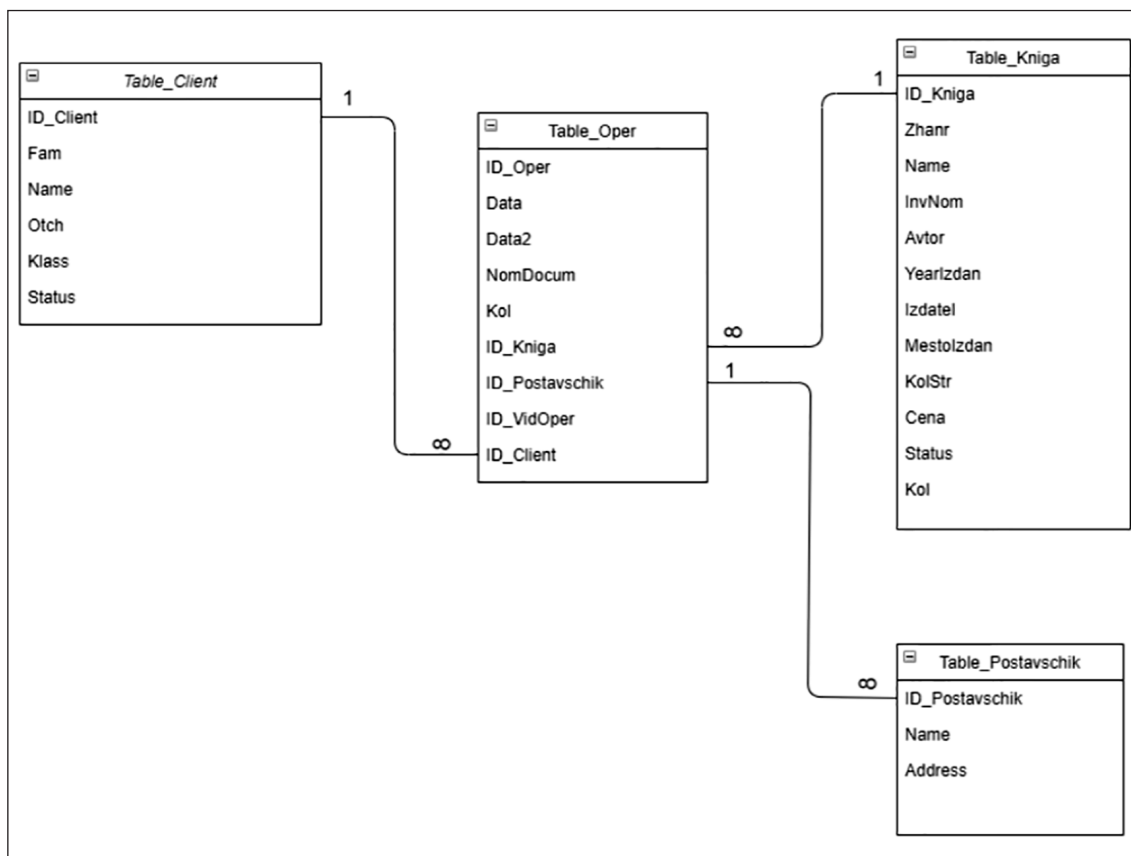


Рис. 1. Логическая модель базы данных

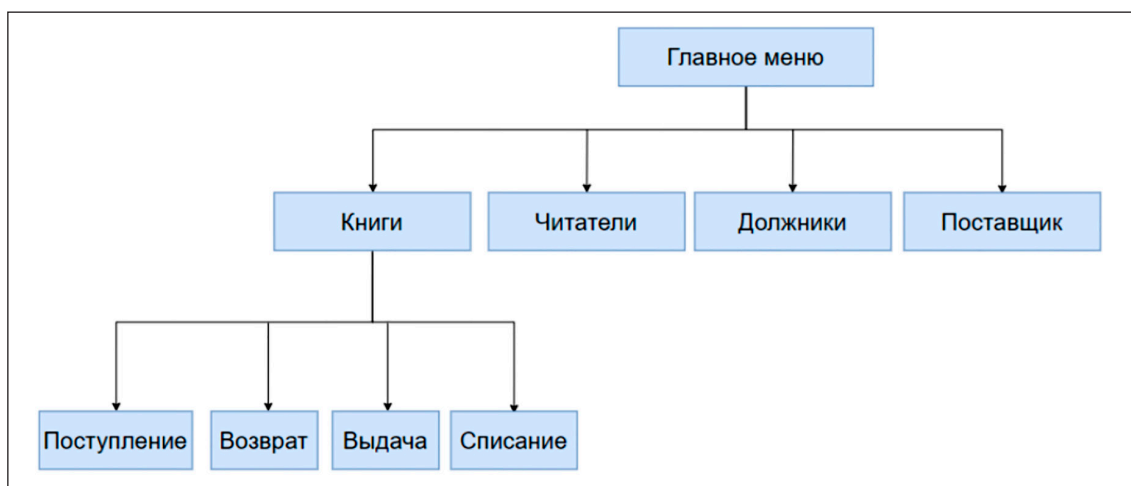


Рис. 2. Структура меню программы

Информация о читателях, книгах, выдаваемой литературе хранится в базе данных, реализованной в СУБД Microsoft Access. База данных состоит из четырех таблиц, содержащих информацию о книгах, читателях, поставщиках литературы, поступлении книг в библиотеку и их выдаче (рис. 1).

Входными данными являются: список читателей, поступление книг, список поставщиков, операции выдачи книг. Выходные данные: отчет по должникам, отчет по стоимости книг, отчет по списанию книг, список выданных книг. Меню программы имеет структуру, представленную на рисунке 2.

Программное обеспечение состоит из 9 форм:

- главная форма программы;
- форма добавления, изменения и удаления данных о читателе;
- форма управления книгами;
- форма внесения данных о поступлении книг;
- форма выдачи книг;
- форма списания книг;
- форма возврата книг;
- форма вывода списка должников;
- форма добавления, изменения и удаления данных о поставщике.

Главное меню и окно управления книгами, открывающееся при нажатии на кнопку «Книги», предназначено для перехода к окнам редактирования данных, необходимых для осуществления учета книжного фонда.

В окне «Поступление книг» вводятся данные о новых поступлениях литературы (рис. 3).

После ввода данных и нажатия кнопки «Принять книгу» информация заносится в базу данных, при нажатии кнопки «Отмена» данные не сохраняются, и окно закрывается.

Окно «Выдача» содержит в себе список учтенных книг и данные о читателях. Для поиска книги необходимо ввести данные в поле «Поиск книги по названию». Для поиска читателя вводятся данные в поле «Поиск читателя по фамилии». Для очистки строк используются кнопки «Очистить». Данные в поля «Дата выдачи» и «Дата сдачи» вводятся из раскрывающегося календаря. После выбора читателя и выдаваемой книги необходимо нажать кнопку «Выдать» для выдачи книги читателю либо кнопку «Отмена» для отмены действий и закрытия окна выдачи. Кнопка «Печать» предназначена для формирования отчета по данным книгам в табличном процессоре Microsoft Excel (рис. 4).

Поступление книг

Дата № докум.

Поставщик

Кол-во экземпляров

Информация о книге

Название

Вид книги

Инв.№

Автор

Год издания

Издательство

Место издания

Кол-во страниц

Цена

Рис. 3. Форма внесения данных о поступлении книг

Выдача книг

Дата выдачи: 12.06.2020 Дата сдачи: 12.06.2020

Поиск книги по названию: Очистить

Книги в наличии Печать

Название	Вид книги	Автор	Цена	Кол
▶ Математика 4 класс	Учебная литература	Петров	200	22
ОБЖ	Учебная литература	Иванова И.И.	200	92
Русский язык	Учебная литература	Макарова.И.В.	176	149

Поиск читателя по фамилии: Очистить

Читатели

Фамилия	Имя	Отчество	Класс	Статус
▶ Дементьев	Степан	Созонович	5В	Ученик
Иванкова	Зоя	Михайловна		Сотрудник
Иванов	Иван	Иванович	1А	Ученик
Калашников	Вячеслав	Егорович	2А	Ученик
Назаров	Сергей	Глебович	11Б	Ученик
Петров	Василий	Степанович	1А	Ученик

Рис. 4. Форма выдачи книг

Справочник "Читатели"

Фамилия	Имя	Отчество	Класс	Статус
▶				
Рябова	Ангелика	Геннадиевна	10В	Ученик
Петров	Василий	Степанович	1А	Ученик
Сафонов	Виктор	Олегович	2Б	Ученик
Калашников	Вячеслав	Егорович	2А	Ученик
Иванкова	Зоя	Михайловна		Сотрудник
Иванов	Иван	Иванович	1А	Ученик

Фамилия:

Имя:

Отчество:

Класс: Статус:

Рис. 5. Форма учета данных о читателе

В окне «Возврат» фиксируется процесс возврата книг читателем. Для удаления записи можно с помощью поля «Поиск читателя по фамилии» выбрать читателя, который осуществляет возврат книги. В таблице «Выданные книги» появится литература, находящаяся у выбранного читателя. Затем необходимо выбрать книгу, которую он возвращает в фонд, и нажать кнопку «Возврат». Можно сформировать отчет по выданным книгам в табличном процессоре Microsoft Excel, нажав на кнопку «Печать».

Окно «Списание» предназначено для фиксации процесса списания книг из библиотечного фонда. Для списания книги в поле «Поиск книги по названию» необходимо ввести название книги, которую необходимо списать, в поле «Укажите кол-во для списания» указать количество экземпляров для списания и нажать на кнопку «Списать».

В окне «Читатели» происходит учет данных о читателях (рис. 5). Для добавления читателя в базу данных необходимо нажать на кнопку «Создать» и в появившейся панели заполнить соответствующие поля: фамилия, имя, отчество, класс, из раскрывающегося списка выбрать статус.

В окне «Поставщики» происходит учет поставщиков книг. Окно «Должники» содержит в себе список читателей, которые просрочили срок сдачи книги. Выбор даты, по которой необходимо вывести данные о должниках, осуществляется при помощи раскрывающегося календаря. Кнопка «Печать» формирует отчет по должникам.

Заключение

Таким образом, разработанное приложение снижает трудоемкость учета книж-

ного фонда библиотеки средней общеобразовательной школы, автоматизируя этот процесс. Программа ускоряет работу по обслуживанию читателей и ведению книжного учета. Она позволяет фиксировать движение книжных изданий, добавлять данные о новых поступлениях, производить списание литературы, формировать отчеты, отражающие необходимые данные для учета библиотечного фонда. Как показало внедрение созданного программного обеспечения, автоматизация учета книжного фонда позволит повысить эффективность использования библиотечных ресурсов и качество обслуживания читателей.

Список литературы

1. Панова А.А. Разработка программного обеспечения для автоматизации учета книжного фонда библиотеки средней общеобразовательной школы // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Красноярск: СибГУ, 2020. С. 117-125.
2. Федеральный закон «О библиотечном деле». [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5434/ (дата обращения: 16.01.2024).
3. Мамышев Р.Э. Способы автоматизации библиотечных систем // Modern Science. 2020. № 12-3. С. 286-290.
4. Мешечак Н.А., Карауш А.С., Терехова М.В. Автоматизация документооборота средствами САБ ИРБИС64 // Научные и технические библиотеки. 2016. № 11. С. 117-125.
5. Витковская Н.Г., Денисова Д.А. Преимущества системы автоматизации библиотек с помощью «1С:Библиотека» // Новые информационные технологии в образовании: Сборник научных трудов 20-й международной научно-практической конференции. (Москва, 04–05 февраля 2020 года) / Под общей редакцией Д.В. Чистова. М.: Общество с ограниченной ответственностью «1С-Публишинг», 2020. С. 512-514.
6. Обзор автоматизированных библиотечных систем: 4 похожих, но очень разных продукта [Электронный ресурс]. URL: <https://lala.lanbook.com/obzor-avtomatizirovannyh-biblioteknyh-sistem-4-ochen-raznyh-produkta> (дата обращения: 16.01.2024).

УДК 004.057.4

DOI 10.17513/snt.39941

ПРОТОКОЛ ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СОЦИОКИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ

¹Земцов А.Н., ¹Садек Сажжад, ²Чан Зунг Хань

¹ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград,
e-mail: ecmsys@yandex.ru

²Национальный экономический университет, Ханой, e-mail: ecmsys@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы модификации дистанционно-векторного протокола маршрутной информации для использования его в децентрализованной беспроводной сети связи социокриберфизических систем. Интеллектуальные сети социокриберфизических систем характеризуются большим количеством узлов. Протоколы маршрутизации состояния связей основаны на вычислительно сложных алгоритмах поиска кратчайших путей, таких как алгоритм Дейкстры, что негативно сказывается на взаимодействии большого количества узлов, поэтому предпочтительными для использования в интеллектуальной сети социокриберфизических систем являются дистанционно-векторные протоколы. Основной проблемой применения протокола маршрутной информации в децентрализованной беспроводной сети является возможность появления циклов маршрутизации, которые могут существовать произвольное время, из-за чего в дистанционно-векторных методах маршрутизации искусственно ограничивается максимально возможное расстояние между узлами. Проблемы сетевого взаимодействия узлов децентрализованной беспроводной сети связи особенно негативно сказываются на приложениях передачи трафика реального времени, а также организации скрытых каналов связи. Для достижения поставленной цели необходим механизм, позволяющий избежать ограничения на максимально возможное расстояние между узлами. Предлагается использовать комбинацию механизма триггерных обновлений и номеров последовательности. Приводится обоснование эффективности предотвращения образования циклов маршрутизации.

Ключевые слова: децентрализованная самоорганизующаяся сеть, беспроводная сеть, маршрутизация, протокол, стеганография, скрытие данных, цифровой водяной знак, защита информации

PROTOCOL FOR AD-HOC NETWORK FOR INTERACTION OF SOCIO-CYBER-PHYSICAL SYSTEMS

¹Zemtsov A.N., ¹Sadiq Sajjad, ²Tran Dung Khanh

¹Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: ecmsys@yandex.ru

²National Economics University, Hanoi, e-mail: ecmsys@yandex.ru

Annotation. The issues of modifying the distance vector routing information protocol for its use in a decentralized wireless communication network of socio-cyberphysical systems are considered. Intelligent networks of socio-cyberphysical systems are characterized by a large number of nodes. Link state routing protocols are based on computationally complex algorithms for finding shortest paths, such as Dijkstra's algorithm, which negatively affects the interaction of a large number of nodes, therefore distance vector protocols are more preferable for use in an intelligent network of socio-cyberphysical systems. The main problem of using the routing information protocol in a decentralized wireless communication network is the possibility of routing cycles that can exist for an arbitrary time, which is why distance vector routing methods artificially limit the maximum possible distance between nodes. Problems of network interaction between nodes of a decentralized wireless communication network have a particularly negative impact on applications of real-time traffic transmission, as well as the organization of covert communication channels. To achieve this goal, a mechanism is needed to avoid the limitation on the maximum possible distance between nodes. It is proposed to use a combination of triggered update mechanism and sequence numbers. A justification is given for the effectiveness of preventing the formation of routing loops.

Keywords: ad-hoc network, wireless network, routing, protocol, steganography, data hiding, digital watermark, information security

В последние годы разработка интеллектуальных методов многомодального взаимодействия социокриберфизических систем является активной областью исследований, которые дополнительно стимулируются значительными достижениями в области технологий беспроводных сетей связи LTE Direct, LTE-A, LTE-A Pro, 5G NR, миниатюризации и снижения стоимости цифровых устройств. Следствием являются ориентация на мобильность, увеличение активности

взаимодействия большого количества социокриберфизических систем в составе интеллектуальной сети. Для интеллектуальных медицинских систем уже разработан широкий спектр средств мониторинга состояния и диагностики пациентов. В исследовании [1] приводятся результаты, демонстрирующие, что к 2025 году будет использоваться около 200 миллионов медицинских социокриберфизических систем. С увеличением количества социокриберфизических систем

в составе интеллектуальной сети предъявляются более строгие требования к безопасности [2] и отказоустойчивости их взаимодействия [3, 4]. Подобные статистические данные приводятся и для других отраслей народного хозяйства [5–9]. Интеллектуальные транспортные системы на основе автомобильных самоорганизующихся сетей характеризуются множеством практически неограниченно движущихся в любом направлении с различной скоростью узлов сети. Многомодальное взаимодействие подобных социокберфизических систем, используемое, например, для повышения эффективности обеспечения информационной безопасности за счет применения стеганографических методов защиты трафика [10] или служб транспортной безопасности [11], описанных в группе стандартов IEEE 1609 [12], предполагает наличие трафика высокой интенсивности между различными элементами интеллектуальной сети социокберфизических систем. Как следствие, особенно важным показателем является вероятность доставки пакета между исходным и целевым узлами [13]. Невозможность доставки пакета от исходного узла к целевому может порождать ситуацию отключения узлов и повторного установления соединения между ними. Процесс отключения приводит к поиску нового маршрута между узлами и последующему повторному установлению соединения, что существенно снижает производительность сети в целом вследствие снижения пропускной способности, увеличения задержки и джиттера. Особенно остро эта

проблема стоит при организации скрытых каналов связи и передаче трафика реального времени [14], например трафика систем городского видеонаблюдения. Эта проблема ставит перед исследователями новые актуальные задачи по усовершенствованию протоколов маршрутизации, средств обеспечения безопасности, а также качества обслуживания в интеллектуальной сети социокберфизических систем. Протокол маршрутной информации является привлекательным для его применения в интеллектуальных сетях социокберфизических систем, поскольку имеет линейную сложность, но его использование невозможно из-за жесткого ограничения на количество узлов. Цель исследования заключается в модификации дистанционно-векторного протокола маршрутной информации для использования его в интеллектуальной сети социокберфизических систем.

Методы маршрутизации

В одношаговых методах маршрутизации, когда при определении в соответствии с критерием оптимальности маршрута задействуется только смежный узел маршрутизатора, а не полная последовательность маршрутизаторов от начального до конечного узла, различают статическую и адаптивную (динамическую) маршрутизацию. В случае адаптивной маршрутизации изменения конфигурации сети автоматически отображаются в специальных таблицах протоколами маршрутизации. На рисунке 1 показана упрощенная классификация протоколов маршрутизации.

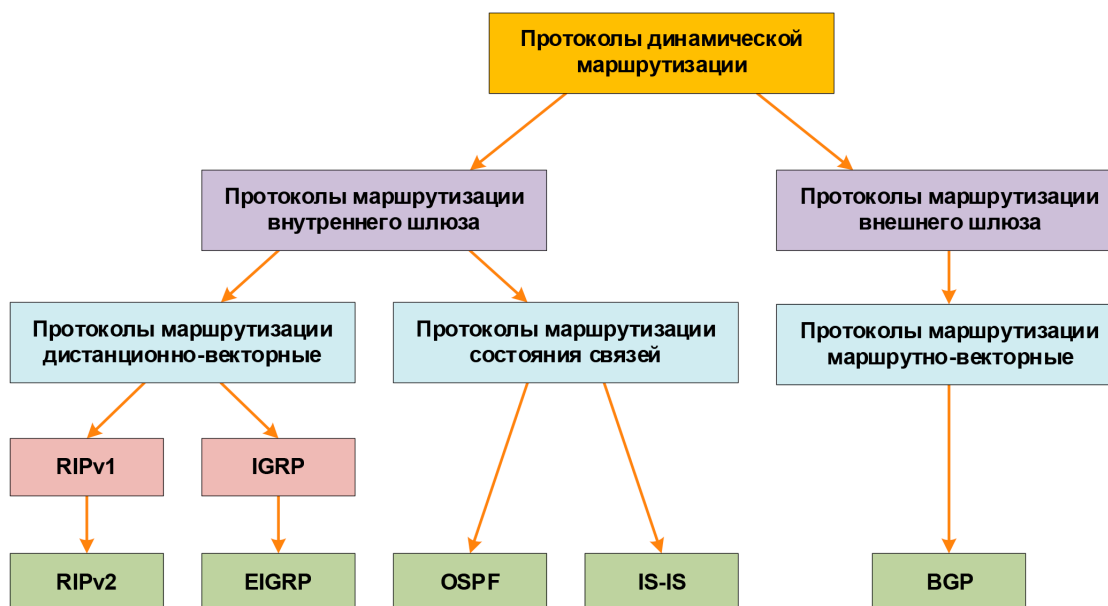


Рис. 1. Классификация протоколов маршрутизации

В зависимости от типа интеллектуальной сети могут использоваться другие классификационные признаки. Например, протоколы маршрутизации в автомобильных самоорганизующихся сетях делят на: топологические, проактивные, реактивные, широкоэвентральные, кластерные и др.

В методах, оценивающих состояния связей, все узлы имеют сведения о полной топологии сети и расстояниях между узлами. Интеллектуальные сети социоконверфизических систем характеризуются большим количеством узлов. К сожалению, протоколы маршрутизации состояния связей [15] предполагают использование вычислительно сложных алгоритмов поиска кратчайших путей для формирования базы данных топологии, таких как алгоритм Дейкстры [16], что негативно сказывается на взаимодействии большого количества узлов, поэтому более предпочтительными

для использования в интеллектуальной сети социоконверфизических систем являются дистанционно-векторные протоколы.

Проблема дистанционно-векторных методов

В дистанционно-векторных методах маршрутизации каждый узел взаимодействует, принимая, обрабатывая и передавая векторы, только со смежными узлами. Дистанционно-векторные методы основаны на алгоритме из семейства алгоритмов Беллмана–Форда и характеризуются простотой работы, что обуславливает высокую скорость их работы при взаимодействии большого количества узлов [17]. Здесь возникает проблема обеспечения достоверности информации, содержащейся в принимаемых векторах. Следствием этой проблемы могут стать маршрутные петли.

Таблица 1

Согласованные таблицы маршрутизации

R1			R3			R4			R5		
Dest	GW	Metric	Dest	GW	Metric	Dest	GW	Metric	Dest	GW	Metric
R1	R1	0	R1	R2	2	R1	R1	1	R1	R1	1
R2	R2	1	R2	R2	1	R2	R3	2	R2	R1	2
R3	R2	2	R3	R3	0	R3	R3	1	R3	R1	3
R4	R4	1	R4	R4	1	R4	R4	0	R4	R1	2
R5	R5	1	R5	R2	3	R5	R1	2	R5	R5	0

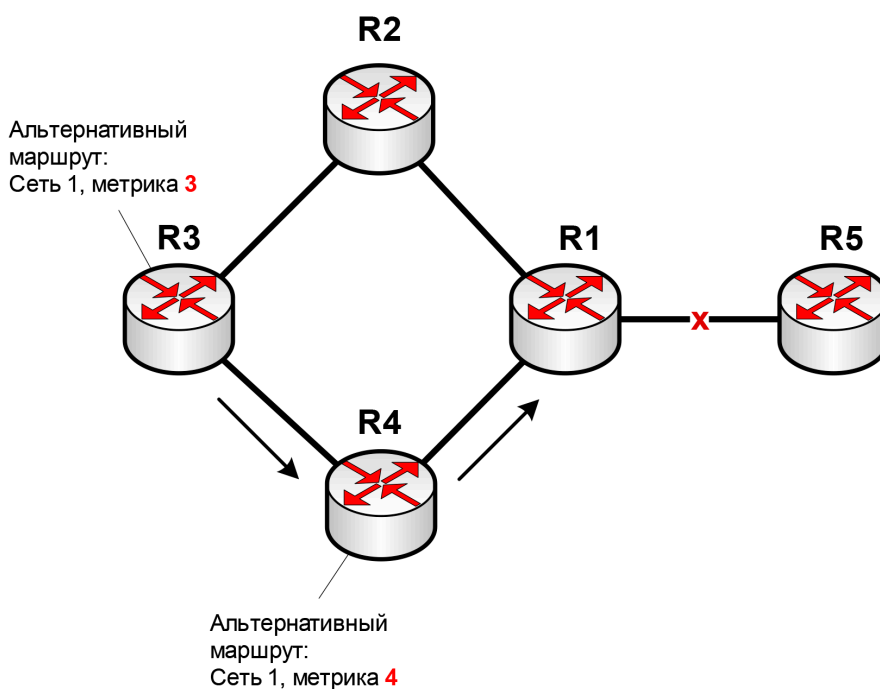


Рис. 2. Проблема достоверности информации в векторах

Для пояснения подобной ситуации рассмотрим пример на рисунке 2, когда непосредственно перед отказом канала связи между узлом R1 и узлом R5 узлы R1-R5 имеют согласованные (табл. 1) и корректные таблицы маршрутизации.

Предположим, что для узла R3 наилучший маршрут к узлу R5 проходит через узел R2 и что в своей таблице маршрутизации узел R3 имеет сведения о расстоянии до узла R5, равном 3.

В случае когда канал связи между узлами R1 и R5 переходит в состояние отказа (табл. 2), узел R1 прекращает направлять пакеты узлу R5, в отличие от узлов R1, R3 и R4, поскольку они еще не получили соответствующий вектор с информацией об отказе.

На следующем этапе узел R1 отправляет вектор с информацией об отказе смежным узлам R2 и R4, которые прекращают на-

правлять пакеты узлу R5 (табл. 3). В этот момент времени узел R3 еще не имеет сведений об отказе канала связи между узлами R1 и R5.

В случае когда узел R3 не успел получить вектор с информацией об отказе, но истек тайм-аут до очередной периодической рассылки векторов согласно алгоритму работы дистанционно-векторных протоколов маршрутизации, узел R3 посылает свои векторы узлу R4, указывая, что у него имеется маршрут до узла R5 через узел R2.

Узел R4 изменяет свою таблицу маршрутизации в соответствии со сведениями, содержащимися в полученном от узла R2 векторе, и формирует соответствующий вектор для узла R1. В свою очередь, узел R1 распространяет информацию о доступности R5 узлу R2. В результате любой пакет к R5 будет передаваться узлами сети по циклу R3-R2-R1-R4-R3 (табл. 4).

Таблица 2

Таблицы маршрутизации при отказе канала связи между узлами R1 и R5

R1			R2			R3			R4		
Dest	GW	Metric	Dest	GW	Metric	Dest	GW	Metric	Dest	GW	Metric
R1	R1	0	R1	R2	2	R1	R2	2	R1	R1	1
R2	R2	1	R2	R2	1	R2	R2	1	R2	R3	2
R3	R2	2	R3	R3	0	R3	R3	0	R3	R3	1
R4	R4	1	R4	R4	1	R4	R4	1	R4	R4	0
R5	R5	∞	R5	R2	3	R5	R2	3	R5	R1	2

Таблица 3

Уведомление смежных узлов об отказе

R1			R2			R3			R4		
Dest	GW	Metric	Dest	GW	Metric	Dest	GW	Metric	Dest	GW	Metric
R1	R1	0	R1	R2	2	R1	R2	2	R1	R1	1
R2	R2	1	R2	R2	1	R2	R2	1	R2	R3	2
R3	R2	2	R3	R3	0	R3	R3	0	R3	R3	1
R4	R4	1	R4	R4	1	R4	R4	1	R4	R4	0
R5	R5	∞	R5	R2	∞	R5	R2	3	R5	R1	∞

Таблица 4

Появление цикла маршрутизации

R1			R2			R3			R4		
Dest	GW	Metric	Dest	GW	Metric	Dest	GW	Metric	Dest	GW	Metric
R1	R1	0	R1	R2	2	R1	R2	2	R1	R1	1
R2	R2	1	R2	R2	1	R2	R2	1	R2	R3	2
R3	R2	2	R3	R3	0	R3	R3	0	R3	R3	1
R4	R4	1	R4	R4	1	R4	R4	1	R4	R4	0
R5	R4	5	R5	R1	6	R5	R2	3	R5	R3	4

Предлагаемые решения проблемы

Для уменьшения вероятности возникновения циклов могут использоваться различные механизмы: расщепление горизонта, таймеры удержания состояния, отправление маршрута [18]. Необходимо отметить, что некорректная информация в векторах дает возможность циклу существовать бесконечное время. В связи с тем, что ни один из механизмов не позволяет предотвратить появление цикла и цикл может существовать продолжительное время, в дистанционно-векторных методах маршрутизации искусственно ограничивается максимально возможное расстояние между узлами. Кроме того, перечисленные механизмы слабо подходят для использования их в децентрализованной беспроводной сети связи (например, механизм расщепления горизонта неэффективен на топологиях, содержащих циклы).

Протокол маршрутной информации имеет линейную сложность $O(n)$, где n – количество узлов сети, в то время как протоколы состояния связи имеют сложность $O(n^2)$, и их применение затруднительно в сетях с большим количеством узлов [19], к которым относятся сети киберфизических систем. Для достижения поставленной цели необходим механизм, позволяющий избежать ограничения на максимально возможное расстояние между узлами.

В протоколе маршрутной информации векторы, содержащие маршрутную информацию, штатно передаются смежным узлам периодически. Механизм триггерных обновлений предполагает осуществление передачи векторов с маршрутной информацией, касающейся обнаруженных изменений топологии сети социоконвергентных систем, смежным узлам незамедлительно. Триггерные обновления генерирует узел, обнаруживший изменения топологии сети, при этом используется волновой принцип доставки векторов. Смежные узлы, получившие векторы с маршрутной информацией, в свою очередь, также генерируют

триггерные обновления, таймеры периодической рассылки сбрасываются. В примере, показанном на рисунке 2, узел R1 генерирует триггерные обновления для узлов R2 и R4, информируя их об отказе канала связи между узлом R1 и узлом R5. После получения векторов с обновленной информацией об изменении топологии сети узлы R2 и R4 извещают об этом изменении смежный узел R3.

Для адаптации протокола маршрутной информации в целях использования в децентрализованной беспроводной сети связи добавим новый атрибут – номер последовательности к каждой записи таблицы маршрутов. Этот атрибут позволяет предотвратить образование циклов маршрутизации. В процессе подготовки векторов с маршрутной информацией узел помечает каждый вектор монотонно возрастающим номером последовательности обновления, позволяющим отличить устаревшие векторы от актуальных.

Таким образом, если узел получает вектор от другого узла, номер последовательности обновления должен быть больше или равен номеру последовательности узла, уже присутствующего в его таблице маршрутизации. Если это условие не выполняется, то полученный вектор в пакете обновления является неактуальным, и его следует отбросить. Если номер последовательности в полученном векторе обновления информации о маршрутизации совпадает с соответствующим номером последовательности в таблице маршрутизации узла, то в результате сравнения метрик в таблицу устанавливается маршрут с лучшим значением (табл. 5).

Перемещение или отключение мобильных узлов в децентрализованной беспроводной сети связи приводят к изменению топологии сети. Отсутствие соединения может быть диагностировано аппаратным обеспечением узла связи или самим протоколом, если от определенного узла в течение заданного тайм-аута не было получено соответствующего вектора.

Таблица 5

Модифицированные таблицы маршрутизации

R1				R3				R4			
Dest	GW	Metric	Seq	Dest	GW	Metric	Seq	Dest	GW	Metric	Seq
R1	R1	0	124:R1	R1	R2	2	124:R1	R1	R1	1	124:R1
R2	R2	1	402:R2	R2	R2	1	402:R2	R2	R3	2	402:R2
R3	R2	2	528:R3	R3	R3	0	528:R3	R3	R3	1	528:R3
R4	R4	1	712:R4	R4	R4	1	712:R4	R4	R4	0	712:R4
R5	R5	1	160:R5	R5	R2	3	160:R5	R5	R1	2	160:R5

Таблица 6

Предотвращение цикла маршрутизации

R1				R3				R4			
Dest	GW	Metric	Seq	Dest	GW	Metric	Seq	Dest	GW	Metric	Seq
R1	R1	0	124:R1	R1	R2	2	124:R1	R1	R1	1	124:R1
R2	R2	1	402:R2	R2	R2	1	402:R2	R2	R3	2	402:R2
R3	R2	2	528:R3	R3	R3	0	528:R3	R3	R3	1	528:R3
R4	R4	1	712:R4	R4	R4	1	712:R4	R4	R4	0	712:R4
R5	R5	∞	161:R5	R5	R2	3	160:R5	R5	R1	2	160:R5

В случае обнаружения отказа маршруту через этот узел присваивается метрика, равная бесконечности, номер последовательности обновления инкрементируется. Отключение мобильного узла квалифицируется как существенное изменение топологии сети, в связи с чем узел, обнаруживший изменение, должен осуществить триггерное обновление.

В случае отказа канала связи между узлом R1 и узлом R5 узел R1 изменяет значение метрики в таблице маршрутизации и номер последовательности на 161, что гарантирует отсутствие возможности возникновения цикла маршрутизации. Таким образом, запись об узле R5 не будет чувствительной к получаемым узлом R1 от узлов R2 и R4 векторам, поскольку номера последовательности в их таблицах имеют меньшие значения. Далее узел R1 рассылает триггерное обновление узлам R2 и R4 с номером последовательности, равным 161 (табл. 6).

Маршруты к узлу R5 будут рассчитаны заново, когда узел R5 установит соединение с каким-либо узлом сети и отправит сообщение обновления с тем же или более поздним номером последовательности.

Заключение

В настоящей работе предложена модификация дистанционно-векторного протокола маршрутной информации для использования его в интеллектуальной сети социоконвергентных систем. Интеллектуальные сети социоконвергентных систем характеризуются высоким уровнем активности взаимодействия большого количества узлов, что обуславливает дополнительные требования отказоустойчивости и обеспечения требуемого уровня качества обслуживания. Особенно важным показателем является вероятность доставки пакета между исходным и целевым узлами. Невозможность доставки пакета приводит к отключению узлов и повторному установлению соединения между ними, что существенно снижает

производительность сети в целом вследствие снижения пропускной способности, увеличения задержки и джиттера. Особенно остро эта проблема стоит при передаче трафика реального времени и организации скрытых каналов связи. Кроме того, топология сети постоянно изменяется, поскольку узлы сети характеризуются высоким уровнем мобильности. Таблица маршрутизации включает минимальный набор параметров: адрес каждого узла, адрес шлюза, метрика маршрута, номер последовательности. Рассылка векторов штатно осуществляется периодически, иначе используются триггерные обновления. В таблицу маршрутизации устанавливаются маршруты с большим по значению номером последовательности. Если номера последовательности идентичны, в таблицу маршрутизации устанавливается маршрут с меньшей метрикой.

Список литературы

1. Statista. Global estimated healthcare IoT device installations 2015 to 2020. [Электронный ресурс]. URL: www.statista.com/statistics/735810/healthcare-iot-installations-global-estimate/ (дата обращения: 14.02.2024).
2. Бабенко Л.К., Шумилин А.С., Алексеев Д.М. Алгоритм обеспечения безопасности конфиденциальных данных медицинской информационной системы хранения и обработки результатов обследований // Известия ЮФУ. Технические науки. 2020. № 5(215). С. 6-16.
3. Bradley W.C. Handbook of Data Center Management. Auerbach Publications CRC Press. 2018. 816 p.
4. Zemtsov A. Performance Evaluation of First Hop Redundancy Protocols for a Computer Networks of an Industrial Enterprise // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon). 2019. P. 1-5. DOI: 10.1109/FarEastCon.2019.8934315.
5. Duo W., Zhou M., Abusorrah A. A Survey of Cyber Attacks on Cyber Physical Systems: Recent Advances and Challenges // IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica. 2022. Vol. 9(5). P. 784-800. DOI: 10.1109/JAS.2022.105548.
6. Progolakis I., Rohmeyer P., Nikitakos N. Cyber Physical Systems Security for Maritime Assets // Journal of Marine Science and Engineering. 2021. Vol. 9(12). P.1384. DOI: 10.3390/jmse9121384.
7. Wang Z., Liu X. Cyber security of railway cyber-physical system – A risk management methodology // Communications in Transportation Research. 2022. Vol. 2. P. 100078. DOI: 10.1016/j.commtr.2022.100078.

8. Мясникова О.В. Теоретико-концептуальные подходы к формированию производственно-логистической системы умного производства как социокиберфизической системы // Экономика. Управление. Инновации. 2020. № 1(7). С. 29-35.
9. Serodio C. Software and Architecture Orchestration for Process Control in Industry 4.0 Enabled by Cyber-Physical Systems Technologies // Applied Sciences. 2024. Vol. 14(5). P. 2160. DOI: 10.3390/app14052160.
10. Земцов А.Н., Садек С. Защита графической информации в системе управления городским движением от неправомерного использования // Инженерный вестник Дона. 2023. № 12(108). С. 207-216.
11. Земцов А.Н., Кузнецов М.А., Садек С., Попов В.К., Ступницкий П.С. Автоматическое распознавание автомобильных номерных знаков в автомобильной самоорганизующейся сети // Инженерный вестник Дона. 2023. № 12(108). URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8880> (дата обращения: 04.02.2024).
12. IEEE Standard for Wireless Access in Vehicular Environments // IEEE Std. 1609.12-2019. 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8877516> (дата обращения: 11.02.2024). DOI: 10.1109/IEEESTD.2019.8877516.
13. Земцов А.Н., Чан З.Х. Анализ эффективности алгоритмов планирования передачи пакета в сетях LTE // Инженерный вестник Дона. 2019. № 4(55). URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2019/5840> (дата обращения: 08.02.2024).
14. Антоненко А.С. Оценка параметров QoS для бесперебойной работы IPTV // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2020. Т. 14, № 10. С. 33-38.
15. Изотова Т.Ю. Обзор алгоритмов поиска кратчайшего пути в графе // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2016. № 19. С. 341-344.
16. Барыбин Д.А., Кофман Е.Ю., Шульгин М.С. Сравнение алгоритмов Дейкстры и Беллмана-Форда при решении задачи о поиске кратчайшего пути в протоколах маршрутизации // Символ науки. 2021. № 6. С. 27-31.
17. Кирьянов В.А., Буторин К.А., Сухов А.А. Анализ использования протоколов внутренней динамической маршрутизации RIP и OSPF в современных сетевых инфраструктурах // Наукосфера. 2023. № 12-2. С. 177-181.
18. Almutairi H., Zhang N. A Survey on Routing Solutions for Low-Power and Lossy Networks: Toward a Reliable Path-Finding Approach // Network. 2024. Vol. 4(1). P. 1-32. DOI: 10.3390/network4010001.
19. Tsochev G. A Comparative Study by Simulation of OSPF and EIGRP Routing Protocols // Informatics and Automation. 2022. Vol. 21(6). P. 1240-1264. DOI: 10.15622/ia.21.6.6.

УДК 004.81
DOI 10.17513/snt.39942

ПРОЦЕДУРА АНАЛИЗА ДАННЫХ О ФИНАНСОВОМ СОСТОЯНИИ ПРЕДПРИЯТИЙ МАЛОГО БИЗНЕСА НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕНИЯ ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ

Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш., Шурыгин А.С.

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», Уфа, e-mail: ea-makarova@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы разработки процедуры анализа данных о финансовом состоянии предприятий малого бизнеса в рамках выделенной отраслевой принадлежности. В качестве примера рассмотрена отрасль «Производство электрического оборудования». Анализ проводится на основе ретроспективных данных бухгалтерской отчетности предприятий, что позволяет сравнить получаемые результаты предиктивной аналитики с реальным ходом процессов деятельности предприятий. Предложенная процедура анализа данных включает пять этапов: формирование трех выборок на основе бухгалтерского баланса предприятий и отчетов о финансовых результатах предприятий и движении денежных средств; три этапа, связанные с проведением компонентного анализа каждой из трех выборок; формирование интегральной выборки на основе построенных главных компонент по всем трем выборкам; проведение компонентного анализа интегральной выборки и формирование итоговых кластеров предприятий. Определены характеристики построенных кластеров предприятий. Выделены зоны критического состояния предприятий, приближение к которым свидетельствует о необходимости принятия решений по поддержке производства как на уровне отдельных предприятий, так и на региональном уровне. Приведен состав предприятий выделенных зон риска банкротства предприятий. Предложенную процедуру анализа данных о финансовом состоянии предприятий малого бизнеса целесообразно применять в процессе разработки информационных систем анализа и поддержки принятия решений при формировании мер государственной поддержки предприятий сектора малого предпринимательства.

Ключевые слова: предприятие, анализ данных, метод главных компонент, кластер, банкротство, диаграмма рассеивания

PROCEDURE FOR ANALYZING DATA ON THE FINANCIAL CONDITION OF SMALL BUSINESSES BASED ON THE PRINCIPAL COMPONENTS CONSTRUCTION

Ilyasov B.G., Makarova E.A., Zakieva E.Sh., Shurygin A.S.

Ufa University of Science and Technology, Ufa, e-mail: ea-makarova@mail.ru

Annotation. The article deals with the development of procedure for analyzing data on the financial condition of small businesses within the framework of a dedicated industry affiliation. The branch “Production of electrical equipment” is considered as an example. The analysis is carried out on the basis of retrospective accounting data of enterprises, which allows you to compare the results of predictive analytics with the real course of business processes. The proposed data analysis procedure includes five stages: the formation of three samples based on the balance sheet of enterprises and reports on financial results of enterprises and cash flows; three stages related to the component analysis of each of the three samples; the formation of an integrated sample based on the constructed principal components for all three samples; the component analysis of the integrated sample and the formation of the final clusters of enterprises. The characteristics of the built enterprise clusters are determined. Zones of critical condition of enterprises have been identified, the approach to which indicates the need for decision-making to support production both at the level of individual enterprises and at the regional level. The composition of enterprises of the selected risk zones of bankruptcy of enterprises is given. The proposed procedure for analyzing data on the financial condition of small businesses is advisable to use in the process of developing information systems for analysis and decision-making support in the formation of measures of state support for enterprises in the small business sector.

Keywords: enterprise, data analysis, principal component method, cluster, bankruptcy, scattering diagram

Наблюдаемая в 2016–2021 гг. отрицательная динамика численности малых предприятий в последние годы замедлилась и с 2022 г. сменилась положительной, хотя и с небольшим темпом [1, 2]. Рост количества малых предприятий в непростое для экономики время достигнут последовательной реализацией различных мер государственной поддержки, такими, например, как налоговые льготы, льготное кредитование бизнеса, урегулирование задолженности, реструктуризация займов [3, 4]. Од-

нако, несмотря на то, что произошла смена тренда в демографии малых предприятий, темп роста их численности остается незначительным, рост числа предприятий приходится в основном на микробизнес, малый бизнес «мельчает», при этом обеспечение роста микропредприятий до масштаба малых предприятий затруднено вследствие нестабильности экономической ситуации. Кроме того, зачастую происходят банкротство и ликвидация предприятий, негативно влияющие на развитие различных отраслей

малого бизнеса, в том числе относящихся к приоритетным [4].

В этих условиях целесообразной становится разработка информационных систем, позволяющих обеспечить поддержку процессов структуризации и кластеризации множеств предприятий малого бизнеса в рамках выделенной отраслевой принадлежности на основе анализа финансового состояния предприятий. Это необходимо для выявления закономерностей развития малого бизнеса в отрасли и формирования характерных зон, определяющих степень приближения финансового положения предприятий к критическим кластерам, имеющим высокий риск последующего банкротства предприятий и требующих принятия решений по их поддержке [5–7]. В связи с этим возникает необходимость разработки процедуры анализа данных о финансовом состоянии предприятий малого бизнеса для формирования кластеров предприятий, отличающихся по своим финансовым характеристикам, что требуется для предсказания возможного хода развития предприятий выделенных кластеров и принятия решений по реализации различных мер их государственной поддержки.

Цель проводимых исследований состоит в разработке процедуры анализа данных о финансовом состоянии предприятий малого бизнеса в рамках выделенной отраслевой принадлежности, которая позволяет формировать кластеры предприятий, а также выявлять их характеристики, что необходимо для принятия решений при формировании планов государственной поддержки малого бизнеса. В качестве примера рассматривается отрасль «Производство электрического оборудования». Анализ проводится на основе ретроспективных данных бухгалтер-

ской отчетности предприятий, что позволяет сравнить получаемые результаты предиктивной аналитики с реальным ходом процессов деятельности предприятий в течение пяти лет с 2018 до 2023 г. Особый интерес в таком сопоставлении представляют кластеры предприятий, близких к банкротству.

Материалы и методы исследования

Разработанная процедура анализа данных о финансовом состоянии предприятий малого бизнеса основана на применении метода главных компонент и предполагает выполнение следующих этапов.

На первом этапе составляются три выборки, источником являются данные о бухгалтерской отчетности малых предприятий отрасли «Производство электрического оборудования» [8]. Выборки различаются составом признаков; количество объектов в каждой выборке более 5 тыс. Первая выборка D1 формируется на основе бухгалтерского баланса предприятий; вторая выборка D2 – на основе отчета о финансовых результатах предприятий; третья выборка D3 – на основе отчетов об изменениях капитала, движении денежных средств и целевом использовании полученных средств.

На втором этапе выполняется анализ первой выборки D1 путем построения главных компонент (ГК) в среде Statgraphics. Целью анализа выборки D1 является анализ соотношения пассивов и активов предприятий с учетом выделенных статей активов в балансе. Уточнен состав признаков, с учетом которого рассчитаны весовые коэффициенты признаков в первых двух ГК (табл. 1). Индекс всех ГК трехпозиционный, где первая позиция соответствует номеру выборки, вторая – номеру варианта анализа выборки, третья – номеру ГК.

Таблица 1

Весовые коэффициенты признаков в ГК для выборки D1

Названия признаков	Главная компонента F_{III}	Главная компонента F_{II2}
Основные средства	0,345008	-0,0949558
Отложенные налоговые активы	0,183433	-0,504996
Внеоборотные активы (итого)	0,365623	-0,156089
Запасы	0,355973	0,145783
Оборотные активы (итого)	0,376511	0,176558
Уставной капитал	0,195022	-0,410694
Нераспределенная прибыль (непокрытый убыток)	0,0549744	0,597519
Капитал (итого)	0,24417	0,330961
Отложенные налоговые обязательства	0,25169	0,102627
Краткосрочные обязательства	0,305182	-0,0893132
Баланс (валюта баланса по пассивам)	0,433597	0,0736958

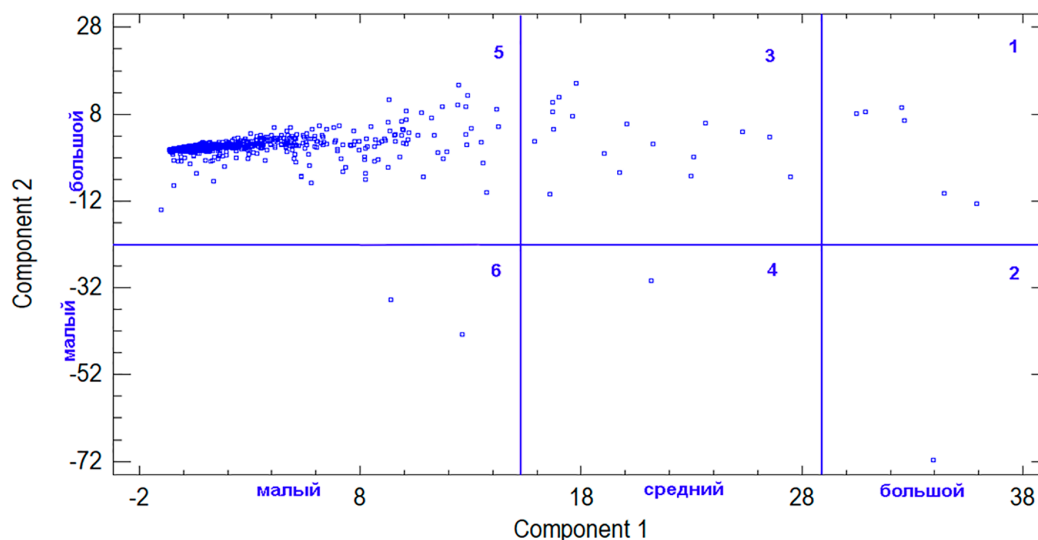


Рис. 1. Диаграмма рассеивания (выборка D1)

На основе анализа весовых коэффициентов признаков сформулированы обобщенные названия главных компонент. Первая главная компонента F_{111} определяется признаками «Основные средства», «Внеоборотные активы (итого)», «Запасы», «Оборотные активы (итого)», «Отложенные налоговые обязательства», «Краткосрочные обязательства», «Баланс (валюта баланса по пассивам)», название первой ГК₁₁₁ – «Пассивы предприятия с учетом внеоборотных и оборотных активов».

Вторая главная компонента F_{112} определяется признаками «Нераспределенная прибыль (непокрытый убыток)» «Уставной капитал», «Отложенные налоговые активы», «Капитал (итого)», сформировано ее название – «Нераспределенная прибыль с учетом отложенных налоговых активов (-)». Необходимо отметить, что в случае отрицательного знака весового коэффициента он указывается в скобках после названия соответствующего признака; это требуется для последующей корректной интерпретации зависимостей при анализе характеристик построенных кластеров предприятий.

На диаграмме рассеивания (рис. 1), отображающей распределение предприятий в пространстве двух ГК, выделены шесть квадрантов, соответствующих кластерам предприятий. Далее используется термин «квадрант» для описания выделенных кластеров предприятий, что обусловлено способом построения зон на диаграмме рассеивания в виде решетки с квадратичным или прямоугольным разбиениями.

Большая часть предприятий расположена в квадранте 5 и характеризуется малым объемом валюты баланса в пассиве с уче-

том малых объемов внеоборотных и оборотных активов, а также наличием достаточно большой нераспределенной прибыли. Это предприятия, имеющие довольно малый потенциал для развития. В квадранте 1 расположены предприятия (например, ООО «НПО «Газтехномаш»», АО «Новая ЭРА», АО «Цветлит», АО «Оптиковолокonné системы», АО «Связь инжиниринг»), характеризующиеся большими объемами валюты баланса в пассиве и высокой нераспределенной прибылью. Квадрант 3 является более многочисленным, предприятия в нем также успешны и имеют достаточно большие объемы пассивов с учетом внеоборотных и оборотных активов.

Интерес представляет нижняя зона диаграммы, состоящая из квадрантов 6, 4 и 2 и характеризующаяся низкой величиной нераспределенной прибыли и высокими отложенными налоговыми активами. Она является очень малочисленной и включает всего шесть предприятий, пять из которых в течение последующих пяти лет обанкротились. В квадранте 6 находятся два самых проблемных предприятия с низкими показателями валюты баланса в пассиве и малой нераспределенной прибылью (АО «Тверьэнергокабель», банкрот, 2023 г., и АО «Петушинский металлический завод», обанкротчен в 2020 г.). В квадранте 4 расположено одно предприятие («ТПК Орские заводы», банкрот, 2023 г.), которое характеризуется средними по объему пассивами с учетом внеоборотных и оборотных активов. Квадрант 2, в составе которого тоже одно предприятие (ООО «Вестел-СНГ»), имеет неоднозначные характеристики: характеризуется большими по объему пассивами

с учетом внеоборотных и оборотных активов, но в то же время очень малой нераспределенной прибылью. Таким образом, квадранты 6 и 4 представляют зону предполагаемого банкротства предприятий, что подтверждено реальным ходом событий в последующие годы. На этом этапе рассматривается один вариант анализа выборки.

На третьем этапе проводится компонентный анализ выборки D2 с использованием следующих признаков: выручка, себестоимость продаж, валовая прибыль (убыток), текущий налог на прибыль, постоянные налоговые обязательства (активы), изменение отложенных налоговых активов, чистая прибыль (убыток). Целью исследования выборки D2 является анализ данных отчетов о финансовых результатах.

По результатам построения первых двух ГК сформированы их названия. Первая ГК F_{211} определяется признаками: «Выручка», «Себестоимость продаж», «Валовая прибыль (убыток)», «Текущий налог на прибыль»; сформулировано ее обобщенное название – «Доходность предприятий с учетом себестоимости продукции и налога на прибыль». Вторая ГК F_{212} определяется признаками «Изменение отложенных налоговых активов», «Чистая прибыль (убыток)», что позволяет сформулировать ее название как «Изменение отложенных налоговых активов с учетом чистой прибыли (-)».

Облако рассеивания (рис. 2) сконцентрировано в квадранте 4, наибольшая плотность расположения предприятий приходится на его левую часть, а в направлении к квадранту 2 облако становится разреженным. Предприятия квадранта 4 характеризуются малой или средней доходностью, а также малыми изменениями отложенных налого-

вых активов и достаточно большой величиной чистой прибыли. Предприятия-лидеры расположены в квадранте 2 (ООО «Тайко Электроникс Рус», АО «Самарский завод электромонтажных изделий» и АО «Завод «Электроприбор»»). Предприятия квадранта 3 (например, АО «Цветлит», ООО «Инвэнт-Электро») характеризуются средними показателями доходности, при этом им присущи большие изменения отложенных налоговых активов и малая чистая прибыль. Квадрант 1 не содержит объектов.

Наиболее проблемные предприятия расположены в квадрантах 5 и 6, составляющих зону высокого риска банкротства. Эти предприятия (АО «НПО «Контакт»», действующее предприятие; АО «Трансформер», прекратило деятельность в 2021 г.; ООО «ТПК Орские заводы», банкрот с 2023 г.; АО «Тверьэнергокабель», банкрот с 2023 г.) отличает очень малая доходность и малая чистая прибыль. Прочие варианты анализа выборки не рассматриваются.

На четвертом этапе проводится компонентный анализ выборки D3 с целью выявления зависимостей в данных отчетов об изменениях капитала, движении денежных средств и целевом использовании полученных средств с учетом прочих платежей и поступлений, не связанных с основной деятельностью предприятий.

Рассматриваются три варианта анализа выборки D3.

В первом варианте анализа сформирована выборка D31, в которой присутствуют признаки: капитал, чистые активы, нераспределенная прибыль (непокрытый убыток), поступления (всего), прочие поступления, платежи (всего), оплата труда работников, уплата налога на прибыль, прочие платежи.

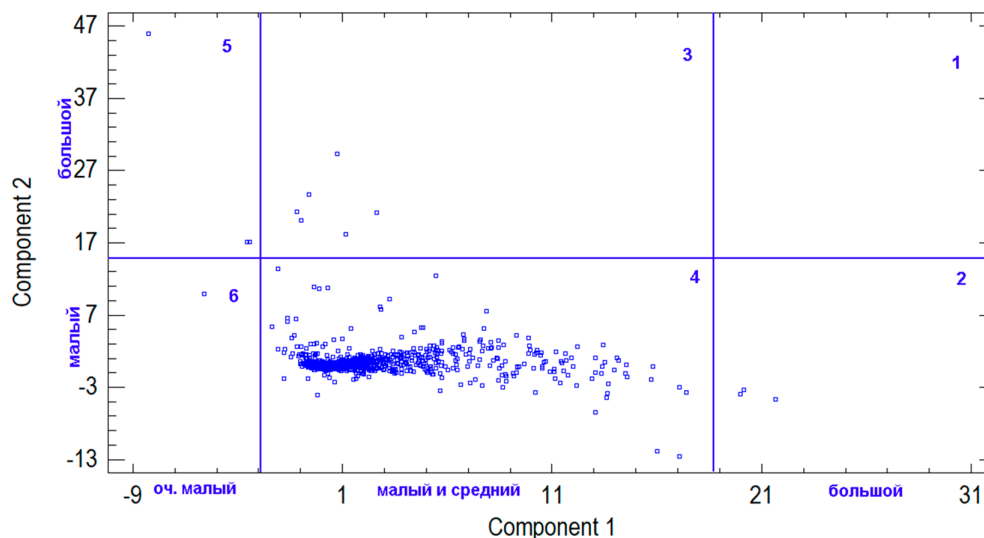


Рис. 2. Диаграмма рассеивания (выборка D2)

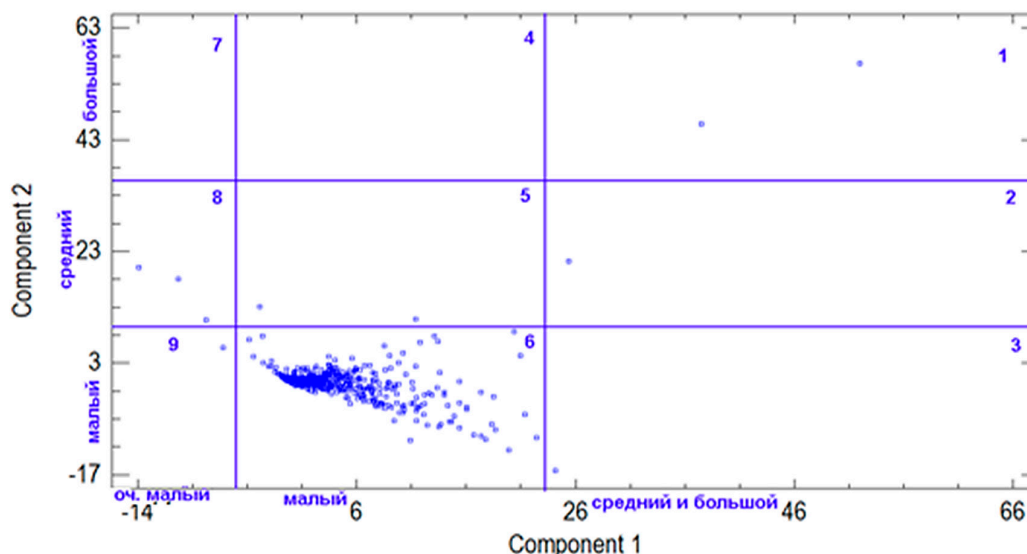


Рис. 3. Диаграмма рассеивания (выборка D31)

С использованием значений весовых коэффициентов признаков в первой и второй ГК сформированы их обобщенные названия: для первой ГК F_{311} – «Денежные потоки текущих операций с учетом оплаты труда и налога на прибыль»; для второй ГК F_{312} – «Прочие платежи и поступления». Облако рассеивания (рис. 3) сосредоточено в квадранте 6, предприятия которого имеют средние характеристики по денежным потокам и низкие объемы прочих платежей и поступлений.

Наиболее успешные предприятия расположены в квадрантах 1, 2 и 3. Эти предприятия (например, ООО «Ореол», ООО НПК «Элект») характеризуются большими величинами денежных потоков от текущих операций и также высокими объемами прочих платежей и поступлений. Наименее благополучные предприятия расположены в 8 и 9 квадрантах. Их характеризуют очень малые денежные потоки текущих операций, а также малые и средние объемы прочих платежей и поступлений. К их числу относятся ООО «Севастопольский приборостроительный завод "Парус"» (кластер 9, действующее предприятие), ООО «Курский завод "Аккумулятор"» (обанкрочен в 2019 г.), а также АО «Тверьэнергокабель» и АО «Петушинский металлический завод», также находившиеся в зонах риска банкротства, определенных на предыдущих этапах анализа.

Во втором варианте анализа сформирована выборка D32 с целью построения отличающейся по содержанию второй ГК, что может позволить извлечь новые закономерности в данных, позволяющие опре-

делить характеристики предполагаемых зон риска будущего банкротства предприятий. Сформирована выборка D32 путем исключения признаков «Прочие поступления» и «Прочие платежи» и включения признаков «Расходы на целевые мероприятия» и «Расходы на иные мероприятия». Построены первые две ГК, при этом состав признаков в первой ГК F_{321} совпадает с составом признаков первой ГК F_{311} , построенной при анализе выборки D31, поэтому название F_{321} тоже совпадает – «Денежные потоки текущих операций с учетом оплаты труда и налога на прибыль». Вновь добавленные два признака: «Расходы на целевые мероприятия», «Иные мероприятия» – выделены во вторую ГК F_{322} , ее обобщенное название – «Расходы на мероприятия».

На диаграмме рассеивания (рис. 4) множество предприятий расположено вдоль оси абсцисс с уменьшающейся плотностью в направлении роста значений первой ГК F_{321} . По компоненте F_{322} выделены только два предприятия, образующие квадранты 5 и 6 соответственно. В квадранте 6 находится АО «НПО "Магнетон"» (действующее предприятие), имеющее очень большие расходы на целевые мероприятия, в квадранте 5 – ООО «Амбер» (не действующее с января 2018 г., пока не признанное банкротом). Наиболее успешные предприятия расположены в квадранте 1. Данные предприятия имеют большие денежные потоки с учетом оплаты труда и налога на прибыль, при этом расходы на мероприятия у данных предприятий невелики, так же как и у большинства предприятий. В данном кластере содержится достаточно большое количество предприятий,

наиболее развитыми из них являются ООО «Тайко Электроникс Рус», «Завод "Электроприбор"», ООО «Ореол», НПО «Элсиб», ПАО «Самарский завод электромонтажных изделий», многие из которых фигурировали в числе успешных предприятий на предыдущих этапах анализа.

К числу предприятий с высоким риском банкротства относятся предприятия из квадранта 7, а именно ООО «Севастопольский приборостроительный завод "Парус"» (действующее предприятие), ООО «Курский завод "Аккумулятор"», АО «Петушинский металлический завод», встречавшиеся ранее также в неблагоприятной зоне.

В третьем варианте анализа сформирована выборка D33 путем исключения признаков «Расходы на целевые мероприятия»,

«Иные мероприятия». По результатам построения главных компонент сформированы обобщенные названия первых двух ГК. Первая ГК F_{331} определяется признаками: «Платежи поставщикам за сырье, материалы, работы, услуги», «Оплата труда работников», «Уплата налога на прибыль», «Поступления (всего)», «Платежи (всего)», «Поступления от продаж», «Платежи (всего)», Обобщенное название первой ГК F_{331} – «Денежные потоки текущих операций с учетом налогов». Состав признаков этой компоненты во многом совпадает с составом признаков ГК F_{321} . Вторая ГК F_{332} сформирована двумя признаками «Величина капитала» и «Чистые активы», ее обобщенное название – «Увеличение капитала за счет нераспределенной прибыли (-) с учетом чистых активов (-).

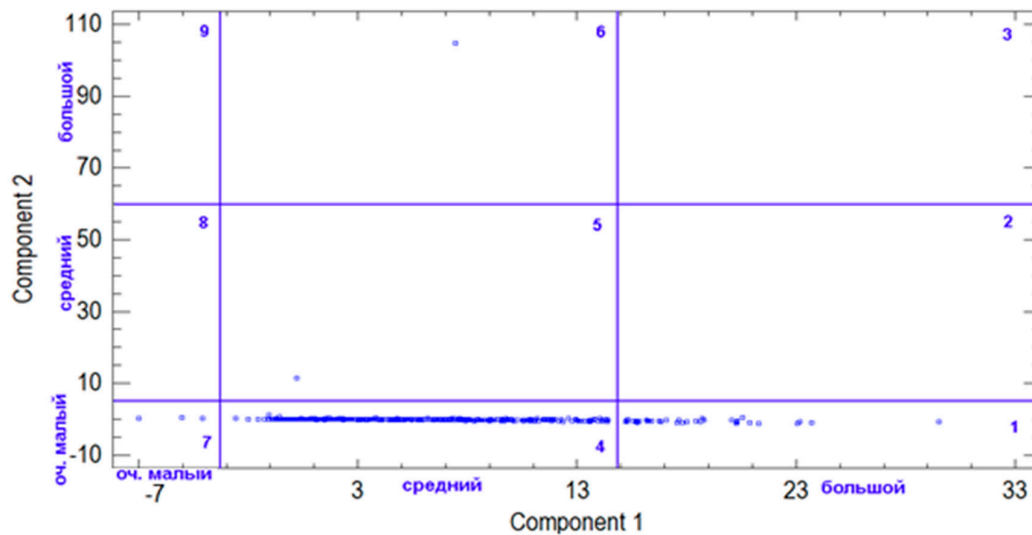


Рис. 4. Диаграмма рассеивания (выборка D32)

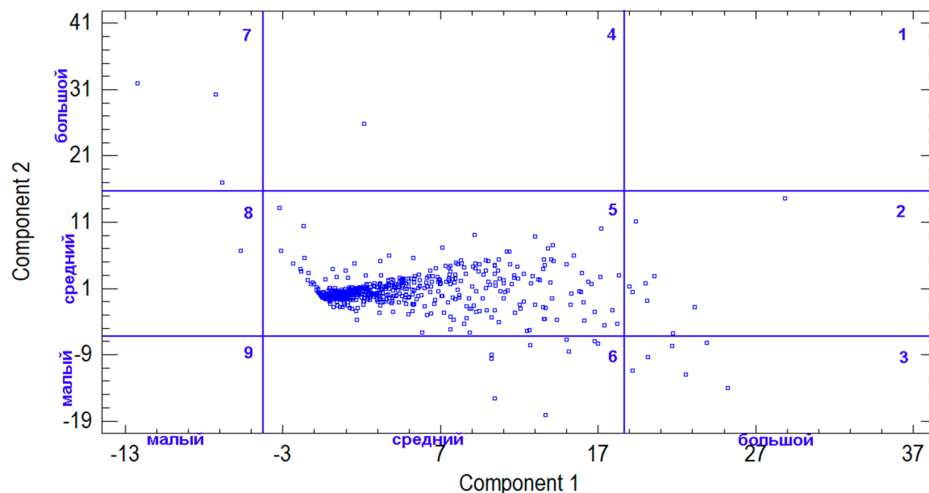


Рис. 5. Диаграмма рассеивания (выборка D33)

Основное множество предприятий расположено в центральной части диаграммы рассеивания в квадранте 5 (рис. 5). Эти предприятия характеризуются средними значениями денежных потоков от текущих операций, а также средним темпом увеличения капитала. Наиболее успешным является предприятие из квадранта 2 (ООО «Ореол»).

Предприятия с неблагоприятными показателями находятся в квадрантах 7 и 8. Предприятия квадранта 7 характеризуются малыми денежными потоками от текущих операций и низким темпом увеличения капитала. Это ранее выделенные в качестве неблагополучных предприятия ООО «Курский завод "Аккумулятор"», АО «Тверьэнергокабель», АО «Петушинский металлический завод». В квадранте 8 находится одно предприятие – ООО «Севастопольский приборостроительный завод "Парус"» (кластер 8, действующее предприятие), имеющее низкие показатели по денежным потокам и средние – по темпу увеличения капитала.

На пятом этапе формируется интегральная выборка D_{syn} на основе построенных на предшествующих этапах главных компонент, которые рассматриваются согласно ранее предложенному методу, как новые интегральные признаки [9–11]. В выборку D_{syn} включены множество первых двух ГК, построенных на основе проведения компонентного анализа выборок D1, D2, D31, D32, D33 за исключением ГК F_{321} , поскольку она совпадает с ГК F_{311} .

На шестом этапе проводится компонентный анализ интегральной выборки D_{syn} , формируются названия главных компонент F_{syn1} и F_{syn2} , выполняется построение диаграммы рассеивания.

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам компонентного анализа интегральной выборки D_{syn} построены первые две ГК F_{syn1} и F_{syn2} , сформулированы следующие выводы.

Во-первых, первая интегральная ГК F_{syn1} определяется признаками в виде: ГК F_{111} «Пассивы с учетом внеоборотных и оборотных активов», ГК F_{211} «Доходность предприятий с учетом себестоимости продукции налога на прибыль», ГК F_{212} «Изменение отложенных налоговых активов с учетом чистой прибыли (-)», ГК F_{321} «Денежные потоки текущих операций с учетом оплаты труда и налога на прибыль» и ГК F_{331} «Денежные потоки текущих операций с учетом налогов». Название первой ГК F_{syn1} – «Производственный потенциал предприятия с учетом внеоборотных и оборотных активов». Во-вторых, составляющие второй ГК F_{syn2} (ГК F_{112} «Нераспределенная прибыль с учетом отложенных налоговых активов (-)», ГК F_{312} «Прочие платежи и поступления (-)», ГК F_{332} «Увеличение капитала за счет нераспределенной прибыли (-) с учетом чистых активов (-)») позволили сформулировать ее обобщенное название «Нераспределенная прибыль (-) с учетом чистых активов (-)». Наличие знака «-» учитывается, как и ранее, при формировании характеристик квадрантов. Например, предприятия, расположенные в области больших значений ГК F_{syn2} характеризуются малыми объемами нераспределенной прибыли с учетом чистых активов, и наоборот. Интерес представляет формирование ГК F_{syn2} только на основе вторых главных компонент, построенных на предыдущих этапах анализа.

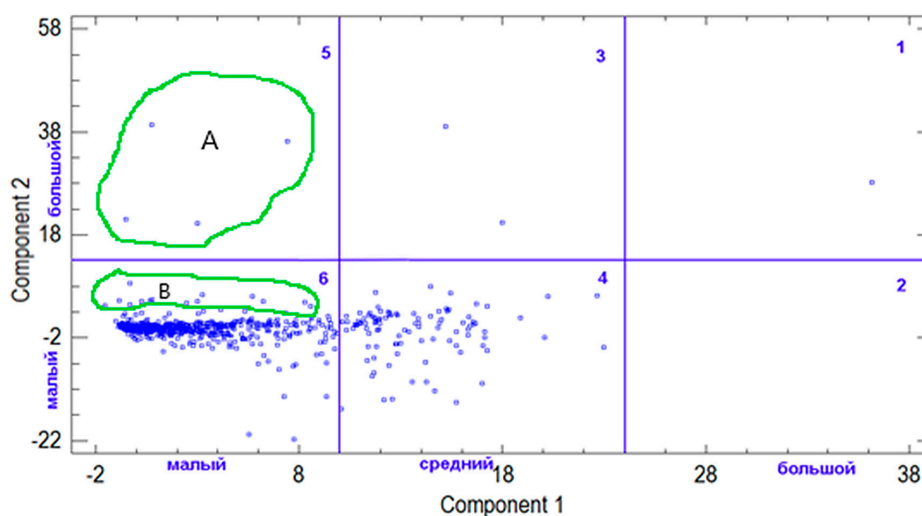


Рис. 6. Итоговая диаграмма рассеивания с выделенными зонами риска (выборка D_{syn})

Таблица 2

Состав и характеристики зон риска А и В

Зона риска	Состав	Статус	Год банкротства
А	ООО ТПК «Орские заводы»	Банкрот	2023
	АО «Петушинский металлический завод»	Банкрот	2020
	ООО «Курский завод "Аккумулятор"»	Банкрот	2019
	АО «Тверьэнергокабель»	Реорганизация	2023
В	ООО «ЭДВИН»	В процессе банкротства	2018
	ЗАО «Чебоксарский завод силового электрооборудования «Электросила»»	Действующее	–
	ООО «Севастопольский приборостроительный завод "Парус"»	Действующее, неблагоприятное	–
	АО «Торговый дом Экспокабель»	Действующее	–
	ООО «Производственно-коммерческая фирма "Автоматика"»	Банкрот	2022
	ЗАО «Великолукский завод щелочных аккумуляторов»	Банкрот	2020
	ООО «Электром»	В процессе банкротства	2018
	АО «Трансформер»	Банкрот	2021
	ООО «АББ Силовые и Автоматизированные Системы»	Информация отсутствует	–
	ООО «Русэлпром. Сафоновский электромашиностроительный завод»	В процессе банкротства	2019
	ПАО «Завод автономных источников тока»	В процессе банкротства	2018
	ООО НПО «Ленинградский электромашиностроительный завод»	Банкрот	2023
	АО «Грид Соллошнс»	В процессе ликвидации	2019

На диаграмме рассеивания (рис. 6) выделены шесть квадрантов.

Квадранты 1, 3 и 4 соответствуют зонам эффективной и довольно эффективной деятельности предприятий, обладающих достаточным потенциалом для развития с учетом имеющейся нераспределенной прибыли. В пределах квадранта 5 выделена зона А с очень высоким риском банкротства, в составе которой находятся предприятия, имеющие малый производственный потенциал и малые объемы нераспределенной прибыли. Все предприятия этой зоны, встречавшиеся в неблагоприятных квадрантах и на предшествующих этапах анализа, являются в настоящее время банкротами. В пределах многочисленного квадранта 6, объединяющего предприятия с малым потенциалом и малой нераспределенной прибылью, выделена зона В, прилегающая к границе с квадрантом 5 и вытянутая вдоль него. Это зона, характеризующаяся довольно высоким риском банкротства, включающая предприятия, большая часть которых также обанкротилась к 2023 г. Состав предприятий в зонах риска А и В представлен в табл. 2 с указанием статуса предприятий.

Остальная часть квадранта 6 остается многочисленной, для ее анализа необходимо проведение дополнительных исследований.

Полученные результаты построения квадрантов-кластеров на диаграмме рассеивания предприятий в пространстве первых двух ГК F_{syn1} и F_{syn2} позволили выделить зоны критического состояния предприятий, приближение к которым свидетельствует о необходимости, во-первых, принятия решений по поддержке производства на уровне отдельных предприятий; и, во-вторых, увеличения объемов государственной поддержки предприятий малого бизнеса в условиях повышения интенсивности таких приближений к границам выделенных зон риска банкротства предприятий.

Заключение

Таким образом, предложена процедура анализа данных о финансовом состоянии предприятий малого бизнеса в рамках выделенной отраслевой принадлежности, которая основана на построении главных компонент для множества выборок. Процедура предполагает построение интегральной выборки и проведение компонентного

анализа для этой выборки, что позволяет построить кластеры предприятий, различающихся по производственному потенциалу с учетом нераспределенной прибыли, а также выделить зоны риска банкротства предприятий. Предложенную процедуру анализа данных целесообразно применять в процессе разработки информационных систем анализа и поддержки принятия решений при формировании мер государственной поддержки предприятий сектора малого предпринимательства.

Список литературы

1. Сайт единой межведомственной информационно-статистической системы ЕМИСС. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/57785?ysclid=llq9xmnuf4875688414> (дата обращения: 15.01.2024).
2. Боркова Е.А., Подкатилина В.Е., Завьялова П.Е. Динамика развития малого и среднего бизнеса: проблемы и перспективы // Государственный вестник. 2019. № 2 (26). С. 83–89.
3. Национальный проект «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы». [Электронный ресурс]. URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/nacionalnyy_proekt_maloe_i_srednee_predprinimatelstvo_i_podderzhka_individualnoy_predprinimatelskoj_inicijativy (дата обращения: 16.01.2024).
4. Официальный сайт Минэкономразвития России – Приоритеты развития сектора малого и среднего предпринимательства до 2030 года. [Электронный ресурс]. URL: https://www.economy.gov.ru/material/news/pravitelstvo_oboznachilo_prioritety_razvitiya_sektora_msp_do_2030_goda.html (дата обращения: 25.01.2024).
5. Федеральный закон «О несостоятельности (банкротстве)» от 26.10.2002 № 127-ФЗ, в ред. № 655-ФЗ от 25.12.2023 (действующая редакция). [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/popular/bankrupt/> (дата обращения: 16.01.2024).
6. Опекунов А.Н. Использование методов бизнес-аналитики в диагностике и прогнозировании кризисных явлений на предприятии // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2017. № 2 (22). С. 88–100.
7. Пиньковецкая Ю.С. Статистические оценки создания и ликвидации организаций в России: отраслевой и региональный аспекты // Статистика и экономика. 2019. № 16 (3). С. 44–51.
8. Сайт Федеральной службы государственной статистики. Бухгалтерская (финансовая) отчетность предприятий и организаций за 2018 год. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/opendata/7708234640-7708234640bdo2018> (дата обращения: 16.01.2024).
9. Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш., Гиздатуллина Э.С. Оценка данных о доходах населения в региональном разрезе методом главных компонент // Экономика региона. 2019. Т. 15, Вып. 2. С. 601–617.
10. Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш., Солнцев О.В. Технология формирования кластерной структуры сектора малого и среднего предпринимательства на основе метода главных компонент // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 4. С. 51–57.
11. Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш., Бойцов А.Н. Алгоритм анализа данных об инвестиционных процессах в регионах РФ с использованием метода главных компонент // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 6. С. 27–34.

УДК 004:62-529

DOI 10.17513/snt.39943

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИМИ ПРОИЗВОДСТВАМИ

Калинин В.Ф., Погонин В.А.

ФГБОУ ВО Тамбовский государственный технический университет, Тамбов,

e-mail: vfkalinin@rambler.ru

Аннотация. Исходные ингредиенты, продукция производств с химическими технологиями способны образовывать взрывоопасную смесь, обладать мутагенными или канцерогенными свойствами, коррозионной активностью. Эти свойства исходных ингредиентов, продукции определяют множество участков с экстремальными условиями труда обслуживающего персонала. Рассматриваются вопросы автоматизированной системы проектирования роботизированных автоматизированных систем управления химическими производствами. Предлагается методология автоматизированного проектирования, включающая этапы: определение целей и задач управления; разработка адекватной имитационной модели исследования; создание математического обеспечения синтеза программ управления подсистем автоматизированных систем управления технологическими процессами и роботов-лаборантов; определение технического задания и погрешности математической модели, прогноза возмущающих воздействий, идентификации состояния, выбора наиболее эффективных роботизированных автоматизированных систем управления оценки целесообразности использования этой системы. Целью являлось создание теоретических основ методологии и алгоритмов проектирования роботизированных автоматизированных систем управления химическими производствами. Методы: математическое моделирование современной теории управления, математическая статистика. Разработаны теоретические положения методологии автоматизированного проектирования различных типов подсистем роботизированных автоматизированных систем управления, имитационная модель исследования, с помощью которой можно получить адекватный вывод о целесообразности использования тех или иных роботизированных автоматизированных систем управления химическими производствами. Создано математическое обеспечение синтеза программ управления подсистем автоматизированных систем управления технологическими процессами и роботов-лаборантов. Результаты, полученные в данном исследовании, подтверждают результаты исследований технологического процесса производства азопигментов.

Ключевые слова: химические производства, роботизированные системы управления

METHODOLOGY DESIGNING ROBOTIC AUTOMATED CONTROL SYSTEMS FOR CHEMICAL PRODUCTION

Kalinin V.F., Pogonin V.A.

Tambov State Technical University, Tambov, e-mail: vfkalinin@rambler.ru

Annotation. The initial ingredients and products of industries with chemical technologies are capable of forming an explosive mixture, having mutagenic or carcinogenic properties, and corrosive activity. These properties of the initial ingredients and products determine many areas with extreme working conditions for maintenance personnel. The issues of an automated design system for robotic automated control systems for chemical industries are considered. The methodology of computer-aided design is proposed, which includes the following stages: determination of management goals and objectives; development of an adequate simulation model of research; creation of mathematical support for the synthesis of control programs for subsystems of automated process control systems and laboratory robots; determination of technical specifications and errors of the mathematical model, prediction of disturbing influences, identification of the state, selection of the most effective robotic automated control systems for evaluation the expediency of using this system. The aim is to create the theoretical foundations of methodology and algorithms for the design of robotic automated control systems for chemical industries. Methods: mathematical modeling of modern management theory, mathematical statistics. The theoretical provisions of the methodology of computer-aided design of various types of subsystems of robotic automated control systems, a simulation model of research have been developed, with the help of which it is possible to obtain an adequate conclusion about the expediency of using certain robotic automated control systems of chemical industries. Mathematical support for the synthesis of control programs for subsystems of automated process control systems and robotic laboratory assistants has been created. The results obtained in this study confirm the results of studies of the technological process of azopigment production.

Keywords: chemical production, robotic control systems

Химическая промышленность относится к областям промышленности, характеризующимся наиболее экстремальными условиями труда. Загазованность и запыленность помещений, антисанитарные условия, токсичность веществ делают работу

на химических производствах чрезвычайно тяжелой и опасной. Даже малейшие концентрации некоторых газов или контакт с жидкими продуктами производства часто весьма опасны для здоровья, а иногда для жизни персонала [1].

Загазованность помещений, коррозионная опасность, взрывопожароопасность помещений препятствуют применению промышленных роботов массового производства. Многочисленность и разнообразие конструкций аппаратов, специфичность и разнообразие работ на химико-технологических производствах являются препятствиями для создания типовых серийных роботов, специально предназначенных для химических производств.

Наличие в производственной среде мутагенных и канцерогенных соединений указывает на необходимость систематического мониторинга загрязнений, гигиенических оценок рабочих мест с помощью роботов-лаборантов [1].

Работы по автоматизированному проектированию систем автоматического управления химическими производствами [2–4], хотя и получили довольно широкое развитие, но не могут непосредственно быть применимыми для проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) с использованием роботов-лаборантов. Например, необходимо учитывать задание на частоту и длительность отбора проб среды, оценивать точность и частоту коррекции математического обеспечения, отсутствие алгоритмов планирования работы коллективов роботов-лаборантов в условиях помех, алгоритмов расчета и оптимизации траекторий роботов-лаборантов в условиях нормальной эксплуатации [5]. С этой целью было проведено исследование по созданию теоретических основ методологии и алгоритмов проектирования роботизированных автоматизированных систем управления химическими производствами.

Материалы и методы исследования

В работе использовались методы математического моделирования современной теории управления, математическая статистика.

Результаты исследования и их обсуждение

Представим методологию автоматизированного проектирования роботизированных автоматизированных систем управления (РоАСУ) в виде выполнения следующих этапов.

Этап 1. Создание РоАСУ начинается с определения целей и задач будущей системы управления технологическим объектом. Обычно цели управления формулируются в виде некоторой (часто векторной) целевой функции, минимизации в смысле принятого отношения порядка. Однако довольно ча-

сто целью управления является нахождение управляющих воздействий (или программ управления) на интервале $[0, T]$, при которых удовлетворяются (иногда с заданной вероятностью) системы технических и технологических ограничений и условий.

Математически в общем случае эти задачи управления могут быть формализованы в следующем виде: необходимо найти $u^* \in U$, при которых удовлетворяются с заданной вероятностью технологические ограничения и условия:

$$\text{Вер } \{ \mu_j(f, y, u) \geq \alpha_j \} \geq P_j, j = \overline{1, r}, \quad (1)$$

$$v(f, y, u^*) \geq \beta, \quad (2)$$

где $y = M(f, y, u)$, $f \in F_0 \subset F, y \in Y_0 \subset Y$, Вер – обозначение вероятности, P – предельное значение вероятности, M – оператор математической модели, используемый в алгоритме оптимизации, v – вектор целевой функции.

Этап 2. На этом этапе разрабатывается имитационная модель, позволяющая исследовать функционирование различных типов РоАСУ и традиционных АСУТП, рассчитывать для различных постулированных на первом этапе задач и целей управления вероятности выполнения технических и технологических ограничений и условий.

Рассмотрим требования к имитационным моделям и их свойствам. Имитационные модели должны быть: достаточно точными, чтобы с их помощью возможно было бы получить адекватный вывод о целесообразности использования РоАСУ; должны учитывать воздействие внутренних случайных помех, влияющих на изменение состояние объекта; они должны позволять имитировать работу РоАСУ и влияние погрешностей на установку управляющих воздействий и в работе РоАСУ на экономические показатели функционирования системы.

Обозначим имитационную модель в виде оператора \tilde{M} , который представляет собой отображение:

$$\tilde{M} : Y_0 \times F \times U \times V \rightarrow Y \quad (3)$$

где F, U, V, Y, Y_0 – пространства соответственно возмущений, управляющих воздействий, случайных помех, выходных величин (состояний) объекта, начальных состояний (т.е. состояний объекта в начальный момент времени).

При имитации работ РоАСУ, кроме функций y, f, u, v , необходимо рассмотреть сужение этих функций на интервале $[t_0, t]$, $[t, T]$, $t, t' \in [t_0, T]$.

Примем следующие обозначения:

$$\begin{aligned}\chi_i &= \chi(\tilde{t}) \mid \tilde{t} \in [t, T]; \\ \chi^t &= \chi(\tilde{t}) \mid \tilde{t} \in [t_0, t]; \\ \chi_i^t &= \chi(\tilde{t}) \mid \tilde{t} \in [t', t''], t', t'' \in [t_0, T]; \\ \chi_i^{\tau'} &= \chi(\tilde{t}) \mid \tilde{t} \in [t', T], t' \in [t_0, T],\end{aligned}\quad (4)$$

где χ – обозначение функций, определенных на $[0, T]$, т.е. χ – любая из функций y, f, u, v .

Для суженных функций имитационная математическая модель будет представлять собой оператор, действующий на декартовом произведении пространств суженных функций:

$$\begin{aligned}\tilde{M}_\tau &: F_\tau \times U_\tau \times V_\tau \times Y_0 \rightarrow Y_\tau \\ \tilde{M}^\tau &: F^\tau \times U^\tau \times V^\tau \times Y_0 \rightarrow Y^\tau \\ \tilde{M}_\tau^{\tau'} &: F_\tau^{\tau'} \times U_\tau^{\tau'} \times V_\tau^{\tau'} \times Y_0 \rightarrow Y_\tau^{\tau'}\end{aligned}\quad (5)$$

При этом математическая модель для суженных функций записывается в виде:

$$Y_\tau = \tilde{M}(f_\tau, u_\tau, v_\tau, y_\tau(\tau)), \quad (6)$$

– эта модель определяет функцию $y_\tau(t)$ для всех $t \in [\tau, T]$;

$$Y^\tau = \tilde{M}(f^\tau, u^\tau, v^\tau, y_0)$$

– эта модель определяет функцию $y^\tau(t)$ для всех $t \in [t_0, \tau]$;

$$Y_\tau^{\tau'} = \tilde{M}(f_\tau^{\tau'}, u_\tau^{\tau'}, v_\tau^{\tau'}, y_\tau^{\tau'}(\tau'))$$

– эта модель определяет функцию $y_\tau^{\tau'}(t)$ для всех $t \in [\tau', \tau]$.

Будем считать, что оператор \tilde{M} удовлетворяет принципу согласования, т.е.:

$$\lim_{t \rightarrow \tau} y^\tau(t) = y_\tau(t) \quad (7)$$

$$y_\tau^{\tau'} = \tilde{M}(f_\tau^{\tau'}, u_\tau^{\tau'}, v_\tau^{\tau'}, \tilde{M}(f_\tau^{\tau'}, u_\tau^{\tau'}, v_\tau^{\tau'}, y_\tau^{\tau'}(\tau'))), \quad (8)$$

где $\tau \leq \tau \leq \tau, \tau', \tau'' \in [0, T]$.

Правило согласования является требованием состыковки функций на отдельных участках траекторий.

Математическую модель вида (6) в соответствии с (5), удовлетворяющую правилам согласования (7), (8) и включающую в себя влияние случайных факторов $v \in V$, будем называть имитационной моделью.

Этап 3. Проверка адекватности имитационной модели по данным эксперимента. Этот этап позволяет установить точность имитационной модели и надежность получаемых с ее помощью выводов. В настоящее время существуют многочисленные методы и достаточно развитая теория, позволяющая оценить адекватность различных

математических моделей технологических процессов [1].

Этап 4. На данном этапе предварительно определяется техническое задание на подсистемы PoACU, при этом определяется задание на точность и быстродействие математического обеспечения проектируемой PoACU (в том числе на точность и на скорость сходимости математических моделей, используемых для целей управления), на быстродействие и точность идентификации состояния роботами-лаборантами, на точность исполнительных устройств и т.п.

Рассмотрим оптимизацию технического задания на подсистемы PoACU.

Задание интервала времени ΔT_i между отборами проб для их последующего анализа с целью коррекции математических моделей определяет необходимую скорость работы подсистемы роботов-лаборантов, а значит, их тип и необходимое число роботов, предельно допустимое время задержек в реализации управлений, быстродействие алгоритмов расчета математической модели, алгоритмов прогноза изменения возмущающих воздействий, расчета программ управления, коррекции коэффициентов математической модели, прочность распределения ошибок в измерении возмущающих воздействий и состояния объекта определяет необходимую точность работы роботов-лаборантов и исполнительных устройств.

Таким образом, определение целесообразных или оптимальных значений интервалов времени между взятиями проб ΔT_i , допустимых задержек Δt_i в реализации управляющих воздействий, плотностей распределения ошибок Δf_i в измерении возмущающих воздействий,

Δu_i в измерении состояния системы и Δv_i в установке управляющих воздействий позволяет сформулировать техническое задание на PoACU в части требований к быстродействию подсистемы роботов-лаборантов, быстродействию программного обеспечения, точности работы подсистемы роботов-лаборантов и системы реализации управляющих воздействий.

Назовем абсолютно идеальной системой оптимизации (E -системой) такую ACUTП, при которой возмущающие воздействия f, v известны полностью на интервале $[t_0, T]$ и состояние y точно прогнозируется математической моделью.

Таким образом, E -система – это система, решающая следующую задачу.

Для заданных на $[t_0, T]$ возмущающих воздействий f, v и начальном состоянии y_0 найти определенную на $[t_0, T]$ функцию u^* , при которой принимает минимальное значение функционал:

$$q(f, v) = \mu(f, y, u), \quad (9)$$

при выполнении условий и ограничений:

$$\varphi_j(f, y, u) \geq \alpha_j, j = 1, \dots, r,$$

$$\text{где } y = M(f, u, v, y_0). \quad (10)$$

Показатель эффективности q_E такой системы может быть определен по формуле:

$$q_E^* = \int \int_{FV} \phi(f, y^*, u^*) P_v(dv) P_f(df), \quad (11)$$

где u^* – решение задачи для заданных f и v , y^* определяется для известных f и v , y_0 по (10).

Очевидно, что для РоАСУ система E наиболее эффективна среди всех возможных систем управления при оценке их эффективности показателей по (9). Эта система характеризуется наименьшим значением (11) и в этом смысле может называться абсолютно оптимальной системой управления.

Абсолютно оптимальная система E , естественно, недостижима, однако показатель (11) может служить оценкой приближения исследуемой системы управления к абсолютному.

Этапы 5, 6. Представляют собой создание математического обеспечения подсистемы выработки программы управления технологическим процессом АСУТП. При этом этап 5 заключается в разработке математической модели для цели управления, удовлетворяющей требованиям технического задания этапа 4, этап 6 – создание и исследование алгоритмов управления, удовлетворяющих требованиям технического задания этапа 4. Проверка адекватности математической модели M , предназначенной для управления, проверки удовлетворения технического задания модели M на точность, может производиться как по экспериментальным данным, так и по данным имитационной модели \bar{M} , имитирующей с достаточной точностью поведение объекта под действием случайных внутренних и внешних факторов и построенной на этапе 2. Если условия работ не экстремальны, необходимо обоснование возможности и целесообразности использования традиционных АСУТП. Эти обоснования проводятся с использованием имитационных моделей и алгоритмов имитационного исследования на этапе 7.

Этап 7. Имитация работы системы управления без использования средств робототехники (в принятой терминологии АСУТП). Имитационные исследования АСУТП позволяют выявить зависимость мгновенного показателя эффективности $v(f, y, u^*)$ от влияния входных возмущающих воздействий f , вариации этих показателей в зависимости

от изменения внутренних случайных факторов v , определить среднее значение показателя эффективности \bar{q} .

Среднее значение \bar{q} , в общем случае, представляет собой вектор показателей, характеризующий производительность, качество и себестоимость продукции и т.п. Рассчитанный с помощью алгоритмов имитационных исследований показатель \bar{q} сравнивают с предельно допустимыми $q_{зад}$:

$$\bar{q}_i \geq q_{зад i}, i = \overline{1, S}. \quad (12)$$

В случае невыполнения (12) применение робототехнических систем нецелесообразно, поскольку условия работы не являются экстремальными. В том случае, если условия работы экстремальные, переходят к этапу 8.

Этап 8. Этап заключается в выборе множества вариантов РоАСУ, подлежащих дальнейшему исследованию с целью выбора из них экономически целесообразного варианта. Задача этапа – сузить множество возможных вариантов, отсеять заведомо неприемлемые варианты, создать тем самым минимальное число альтернативных вариантов, требующих дальнейшего рассмотрения. При отсеивании вариантов используются различные эвристические правила. Эвристические знания представлены в виде продукции [2] и применяются в экспертной системе при интерактивном формировании множества альтернативных вариантов РоАСУ.

Этап 9. На этом этапе с помощью имитационной модели имитируется работа идеальной (работающей без ошибок) РоАСУ R и определяются показатели эффективности ее работы. Невыполнение условий

$$\bar{q}_{Ri} \geq q_{зад i}, i = \overline{1, S}. \quad (13)$$

означает, что даже в том случае, если система R работает без ошибок, ее показатели эффективности ниже заданных, так как у реальной системы, работающей с ошибками, показатели эффективности будут не выше, чем у идеальной системы R , и дальнейшее исследование системы R прекращается.

Этап 10. Из множества реальных роботов и вспомогательных устройств комплектуется парк роботов, способных выполнять необходимый объем работы, и проводится оптимальное распределение работы между коллективом роботов.

Если возможности для проектирования новых устройств нет, вариант системы R отбрасывается, переходят к исследованию нового варианта. В противном случае переходят к этапу 11.

Этап 11. Разработка, изготовление опытных образцов и исследование новых робо-

тотехнических устройств, приспособлений, роботов-лаборантов. При этом необходимо учитывать возможность и целесообразность изменения химических аппаратов и их компоновок с целью упрощения их обслуживания коллективом роботов-лаборантов.

Этап 12. На этом этапе проводится расчет оптимальных траекторий движения роботов, гарантирующих минимальные энергозатраты или максимальное быстродействие, и задается вероятность отсутствия столкновений между роботами и между звеньями манипуляторов роботов.

На этом этапе имитационному исследованию подвергается реальная (работающая с ошибками) система R^{δ} , при этом проверяется выполнение неравенства:

$$\bar{q}_{Ri}^{\delta} \geq q_{за\delta i}, \quad i = \overline{1, S}. \quad (14)$$

Невыполнение (14) означает, что, хотя идеальная система работает достаточно эффективно, ошибки в работе реальной системы настолько уменьшают эффективность, что она становится недопустимо малой. В этом случае система R отбрасывается.

Так как идеальная система удовлетворяет условиям (14), задача, решаемая на этом этапе, математически разрешима. Однако эта задача может не иметь технического либо стоимость внедрения адекватной техники или ее разработки может оказаться недопустимо большой. В этом случае дальнейшие исследования системы R прекращаются.

В противном случае система R заносится во множество допустимых робототехнических систем.

Выбор из этого множества целесообразной системы осуществляет оператор-эксперт на основе сроков окупаемости и технико-экономических показателей системы R . Выбор целесообразной системы происходит в диалоговом режиме проектирования с помощью интеллектуальных систем.

В том случае, если допустимой системы R не найдется, проектировщик либо принимает решение использовать традиционную АСУТП, либо вносит рекомендации по целесообразности увеличения средств на разработку новой, более дешевой и эффективной системы роботов.

В аналогичных системах при экстремальных условиях труда эти рекомендации приобретают характер требований.

Заключение

Разработаны теоретические положения методологии автоматизированного проектирования различных типов подсистем РоАСУ, имитационная модель исследования, с помощью которой можно получить адекватный вывод о целесообразности использования РоАСУ. Создано математическое обеспечение синтеза программ управления подсистем АСУТП и роботов-лаборантов. Результаты, полученные в данном исследовании, подтверждают результаты исследований технологического процесса производства азопигментов.

Список литературы

1. Калинин В.Ф., Погонин В.А. Планирование работы коллектива роботов-лаборантов // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 9. С. 20-24.
2. Назаров А.В., Рыжова Т.П. Методы и алгоритмы мультиагентного управления робототехнической системой // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Приборостроение». 2012. № 6. С. 93-105.
3. Белоглазов Д.А., Гайдук А.Р., Косенко Е.Ю. Групповое управление подвижными объектами в неопределенных средах. М.: Физматлит, 2015. 305 с.
4. Shuo Yang, Xinjun Mao, Sen Yang, Zhe Liu. Towards a hybrid software architecture and multi-agent approach for autonomous robot software // International Journal of Advanced Robotic Systems. 2017. Vol. 14. Is. 4. DOI: 10.1177/1729881417716088.
5. Нейдорф Р.А., Полях В.В., Черногоров И.В. Исследование эвристических алгоритмов в задачах прокладки и оптимизации маршрутов в среде с препятствиями // Известия ЮФУ. Технические науки. 2016. № 3(176). С. 127-143.

УДК 004.052.2
DOI 10.17513/snt.39944

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОЙ СИСТЕМЫ OFDM, ИСПОЛЬЗУЮЩЕЙ ЦЕЛОЧИСЛЕННЫЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В МОДУЛЯРНЫХ КОДАХ

Калмыков И.А., Чистоусов Н.К., Калмыкова Н.И., Духовный Д.В.

ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь,
e-mail: kia762@yandex.ru

Аннотация. Одним из решений, позволяющих повысить эффективность низкоорбитального спутникового интернета (НСИ), является использование метода ортогонального частотного мультиплексирования (OFDM). Замена быстрого преобразования Фурье (БПФ) на целочисленное дискретное вейвлет-преобразование (ЦДВП) позволяет уменьшить время, необходимое на ортогональное преобразование сигнала (ОПС). Для дальнейшего повышения скорости обмена данными в НСИ были разработаны математические модели выполнения ЦДВП с использованием модулярных кодов классов вычетов (МККВ). Применение МККВ позволило выполнять ортогональные преобразования сигналов параллельно по модулям. При этом при обработке сигналов между основаниями МККВ обмен промежуточных результатов не производится. Таким образом, за счет распараллеливания и использования остатков, разрядность которых значительно меньше, чем у операндов, была повышена скорость выполнения обратного и прямого ЦДВП. Однако если в МККВ внести избыточность, то данный код сможет обнаруживать и исправлять ошибки, которые возникают в процессе ОПС. Таким образом, может быть повышена отказоустойчивость системы OFDM, использующей целочисленное дискретное вейвлет-преобразование, выполняемое в МККВ. Поэтому разработка математической модели отказоустойчивой системы OFDM, функционирующей в МККВ, является актуальной задачей.

Ключевые слова: математическая модель системы OFDM, вейвлет-преобразование Хаара, модулярные коды класса вычетов, корректирующие ошибки

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-21-00036, <https://rscf.ru/project/23-21-00036/>.

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL OF A FAULT-TOLERANT OFDM SYSTEM USING INTEGER WAVELET TRANSFORMATIONS IN MODULAR CODES

Kalmykov I.A., Chistousov N.K., Kalmykova N.I., Dukhovnyy D.V.

North-Caucasian Federal University, Stavropol, e-mail: kia762@yandex.ru

Annotation. One of the solutions to improve the efficiency of low-orbit satellite Internet (LSI) is the use of orthogonal frequency multiplexing (OFDM) method. Replacing the fast Fourier transform (FFT) with an integer discrete wavelet transform (IDVT) reduces the time required for orthogonal signal conversion (OSC). To further increase the speed of data exchange in the LSI, mathematical models of the implementation of the IDVT using modular residue class codes (MRCC) were developed. The use of MRCC made it possible to perform orthogonal signal transformations in parallel across modules. At the same time, when processing signals between the bases of the MRCC, the exchange of intermediate results is not performed. Thus, due to parallelization and the use of residuals, the bit depth of which is significantly less than that of the operands, the speed of execution of the reverse and forward IDVT was increased. However, if redundancy is introduced into the ICQ, then this code will be able to detect and correct errors that occur during the OSC process. Thus, the fault tolerance of the OFDM system using an integer discrete wavelet transform performed in MRCC can be increased. Therefore, the development of a mathematical model of a fault-tolerant OFDM system operating in the MRC is an urgent task.

Keywords: mathematical model of the OFDM system, Haar wavelet transform, modular residue class codes, error correction

The study was supported by the Russian Science Foundation grant No. 23-21-00036, <https://rscf.ru/project/23-21-00036/>.

Для повышения эффективности передачи информации в низкоорбитальном спутниковом интернете (НСИ) было предложено использовать системы OFDM [1]. С целью увеличения скорости передачи информации в системах, поддерживающих технологию OFDM, в работах [2, 3] было предложено использовать вместо быстрых преобразо-

ваний Фурье целочисленные дискретные вейвлет-преобразования. Компактность данных преобразований позволяет увеличить скорость ортогональных преобразований сигналов. Для дальнейшего повышения скорости обработки сигналов было предложено реализовать в ЦДВП в модулярных кодах классов вычетов (МККВ) [4, 5]. Данная

цель достигалась за счет параллельных вычислений, которые производились по основаниям кода. Однако МККВ можно использовать и для повышения отказоустойчивости вычислительных устройств. Для этого, во-первых, расширяется набор оснований кода за счет введения дополнительных контрольных модулей. Во-вторых, необходимо разработать алгоритм проверки процесса вычислений ЦДВП в МККВ с целью выявления ошибок, возникающих из-за сбоев или отказов. Очевидно, что интеграция методов вычисления ЦДВП и принципов построения корректирующих модулярных кодов класса вычетов требует разработки математической модели отказоустойчивой системы OFDM, способной осуществлять обработку сигналов в условиях сбоев и отказов, возникающих в процессе функционирования. Поэтому разработка такой математической модели отказоустойчивой системы OFDM является актуальной задачей.

Материалы и методы исследования

1.1. Теория построения избыточных кодов МККВ

Интеграция параллельных арифметических кодов и методов вычислений ЦДВП позволила повысить скорость ортогональных преобразований сигналов за счет ускорения выполнения арифметических операций, которые используются в дискретных вейвлет-преобразованиях. Чтобы распараллелить вычисления, необходимо найти взаимнопростые числа p_1, p_2, \dots, p_n , для которых выполняется неравенство $p_1 < p_2 < \dots < p_n$. Если их перемножить, то получаем диапазон разрешенных кодовых комбинаций (КК) [6, с. 4]:

$$P_{PKK} = \prod_{i=1}^n p_i. \quad (1)$$

В этом случае разрешенную КК целого числа A можно представить как

$$A = (a_1, a_2, \dots, a_n), \quad (2)$$

где $A < P_{PKK}$; $a_i \equiv A \pmod{p_i}$, $i = 1, 2, \dots, n$.

В МККВ параллельно выполняется сложение, вычитание и умножение [7, с. 12]

$$A * E = \left(\left| a_1 * e_1 \right|_{p_1}^+, \left| a_2 * e_2 \right|_{p_2}^+, \dots, \left| a_n * e_n \right|_{p_n}^+ \right), \quad (3)$$

где $*$ – модульные операции МККВ; $E < P_{PKK}$; $e_i \equiv E \pmod{p_i}$, $i = 1, 2, \dots, n$.

Анализ (3) показывает, что данные модульные операции выполняются с соответствующими остатками по всем основаниям кода одновременно. При этом между основаниями МККВ нет связи, то есть остат-

ки друг на друга не влияют. Именно это используется при построении корректирующих МККВ. При этом данные коды имеют еще одно преимущество [8, с. 254]. Если расширить количество оснований для введения избыточности в КК, то принципы выполнения модульных операций для контрольных остатков не изменятся. Таким образом, контрольные остатки являются равноправными с информационными остатками, так определяются только модульными операциями. В этом заключено коренное отличие МККВ от других корректирующих кодов, используемых для повышения помехоустойчивости систем передачи.

1.2. Разработка метода поиска ошибочных остатков в МККВ

Для МККВ однократная ошибка представляет собой искажение одного остатка КК. Чтобы избыточный МККВ смог исправить такую ошибку, необходимо ввести контрольные основания p_{n+1}, p_{n+2} . Они выбираются из условия

$$p_{n+1} p_{n+2} \geq p_{n-1} p_n. \quad (4)$$

Из-за введения оснований, во-первых, увеличение размера кодовой комбинации:

$$A = (a_1, a_2, \dots, a_n, a_{n+1}, a_{n+2}). \quad (5)$$

Во-вторых, диапазон P_{PKK} расширяется до полного, содержащего все возможные КК:

$$P_{полн} = \prod_{i=1}^{n+2} p_i = P_{PKK} p_{n+1} p_{n+2}. \quad (6)$$

В избыточном МККВ разрешенными будут только те комбинации, для которых

$$A = (a_1, a_2, \dots, a_n, a_{n+1}, a_{n+2}) \leq P_{PKK}. \quad (7)$$

Однако проверить условие (7), не выполнив перевод КК в позиционную систему счисления (ПСС), нельзя. Решить данную проблему можно, если использовать равнозначность информационных и контрольных остатков в МККВ. В этом случае возникает возможность вычисления значений контрольных остатков a_{n+1}^*, a_{n+2}^* , используя информационные остатки. Если в процессе вычислений ошибок из-за сбоев или отказов не было, то справедливо равенство $a_{n+1}^*, a_{n+2}^* = a_{n+1}, a_{n+2}$. В этом случае имеет место равенство

$$\lambda_1 = \left| a_{n+1}^* - a_{n+1} \right|_{p_{n+1}}^+ = 0, \lambda_2 = \left| a_{n+2}^* - a_{n+2} \right|_{p_{n+2}}^+ = 0. \quad (8)$$

Если ошибки имели место, то справедливость равенства (9) нарушается.

Очевидно, что эффективность данного подхода к коррекции ошибки во многом

определяется алгоритмом, позволяющим вычислять контрольные остатки. В работе [8, с. 68–70] представлен алгоритм расширения системы оснований, то есть вычисления остатка a_{k+1} по заданному входному

вектору $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$. Данный алгоритм построен на основе Китайской теоремы об остатках (КТО), в которой, используя $n - 1$ информационный остаток, выполняет перевод в ПСС:

$$A = \sum_{i=1}^{n-1} a_i B_i - r_a P^*, \quad (9)$$

где $P^* = \prod_{i=1}^{n-1} p_i$; B_i – ортогональные базисы; $r_a = \left| \sum_{i=1}^n a_i g_i \right|_{p_n}^+$ – ранг числа A ; $g_i = \left| m_i p_i^{-1} \right|_{p_n}^+$;

m_i – вес ортогонального базиса; $i = 1, 2, \dots, n-1$, $g_n = p_n - \left| (P^*)^{-1} \right|_{p_n}^+$.

Подставив выражение для вычисления ранга в равенство (9), получаем, что

$$\alpha_{n+1} = \left| \sum_{i=1}^{n-1} \alpha_i |B_i|_{p_{n+1}}^+ + r_a \cdot \left(p_{n+1} - \left| (P^*)^{-1} \right|_{p_{n+1}}^+ \right) \right|_{p_{n+1}}^+. \quad (10)$$

Недостатком этого алгоритма является сокращение числа разрешенных комбинаций в p_n раз, так, при вычислениях используется $n - 1$ информационный остаток. Устранить этот недостаток позволяет разработанный метод вычисления контрольного остатка. Пусть задан код МККВ, состоящий из n информационных и одного контрольного основания p_{n+1} . Если КК избыточного МККВ разрешенная, то номер диапазона, в который КК подает, равен

$$H = [A / P_{PKK}] = 0. \quad (11)$$

Воспользуемся КТО для $n + 1$ оснований МККВ и подставим (9) в выражение (11). При этом учитываем, что номера диапазонов H изменяются от 0. Значит, операцию нахождения целой частного H в (11) можно заменить операцией по модулю p_{n+1} . Тогда

$$H = \left[\sum_{i=1}^{n+1} a_i B_i - r_A^{n+1} P_{PKK} p_{n+1} / P_{PKK} \right]_{p_{n+1}} = \left[\sum_{i=1}^{n+1} a_i B_i - r_A^{n+1} P_{PKK} p_{n+1} / P_{PKK} \right]_{p_{n+1}}^+. \quad (12)$$

Исходя из условия взаимной простоты оснований p_i , $i = 1, 2, \dots, n + 1$, имеем

$$B_i = [B_i / P_{PKK}] \cdot P_{PKK} + B_i^* = T_i P_{PKK} + B_i^*, \quad (13)$$

где B_i^* – ортогональный базис для МККВ, содержащего кортеж оснований p_1, p_2, \dots, p_n .

Подставим выражение (13) в равенство (12). Получаем

$$H = \left| a_{n+1} T_{n+1} + \sum_{i=1}^n a_i T_i - \left[\sum_{i=1}^n a_i B_i^* / P_{PKK} \right] \right|_{p_{n+1}}^+. \quad (14)$$

Если комбинация МККВ не содержит ошибку, то $H = 0$. Тогда справедливо

$$a_{n+1} = p_{n+1} - \left| (T_{n+1})^{-1} \right|_{p_{n+1}}^+ \left| \sum_{i=1}^n a_i T_i - \left[\sum_{i=1}^n a_i B_i^* / P_{PKK} \right] \right|_{p_{n+1}}^+. \quad (15)$$

1.3. Математическая модель отказоустойчивой системы OFDM, использующей избыточный МККВ

Математическая модель отказоустойчивой системы OFDM, использующей избыточный МККВ, включает в себя следующие этапы обработки данных.

1. На первом этапе производится перевод данных из последовательного вида в парал-

лельный. Сначала потоковые данные разбиваются на блоки $X(1), X(2), \dots, X(N)$, состоящие из D разрядов, где $D < \left\lceil \log_2 P_{PKK} \right\rceil$. Затем каждый такой блок поступает на вход прямого преобразователя ПСС-МККВ, поддерживающего 2^M -арный алгоритм вычислений, где он делится на блоки по $C = 2^M$ бит каждый. Блоки имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} |G_1|_{p_i}^+ &= \left| 2^{C-1}x_{C-1} + \dots + 2^1x_1 + 2^0x_0 \right|_{p_i}^+ \left| 2^0 \right|_{p_i}^+, \\ &\vdots \\ |G_L|_{p_i}^+ &= \left| 2^{D-1}x_{D-1} + \dots + 2^{D-C}x_{D-C} \right|_{p_i}^+ \left| 2^{D-C} \right|_{p_i}^+. \end{aligned} \quad (16)$$

Чтобы получить остатки, преобразователь вычисляет, где $i = 1, 2, \dots, n + 2$

$$X_i = X \bmod p_i = \sum_{j=0}^{L-1} (G_{L-j}) \bmod p_i. \quad (17)$$

2. На втором этапе в отказоустойчивой системе OFDM производится вычисление обратного модифицированного вейвлет-преобразования Хаара в МККВ [5]. Набор отсчетов $X(j)$ – это кортеж, включающий $\{a_i\}$ – аппроксимирующие и $\{d_j\}$ детализирующие коэффициенты ЦДВП Хаара, которые представлены в МККВ. Для выполнения обратного преобразования используются $\{\hat{h}_0, \hat{h}_1\}$ и $\{\hat{g}_0, \hat{g}_1\}$ – коэффициенты НЧ и ВЧ фильтров Хаара. Математически данное обратное преобразование записывается выражением для

$$S(j) \bmod p_i = \left(X(j) \bmod p_i \cdot \hat{h}_1 \bmod p_i + X(j+1) \bmod p_i \cdot \hat{h}_0 \bmod p_i \right) \bmod p_i, \quad (18)$$

$$S(j+1) \bmod p_i = \left(X(j) \bmod p_i \cdot \hat{g}_1 \bmod p_i + X(j+1) \bmod p_i \cdot \hat{g}_0 \bmod p_i \right) \bmod p_i, \quad (19)$$

где $\hat{h}_0 = \hat{g}_0 = \hat{g}_1 = \left[V/\sqrt{2} \right] \bmod P_{PKK}$; $\hat{h}_1 = \left(P_{PKK} - \left[V/\sqrt{2} \right] \right) \bmod P_{PKK}$; $V = 2^W$ – коэффициент масштабирования; $W = 1, 2, \dots$; $i = 1, 2, \dots, n + 2$; $j = 1, 2, \dots, N - 1$.

3. Представленные в избыточном МККВ вычисленные временные отсчеты $S(1) = (S_1(1), \dots, S_{n+2}(1))$, ..., $S(N) = (S_1(N), \dots, S_{n+2}(N))$ необходимо перевести в ПСС. Для этого используется обратный кодопреобразователь, реализующий КТО [7, с. 81]. Для этого надо сначала получить ортогональные базисы МККВ согласно

$$B_i = P_i m_i = m_i P_{\text{полн}} / p_i, \quad (20)$$

где $m_i = (P_i)^{-1} \bmod p_i$ – вес ортогонального базиса; $i = 1, 2, \dots, n + 2$.

Тогда согласно КТО обратный перевод МККВ-ПСС реализуется

$$S(j) = \sum_{i=1}^{n+2} S_i(j) B_i \bmod P_{\text{полн}}. \quad (21)$$

Одновременно с этим преобразованием выполняется разработанный метод поиска и исправления ошибки. Для этого сначала вычисляются контрольные вычеты:

$$S_{n+1}^*(j) = p_{n+1} - \left| (T_{n+1})^{-1} \right|_{p_{n+1}}^+ \left| \sum_{i=1}^n S_i(j) T_i - \left[\sum_{i=1}^n S_i(j) B_i^* / P_{PKK} \right] \right|_{p_{n+1}}^+, \quad (22)$$

$$S_{n+2}^*(j) = p_{n+2} - \left| (T_{n+2})^{-1} \right|_{p_{n+2}}^+ \left| \sum_{i=1}^n S_i(j) T_i - \left[\sum_{i=1}^n S_i(j) B_i^* / P_{PKK} \right] \right|_{p_{n+2}}^+. \quad (23)$$

Затем выполняется вычисление невязки:

$$\lambda_1 = \left| S_{n+1}^*(j) - S_{n+1}(j) \right|_{p_{n+1}}^+, \quad \lambda_2 = \left| S_{n+2}^*(j) - S_{n+2}(j) \right|_{p_{n+2}}^+. \quad (24)$$

Если $\lambda_1 = \lambda_2 = 0$, то в процессе ортогональной обработки сигналов сбоев и отказов не было. Пусть в процессе выполнения обратного ЦДВП Хаара в i -м остатке произошла ошибка. Тогда КК имеет вид

$$\tilde{S}(j) = (S_1, S_2, \dots, + \tilde{S}_i, \dots, S_{n+2}) = (S_1, S_2, \dots, \left| \tilde{S}_i + \Delta S_i \right|_{p_i}^+, \dots, S_{n+2}),$$

где $\Delta S_i = \{1, 2, \dots, S_i - 1\}$ – глубина ошибки. В этом случае имеем $\lambda_1 \neq 0, \lambda_2 \neq 0$.

Затем происходит коррекция ошибки

$$S(j) = \tilde{S}(j) + \Delta S_i B_i \text{ mod } P_{\text{полн}}. \quad (25)$$

Исправленные отсчеты $S(1), S(2), \dots, S(N)$ поступают на вход АЦП, где преобразуются в аналоговый сигнал, который подается на модулятор, а затем в канал связи.

На приемной стороне аналоговый сигнал с помощью ЦАП преобразуется в кортеж отсчетов $S(1), S(2), \dots, S(N)$, которые подаются на преобразователь ПСС-МККВ, с выхода которого снимаются КК МККВ $S(1) = (S_1(1), \dots, S_{n+2}(1)), \dots, S(N) = (S_1(N), \dots, S_{n+2}(N))$.

Далее выполняется прямое ЦДВП Хаара в МККВ, что позволяет получить значения коэффициентов $\{a_i\}$ и $\{d_j\}$ в следующем виде: КК $X(1) = (X_1(1), \dots, X_{n+2}(1)), \dots, X(N) = (X_1(N), \dots, X_{n+2}(N))$. Полученные комбинации поступают на обратный кодопреобразователь МККВ-ПСС, который на основе КТО получает блоки данных длиной D разрядов, используя выражение (21). Одновременно с этим выполняется метод поиска и исправления ошибки согласно (14) и (15). Если $\lambda_1 = \lambda_2 = 0$, то в процессе ортогональной обработки сигналов сбоев и отказов не было. Если $\lambda_1 \neq 0, \lambda_2 \neq 0$, то производится коррекция ошибки искаженного отсчета $\tilde{X}(j)$ согласно (25).

Результаты исследования и их обсуждение

Пусть имеем основания $p_1 = 63, p_2 = 64, p_3 = 65$. Тогда $P_{\text{МККВ}} = 262080$, что позволяет использовать 9-разрядные входные данные и коэффициенты Хаара. В качестве контрольных выбрали $p_4 = 67, p_5 = 71$. Тогда $P_{\text{полн}} = 1246714560$. Пусть, коэффициент масштабирования $V = 2^8$. Пусть на вход передатчика поступили два отсчета $X1 = 221$ и $X2 = 198$, которые поступили на вход преобразователя ПСС-МККВ. Кодовые комбинации МККВ входных отсчетов $X1$ и $X2$, коэффициентов Хаара, отсчетов сигналов $S1$ и $S2$ показаны в таблице.

При вычислении $S1$ и $S2$ были использованы выражения (18) и (19). Проведем проверку... КК $(S(1)) = 3801 = (21, 25, 31, 49, 38)$. Вычислим ортогональные базисы для оснований $p_1 = 63, p_2 = 64, p_3 = 65, p_4 = 67$. Представим их, как показано выражением (13). Тогда

$$B_1 = 2229760 = 8P_{\text{МККВ}} + 133120,$$

$$B_2 = 5761665 = 21P_{\text{МККВ}} + 257985;$$

$$B_3 = 13237056 = 50P_{\text{МККВ}} + 133056;$$

$$B_4 = 13890240 = 53P_{\text{МККВ}}.$$

Находим $\left| (T_4)^{-1} \right|_{d_4}^+ = 43$. Подставляем в выражение (22). Получаем

$$S_4^*(1) = 67 - \left| 43 \left| 21 \cdot 8 + 25 \cdot 21 + 31 \cdot 50 + \left[\frac{21 \cdot 133120 + 25 \cdot 257985 + 31 \cdot 133056}{262080} \right] \right|_{67}^+ \right|_{67}^+ = 49.$$

Аналогичным образом получили второй контрольный остаток $S_5^*(1) = 38$. Подставляем в выражение (24) и получаем $\lambda_1 = \lambda_2 = 0$. Значит, ошибки в кодовой комбинации нет. Пусть ошибка произошла в первом остатке, тогда КК имеет вид $\tilde{S}1 = (\tilde{5}, 25, 31, 49, 38)$. Глубина ошибки равна $\Delta S_1 = 47$. Используя выражения (22) и (23), получаем $S_4^*(1) = 44$ и $S_5^*(1) = 8$. Так как $\lambda_1 = 62, \lambda_2 = 30$, то согласно (25) происходит исправление ошибки:

$$S(1) = \tilde{S}(1) + \Delta S_1 B_1 \text{ mod } P_{\text{полн}} = \left| 930092441 - 47 \cdot 19789120 \right|_{1246714560}^+ = 3801.$$

Вычисление первых двух отсчетов сигналов ЦДВП Хаара в МККВ

	$X1$	$X2$	\hat{h}_0	\hat{h}_1	\hat{g}_0	\hat{g}_1	$S1$	$S2$
В ПСС	220	199	181	-181	181	181	3801	75839
$p_1 = 63$	31	10	55	8	55	55	21	50
$p_2 = 64$	28	7	53	11	53	53	25	63
$p_3 = 65$	25	4	51	14	51	51	31	49
$p_4 = 67$	19	65	47	20	47	47	49	62
$p_5 = 71$	7	57	39	32	39	39	38	11

Заключение

В статье представлена математическая модель отказоустойчивой системы OFDM, использующей ЦДВП Хаара в МККВ. Разработан метод коррекции ошибок на основе расширений системы оснований. Разработанный метод позволяет провести вычисление контрольных остатков, на основе кортежа информационных, имея больший диапазон разрешенных кодовых комбинаций по сравнению с [8, с. 68–70]. Рассмотрен процесс вычисления отсчетов сигнала с помощью обратного ЦДВП Хаара, а также процесс поиска и коррекции ошибок с использованием трех информационных $p_1 = 63$, $p_2 = 64$, $p_3 = 65$ и контрольных оснований $p_4 = 67$, $p_5 = 71$. Применение разработанного метода позволило увеличить P_{PKK} в 65 раз по сравнению с алгоритмом [8, с. 68–70].

Список литературы

1. Shreehari H.S. Makam Supreeth Starlink Satellite Internet Service // International Journal of Research Publication and Reviews. 2022. Vol. 3, Is. 6. P. 4501–4504.
2. Yücel G., Altun A.A. Comparative Performance Analysis of FFT Based OFDM and DWT Based OFDM Systems // Journal of New Results in Science. 2016. № 12. P. 272–287.
3. Artee Kumari Vats, Kuldeep Pandey Comparative analysis of FFT OFDM and DWT OFDM for MIMO systems over Rayleigh fading channel // Journal of Engineering Technology and Medical Sciences. 2023. Vol. 6, Is. 3. P. 40–43.
4. Чистоусов Н.К., Калмыкова Н.И. Ортогональная обработка сигналов с использованием математических моделей целочисленных вейвлет-преобразований, реализованных в модулярных кодах классов вычетов // Инженерный вестник Дона. 2023. № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2023/8273 (дата обращения: 13.02.2024).
5. Kalmykov I.A., Dukhovnyj D.V. Development of a Mathematical Model for Performing the Haar Wavelet Transform in Parallel Modular Codes. Proceedings. 2023 International Russian Automation Conference. RusAutoCon. 2023. P. 466–470.
6. Ananda M. Residue Number Systems. Theory and Applications. Springer International Publishing Switzerland, 2016. 351 p.
7. Omondi A., Premkumar B. Residue Number Systems: Theory and Implementation // Imperial College Press. UK, 2007. 293 p.
8. Червяков Н.И., Коляда А.А., Ляхов П.А. Модулярная арифметика и ее приложения в инфокоммуникационных технологиях. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017. 400 с.

УДК 004.852
DOI 10.17513/snt.39945

СЕМАНТИЧЕСКАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ ТЕКСТОВЫХ ПОЛЕЙ И ТАБЛИЦ В ДОКУМЕНТЕ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ АРХИТЕКТУРЫ UNETFORMER

^{1,2}Климов А.М., ^{1,2}Котюжанский Л.А., ²Четверкин Н.В.

¹ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: ak12wirexia122@gmail.com;

²ООО «Нексус», Екатеринбург, e-mail: nexus077@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается применение архитектуры UNetFormer для решения задачи семантической сегментации текстовых строк и таблиц в документах. Цель исследования – решение задачи семантической сегментации для документов, имеющих особенности, которые могут встречаться на одной странице документа: различные ориентации текста, таблицы, шумы и инородные объекты (печати, подписи). В качестве решения поставленной задачи была выбрана архитектура нейронной сети для семантической сегментации – UNetFormer, которая показывает высокую эффективность в других задачах: семантической сегментации спутниковых и медицинских снимков. Также для более эффективного обучения авторы предлагают использование метода аугментации данных в реальном времени с помощью генерации и преобразования реальных данных. Для определения ориентации текста в обучающих данных использовались карты, соответствующие различным ориентациям текста, а также карты для детекции таблиц (их ребер и узлов) и ядер строк для более точного вырезания текстовых прямоугольников с последующей обработкой моделью распознавания текста. Полученные результаты демонстрируют высокий показатель среднего значения индекса Жаккара (mIoU = 0,833) на датасете из 1230 размеченных документов, собранном авторами.

Ключевые слова: UNet, UNetFormer, детекция текста, семантическая сегментация документов, оптическое распознавание текста

SEMANTIC SEGMENTATION OF TEXT FIELDS AND TABLES IN A DOCUMENT BASED ON THE UNETFORMER ARCHITECTURE

^{1,2}Klimov A.M., ^{1,2}Kotyuzhanskiy L.A., ²Chetverkin N.V.

¹Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, e-mail: ak12wirexia122@gmail.com;

²ООО «Nexus», Yekaterinburg, e-mail: nexus077@gmail.com

Annotation. The article discusses the application of the UNetFormer architecture to solve the problem of semantic segmentation of text strings and tables in documents. The purpose of the study is to solve the problem of semantic segmentation for documents that have features that can occur on one page of a document: different orientations of text, tables, noises and foreign objects (seals, signatures). As a solution to this problem, the neural network architecture for semantic segmentation, UNetFormer, was chosen, which shows high efficiency in other tasks: semantic segmentation of satellite and medical images. Also, for more effective training, the authors suggest using the real-time data augmentation method by generating and converting real data. To determine the orientation of the text in the training data, maps corresponding to different orientations of the text were used, as well as maps for detecting tables (their edges and nodes) and string kernels for more accurate cutting of text rectangles with subsequent processing by a text recognition model. The results obtained demonstrate a high indicator of the average value of the Jacquard index (mIoU = 0.833) on a dataset of 1230 marked-up documents collected by authors.

Keywords: UNet, UNetFormer, text detection, documents semantic segmentation, optical text recognition

В настоящее время системы оптического распознавания текста обладают широким спектром функциональных применений, включая возможность интеграции в системы автоматизированного документооборота. Кроме того, данные системы могут использоваться для автоматизации создания форм документов в случаях, когда отсутствует исходный файл, а также для автоматизированного извлечения необходимых данных из фотографий или отсканированных изображений документов [1]. Обычно система оптического распознавания текста

включает в себя два основных модуля [2]: сегментации текстовых строк в документе и распознавания детектированных строк, то есть преобразования изображения в текстовую строку.

Задача сегментации текстовых строк в документе является ключевым этапом в области оптического распознавания текста. Разработка эффективных методов для решения этой задачи представляет собой обязательное условие для обеспечения высокой точности и производительности системы распознавания текста.

No. Ref.	Наименование технологического процесса/ Technical Process Description	Ответственный за процесс/ Responsible for the Process	НТД/ NTD	Периодичность контроля/ Frequency of Inspection/ Test/	Критерий приемки, Спецификация, Чертеж/ Acceptance - Criteria, Specification, Drawing	Документы/ Records	Статус Sta Руководитель работ / Work superintendent
No. Ref.	Наименование технологического процесса/ Technical Process Description	Ответственный за процесс/ Responsible for the Process	НТД/ NTD	Периодичность контроля/ Frequency of Inspection/ Test/	Критерий приемки, Спецификация, Чертеж/ Acceptance - Criteria, Specification, Drawing	Документы/ Record	Статус Sta Руководитель работ / Work superintendent

Рис. 1. На верхнем изображении – пример работы MultiplexedOCR [5], красные рамки – найденные алгоритмом текстовые строки, зеленые – текст, распознанный системой. На нижнем изображении – пример работы алгоритма, предлагаемого авторами, зеленые рамки – найденные текстовые строки, красные рамки – разделение текстовых строк на отдельные слова

Существует множество подходов для решения данной задачи, основанных как на алгоритмах компьютерного зрения, например smearing [3], так и методах с использованием нейронных сетей [4]: например, в работе Ц. Хуана [5] и в статье М. Буста, Л. Неймана и Дж. Мэйтаса [6] для детекции текста на изображении используется подход с использованием нейронных сетей. Эти решения не обладают достаточным качеством сегментации строк на собранных авторами данных (далее датасет Nexus): возникают ложноположительные срабатывания на дефекты печати и сканирования, ложноотрицательные срабатывания на ориентации, отличных от нормальной. К системе предъявляются высокие требования качества распознавания, поэтому подобные ошибки имеющихся решений неприемлемы. Существующие системы имеют еще один существенный недостаток: они не способны определять ориентацию строк (например, текст, повернутый на 90 градусов), что ведет к ошибке в OCR. Сравнение работы на датасете Nexus алгоритма MultiplexedOCR [5] и предлагаемого авторами можно увидеть на рис. 1. Собранный датасет имеет следующую специфику: строки в пределах одного документа могут иметь разную ориентацию, имеются наложения рукописного текста и печатей поверх таблиц и печатного текста.

Эффективное определение позиции и размера текстовых областей непосредственно влияет на качество всей системы оптического распознавания текста. Неверное определение текстовой области приводит к падению точности распознавания текста, к нему можно отнести:

1) невыделение текста;

2) выделение как текста объекта, не являющегося текстом;

3) «срастание» выделенных областей текста.

Поэтому повышение эффективности методов семантической сегментации документов играет решающую роль в обеспечении успешного функционирования системы оптического распознавания текста.

В работе предлагается метод решения вышеизложенных проблем, основанный на подходе с использованием архитектуры UNetFormer. Эта архитектура направлена на повышение эффективности и точности в задачах семантической сегментации спутниковых снимков [7] и медицинских изображений [8]. Целью этого исследования является решение задачи семантической сегментации документов на основе архитектуры UNetFormer.

Материалы и методы исследования

Архитектура решения

Для решения задачи используется архитектура UNetFormer на базе предобученного ResNet-18 в качестве энкодера и декодера с блоками Global Local Attention. Известные архитектуры нейронных сетей для решения задачи семантической сегментации, основанные на сверточных слоях, такие как SegNet [9], UNet [10], имеют ограниченное рецептивное поле, поэтому они извлекают только признаки ближнего контекста, игнорируя или слабо реагируя на признаки, находящиеся вне зоны рецептивного поля. Из-за этого существенного недостатка могут пропадать недостаточно контрастные строки и линии таблиц. Блоки Global Local Attention помогают модели из-

влекать также признаки дальнего контекста, что приводит к существенному росту качества семантической сегментации, что и показывают в статье, посвященной архитектуре UNetFormer [7]. Модель возвращает N карт сегментации по количеству классов. То есть выходной тензор имеет размерность

$$(B, N, H, W),$$

где B – размер батча, N – число семантических классов, H, W – высота и ширина входного изображения соответственно. Каждая карта размерности $(B, 1, H, W)$ – батч бинарных изображений, соответствующих положению объектов присущего этой карте класса на исходных изображениях. В нашем случае число классов $N = 7$:

- 1) текст, ориентированный горизонтально (0 градусов);
- 2) текст, повернутый на 90 градусов по часовой стрелке;
- 3) текст, повернутый на 90 градусов против часовой стрелки;
- 4) текст, повернутый на 180 градусов;
- 5) узлы таблиц;
- 6) ребра таблиц;
- 7) ядра строк – тонкие линии, проведенные через середину строки вдоль направления текста (рис. 4).

В отличие от статьи [7] карта фона (специальный класс для пикселей, не принадле-

жащих ни одному из семантических классов) не используется.

Подобное разбиение на классы позволяет определить ориентацию каждого текстового поля на этапе сегментации и повернуть вырезанный прямоугольник с текстом на необходимый угол при подаче на вход системе распознавания текста. Также данное разбиение позволяет определить позицию и структуру таблиц, а также ориентацию страницы документа в целом.

Функция потерь и оптимизатор

В качестве функции потерь была выбрана на комбинированная функция:

$$L = \alpha L_{dice} + L_{SoftLogitsBCE} + P, \quad (1)$$

основанная на работе [7], адаптированная под задачу добавлением слагаемого P , где $\alpha = 0.4$, а составляющие функции потерь определяются как

$$L_{dice} = 1 - \frac{2}{B} \sum_{i=1}^B \sum_{j=1}^N \frac{\hat{y}_j^i \wedge y_j^i}{\hat{y}_j^i \vee y_j^i}, \quad (2)$$

где \hat{y}_j^i – предсказанная моделью карта для i -го сэмпла и j -го класса, y_j^i – маска i -го сэмпла и j -го, класса, \wedge – операция поэлементного логического «и», \vee – операция поэлементного логического «или».

$$L_{SoftLogitsBCE} = -\frac{1}{B} \sum_{i=1}^B \sum_{j=1}^N y_j^i \cdot \ln(\sigma(\tilde{y}_j^i)) + (1 - y_j^i) \cdot \ln(1 - \tilde{y}_j^i), \quad (3)$$

$$\tilde{y}_j^i = \beta \cdot (1 - \hat{y}_j^i) + (1 - \beta) \cdot \hat{y}_j^i, \quad (4)$$

где β – сглаживающая константа.

С целью уменьшения «срастания» строк было добавлено слагаемое в функцию потерь:

$$P = \gamma \sum_{i=1}^B \sum_{j=1}^N \hat{y}_j^i \oplus y_j^i,$$

где \oplus – операция поэлементного XOR, а $\gamma = 14$. Это слагаемое позволяет дополнительно штрафовать модель за расхождение с целевым тензором. Задача минимизации $L \rightarrow \min$ решалась оптимизатором Adam [11] с различными скоростями обучения для энкодера и декодера: $lr_{encoder} = 6 \cdot 10^{-5}$, $lr_{decoder} = 10^{-3}$.

Подход к обучению и аугментации данных

На вход модели подавались трехканальные изображения разрешением 1024x1024,

то есть тензор размерности $(B, 3, 1024, 1024)$, тензор ожидаемых масок имеет размерность $(B, 7, 1024, 1024)$. Схема подготовки обучающих данных представлена на рис. 2.

Все эти действия происходят в реальном времени, то есть генерация изображений происходит непосредственно во время обучения модели. Предложенный подход позволяет создать разнообразие данных, подаваемых модели и увеличить ее обобщающую способность, что положительно сказывается на качестве обучения и предотвращает переобучение. Пример входных данных и масок для них по классам можно увидеть на рис. 3.

Решение проблемы пересечения строк

При использовании обученной модели обнаружилась проблема «срастания» («срастание» или пересечение строк – вид ошибки, при котором n строк определяются алгоритмом сегментации строк как одно целое) находящихся близко строк, возникающая из-за ошибок в разметке датасета, а также за счет ошибок самой модели сегментации.

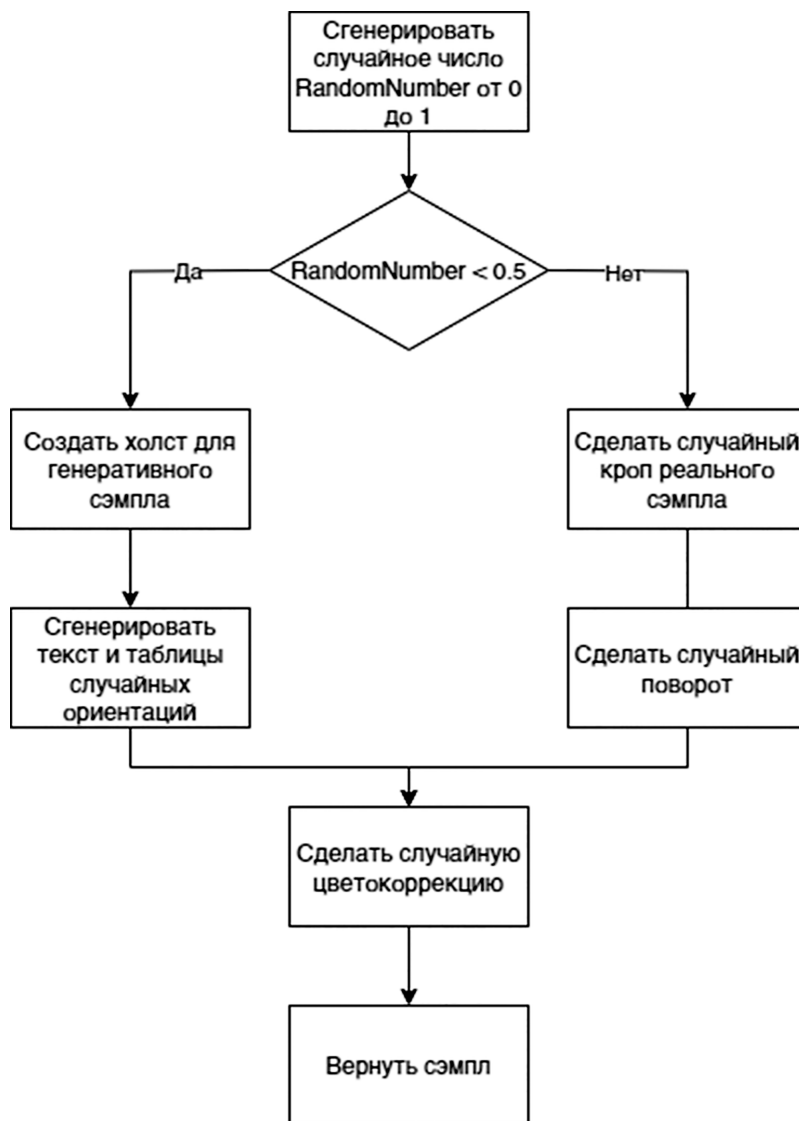


Рис. 2. Схема генерации сэмплов для обучения и валидации модели

«Срастание» строк приводит к неправильной вырезке текстовых прямоугольников, а далее к неверному распознаванию текста в вырезанных областях. Для решения этой проблемы используются два подхода: дополнительная карта, о которой написано выше – карта ядер строк и дополнительном слагаемом в функции потерь. Комбинированный подход позволяет избежать большинства проблем при распознавании текста, связанных с такой особенностью работы модели сегментации. Пример разделения пересекающихся строк можно увидеть на рис. 4.

Результаты исследования и их обсуждение

Для вычисления метрик качества обученной модели используются не попавшие

в тренировочную выборку, а также генерируемые в реальном времени данные. Ключевая метрика качества модели для нашего исследования – mIoU (средний индекс Жаккара). Также важным является индекс Жаккара для каждого класса отдельно. Значения для этих метрик приведены в таблице.

Высокие значения этих метрик обусловлены самой архитектурой выбранной модели, поскольку UNetFormer учитывает как локальный (ближний), так и дальний контекст. Не последнюю роль играет количество и разнообразие данных. Предложенный подход к обучению позволяет постоянно подавать модели новые данные для обучения, что положительно сказывается на работе модели в реальных условиях на неизвестных ранее данных.

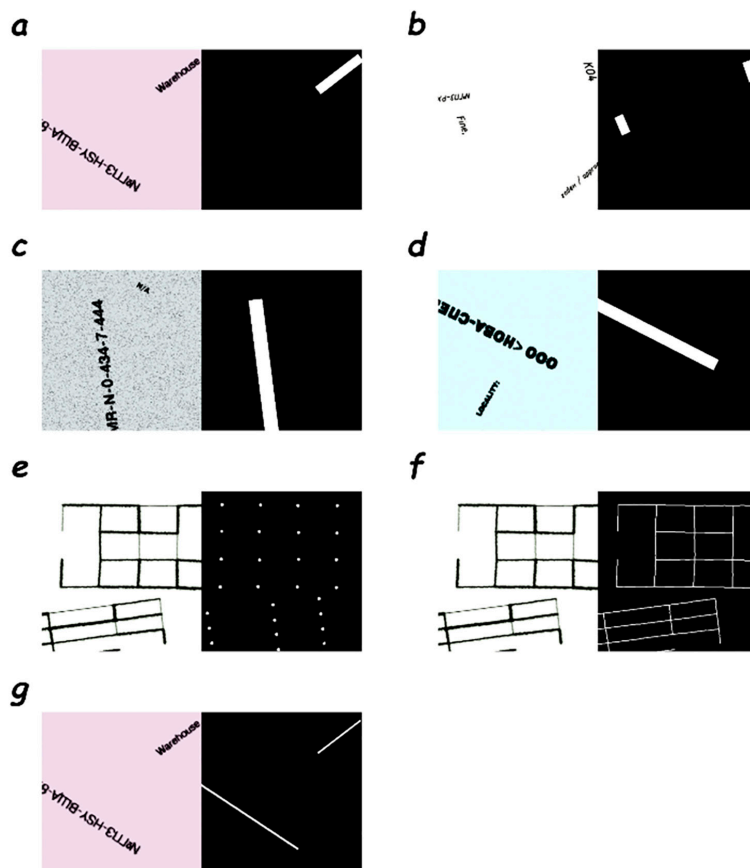


Рис. 3. Сгенерированные изображения и маски для обучения. Пары входное изображение – маска: a – строк горизонтальной ориентации текста (0 градусов), b – строк, повернутых на 90 градусов по часовой стрелке, c – строк, повернутых на 90 градусов против часовой стрелки, d – строк, повернутых на 180 градусов, e – узлов таблиц, f – ребер таблиц, g – ядер строк

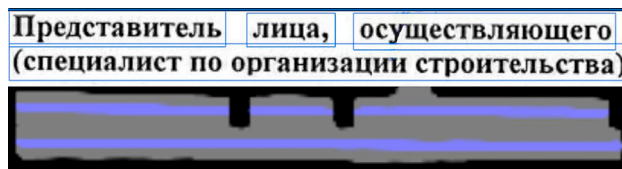


Рис. 4. Пример разделения пересекающихся строк на карте сегментации с помощью карты ядер строк. Серым цветом изображен результат сегментации текстовых строк нормальной ориентации, фиолетовым – результат сегментации ядер строк. Синие рамки вокруг текста – определенные алгоритмом текстовые строки

Метрики обученной модели на тестовых данных

Метрика	Значение
mIoU	0,833
IoU для карты нормальной ориентации	0,895
IoU для карты ориентации 90 градусов по часовой стрелке	0,886
IoU для карты ориентации 90 градусов против часовой стрелки	0,887
IoU для карты ориентации 180 градусов	0,894
IoU для карты узлов таблиц	0,798
IoU для карты ребер таблиц	0,741
IoU для карты ядер строк	0,730

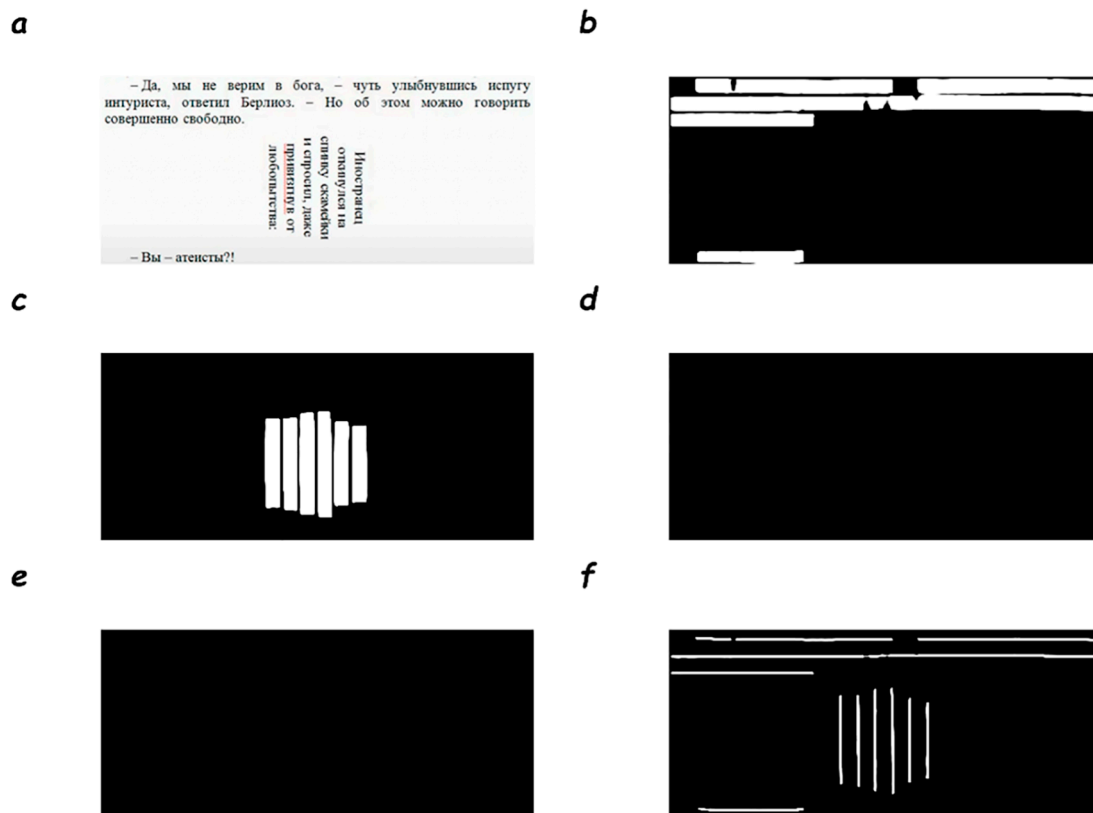


Рис. 5. Результат сегментации моделью; а – входное изображение, б – карта горизонтальной ориентации текста, с – карта текста, повернутого на 90 градусов по часовой стрелке, д – карта текста, повернутого на 90 градусов против часовой стрелки, е – карта текста, повернутого на 180 градусов, ф – карта ядер строк

Важным достоинством модели является скорость предсказания: 8–12 мс при размере входного изображения 6 мегапикселей на графическом процессоре Nvidia RTX 3080Ti. Примеры работы модели сегментации на реальных документах можно увидеть на рис. 5.

Заключение

В статье показана возможность эффективного применения архитектуры UNetFormer в задаче детекции текстовых полей с учетом их ориентации и таблиц в документах, и подход к решению такой задачи. Для любой системы OCR детекция текста является одной из подзадач, которую требуется решить для построения системы. Документы, обрабатываемые такими системами, могут иметь особенности: таблицы, текст, имеющий ориентацию, отличную от нормальной, близко расположенный текст, наложения объектов друг на друга, тени, печати. Разработанная система способна распознавать все возможные ориентации текста и таблицы, что позволяет избежать проблем неверного распознавания

текста из-за ошибки в определении ориентации, а также сохранять информацию о структуре документа (положении текстовых полей, таблицах).

UNetFormer показывает высокие значения метрики Жаккара в задаче семантической сегментации документов, значит, можно сделать вывод о том, что модель подходит для решения такой задачи.

Список литературы

1. Котюжанский Л.А., Четверкин Н.В., Протасевич А.А., Кочеров Р.В., Рьжкова Н.Г. Классификация сканированных документов с использованием сверточной нейросети // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 6. С. 45–49.
2. Полохин Д.А., Сальников И.И. Методы и этапы распознавания рукописного текста // Научное обозрение. Педагогические науки. 2019. № 3. С. 71–74.
3. Wong K.Y., Casey R.G., Wahl F.M. Document analysis system // IBM Journal of Research and Development. 1982. Vol. 26, Is. 6. P. 647–656. DOI: 10.1147/rd.266.0647.
4. Wang X., He Z., Wang K., Wang Y., Zou L., Wu Z. A survey of text detection and recognition algorithms based on deep learning technology // Neurocomputing. 2023. Vol. 556. DOI: 10.1016/j.neucom.2023.126702.
5. Huang J., Pang G., Kovvuri R., Toh M., Liang K.J., Krishnan P., Yin X., Hassner T. A multiplexed network for end-to-end, multilingual OCR // 2021 IEEE/CVF Conference on

- Computer Vision and Pattern Recognition. 2021. P. 4547–4557. [Электронный ресурс]. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9577633> (дата обращения: 17.01.2024).
6. Busta M., Neumann L., Matas J. Deep textspotter: An end-to-end trainable scene text localization and recognition framework // 2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV). IEEE, 2017. P. 2380–7504. [Электронный ресурс]. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8237504> (дата обращения: 17.01.2024).
7. Wang L., Li R., Zhang C., Fang S., Duan C., Meng X., Atkinson P.M. Unetformer: A unet-like transformer for efficient semantic segmentation of remote sensing urban scene imagery // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 2022. Vol. 190. P. 196–214. DOI: 10.1016/j.isprs.2022.06.008.
8. Hatamizadeh A., Xu Z., Yang D., Li W., Roth H., Xu D. Unetformer: A unified vision transformer model and pre-training framework for 3d medical image segmentation // Cornell University. 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/abs/2204.00631> (дата обращения: 17.01.2024).
9. Badrinarayanan V., Henda A., Cipolla R. Segnet: A deep convolutional encoder-decoder architecture for robust semantic pixel-wise labelling // Cornell University. 2015. [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/abs/1505.07293> (дата обращения: 17.01.2024).
10. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation // MICCAI 2015. P. 234–241. [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/abs/1505.04597> (дата обращения: 17.01.2024).
11. Kingma D.P., Ba J. Adam: A method for stochastic optimization // Cornell University. 2017. [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/abs/1412.6980> (дата обращения: 17.01.2024).

УДК 004.9

DOI 10.17513/snt.39946

КЛАССИФИКАЦИЯ ДАННЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ ЗАПРОСОВ В ЗАДАЧЕ МОНИТОРИНГА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Максимов А.Ю.

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

Аннотация. В процессе эксплуатации информационных систем осуществляется мониторинг, позволяющий обеспечить их работоспособность и бесперебойную работу. При этом зачастую пороговые значения систем мониторинга задаются экспертами и не позволяют учитывать режим работы системы. В статье формулируются общие определения систем мониторинга, рассматривается подход к классификации данных мониторинга информационных систем на основе анализа распределения времени обработки http-запросов, проходящих через балансировщик нагрузки. Выделяются интервалы с максимальной плотностью распределения времени обработки запросов, описывается их физический смысл, на основе распределения составляется конечная цепь Маркова. Создается визуализация распределения запросов по уровням в зависимости от времени суток. На основе данных журналов балансировки за другой период времени делается вывод о необходимости повторного вычисления параметров метода при изменении конфигурации системы; на основе случайных выборок проверяется стабильность работы метода и информационной системы. Формулируется гипотеза о связи изменения характера распределения запросов по интервалам с изменением режима работы системы. Формулируется алгоритм применения данного метода на практике, его предположительные достоинства и недостатки, ограничения, выделяются дальнейшие направления исследований.

Ключевые слова: мониторинг информационных систем, балансировка нагрузки, цепи Маркова, анализ данных, время обработки http-запросов

MULTI-CRITERIA CLASSIFICATION OF INFORMATION SYSTEM MONITORING DATA

Maksimov A.Yu.

MIREA State University, Moscow, e-mail: apcel@yandex.ru

Annotation. During the operation of information systems, monitoring is used, which ensures its operability and uninterrupted operation. At the same time, the threshold values of monitoring systems are often set by experts and do not allow taking into account the operating mode of the system. The article formulates general definitions of monitoring systems, considers an approach to classification of information systems monitoring data based on an analysis of the distribution of processing time for http requests passing through a load balancer. Intervals are identified, in which the density of distribution of the request processing time is maximum, their physical meaning is described, a Markov chain is described based on the distribution. A visualization of the distribution of requests by level depending on the time of day is created. Based on the balancing log data for another period of time, it is concluded that the method parameters need to be recalculated when the system configuration is changed; on the basis of random samples, the stability of the method and the information system is checked. A hypothesis is formulated about the relationship between the change in the nature of the distribution of requests over intervals and the change in the operating mode of the system. An algorithm for applying this method in practice is formulated, its supposed advantages and disadvantages, limitations, and further areas of research are highlighted.

Keywords: information technology system monitoring, load balancing, Markov chains, data analysis, http requests processing time

Эксплуатация и сопровождение информационной системы (ИС) являются основным этапом жизненного цикла ИС, в интересах которого производится проектирование, разработка и тестирование программного обеспечения. С целью оперативного исправления возникающих проблем в работе ИС, их ретроспективного анализа используется мониторинг в виде автоматизированного наблюдения за соответствующим программным обеспечением. Однако зачастую пороговые значения системы мониторинга задаются на основе экспертных оценок, что не всегда позволяет отслеживать изме-

нение параметров работы системы. В статье предлагается подход к выделению профиля работы распределенной информационной системы на основе анализа времени обработки запросов на примере http-запросов.

Цель исследования – рассмотреть подход к выделению пороговых данных системы мониторинга, позволяющий снизить влияние экспертных оценок на процесс мониторинга ИС.

Материалы и методы исследования

К числу основных понятий мониторинга ИС относятся метрики и триггеры. Ме-

трики – элементы данных, сохраняющие текущее и историческое значение конкретного параметра эксплуатируемой системы. Они могут принимать числовые значения, хранить текстовые данные, агрегироваться системой мониторинга по заданному правилу, либо генерироваться и собираться эксплуатируемой системой мониторинга при помощи механизма автоматического обнаружения метрик. Таких метрик может быть огромное множество – как стандартных, отражающих потребление аппаратных ресурсов USE-метрик [1], так и специфичных, например, бизнес-метрик, отражающих параметры протекающих в системе бизнес-процессов [2].

Триггеры – правила или пороговые значения конкретной метрики, набора метрик. При наблюдении заданного правила создается событие мониторинга. Событие мониторинга может отображаться по запросу или автоматически направляться адресатам в виде информационного сообщения; система мониторинга может выполнять заданные действия при возникновении события. Правила обработки метрик зачастую задаются вручную и имеют в своей основе нечеткую логику: «если значение количественного параметра $A > 0$ и значение количественного параметра $B = 0$, сгенерировать событие». Некоторые системы мониторинга позволяют совершать операции над историческими данными: «если максимальное значение количественного параметра A последние 10 минут не превышает 15, сгенерировать событие мониторинга». Подобные правила зачастую задаются вручную на основе ин-

туитивных догадок управляющих ИС мониторинга экспертов.

Визуализация – это отображение выбранных элементов данных и их исторических значений на графиках и их коллекциях. Она позволяет визуально анализировать тренды изменения параметров работы ИС, определять пороговые значения для задания триггеров или исправлять не покрытые правилами создания событий ситуации, заводить новые триггеры.

Таким образом, можно констатировать, что распространен анализ работы ИС на основе мониторинга ее ПО вручную, по интуитивно понятным алгоритмам и методам, что ведет к низкой оперативности обработки результатов мониторинга и их недостаточной достоверности в выявлении причин изменения показателей (характеристик) работы ИС.

В настоящей статье предлагается формальный метод построения триггеров для метрик, измеренных в количественной шкале. В качестве примера использован класс метрик, характеризующих выход режима работы ИС за стандартные рамки, причиной чего могут выступать сбой оборудования, программ, отклонение соответствующих показателей от их ожидаемых значений. Для определенности рассмотрим одну из таких метрик – время обслуживания http-запросов, проксируемых на одном централизованном балансировщике нагрузки. Наличие централизованного балансировщика позволяет обрабатывать данные в едином узле, избегая связанных с согласованностью данных проблем [3] и упрощая алгоритм работы мониторинга.

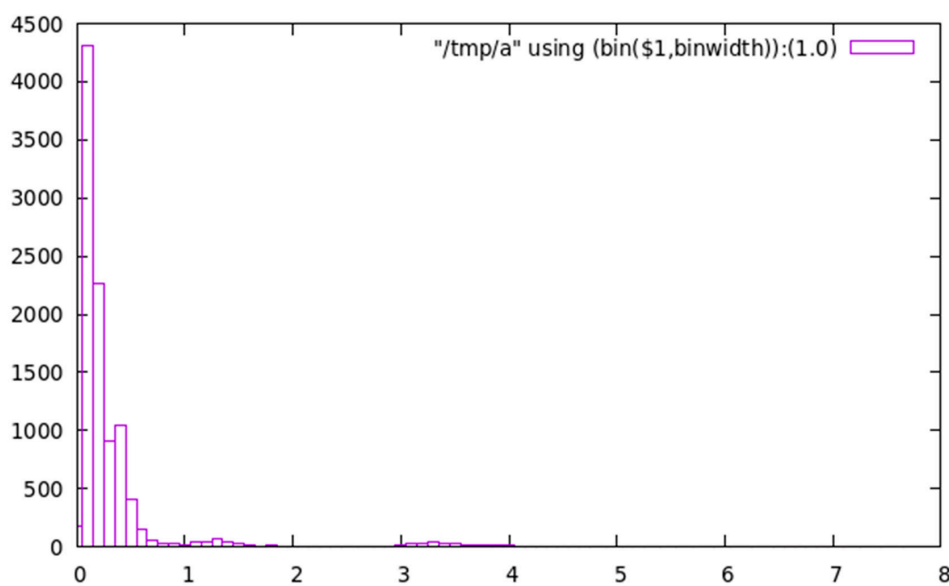


Рис. 1. Гистограмма распределения времени обслуживания http-запросов: по горизонтали отражено время обработки запроса, по вертикали – количество подобных запросов в выборке

На рис. 1 представлена гистограмма распределения времени обслуживания запросов, составленная с точностью в 0,1 с.

В данных времени обработки http-запросов выделены критические уровни (КУ), определяемые значениями времен обслуживания, в небольших интервалах которых сосредоточено наибольшее количество значений (с фиксированными временными характеристиками http-запросов). Предполагается, что изменение характера распределения временных параметров характеризует качественные изменения в процессах исследуемой стабильно работающей ИС. Поэтому определение КУ оценивается как актуальная задача, решение которой позволит повысить эффективность мониторинга ИС.

Для понимания физического смысла критических уровней с точки зрения задач мониторинга ПО остановимся на полученных результатах. Получены 4 интервала значений. Для удобства изложения присвоим им идентификаторы от '0' до '3' со следующей характеристикой:

– Интервал «0»: от 0 с до первой критической точки. Быстрые обращения в кэш, запись xml-сообщений без сертификатов ЭП.

– Интервал «1»: между 1 и 2 критическими точками. Обращения без кэширования, с записью одного небольшого объекта.

– Интервал «2»: между 2 и 3 критическими точками. Обращения с записью сообщений, содержащих несколько небольших объектов.

– Интервал «3»: после 3 критической точки. Обращения с записью больших объектов, обращения с записью множества различных объектов, прочие занявшие продолжительное время.

Построен график распределения количества обращений по времени с точностью в 1 ч. Результаты приведены на рис. 2.

Четко видно суточную составляющую характера данных, присущую данной системе. Распределение типов запросов в целом отражает ожидаемый результат в течение дня и возникает из-за суточного характера поступающих в информационную систему заявок, особенностей их обработки.

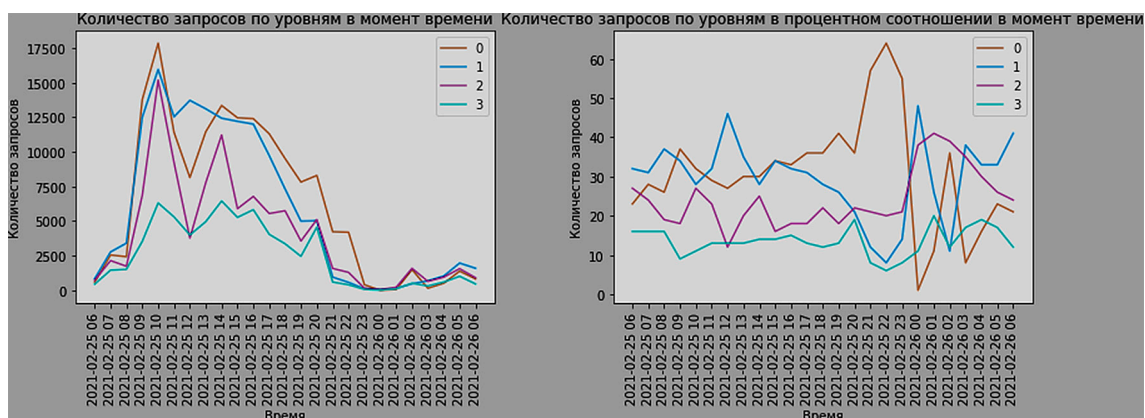


Рис. 2. Распределение типов обрабатываемых запросов по времени

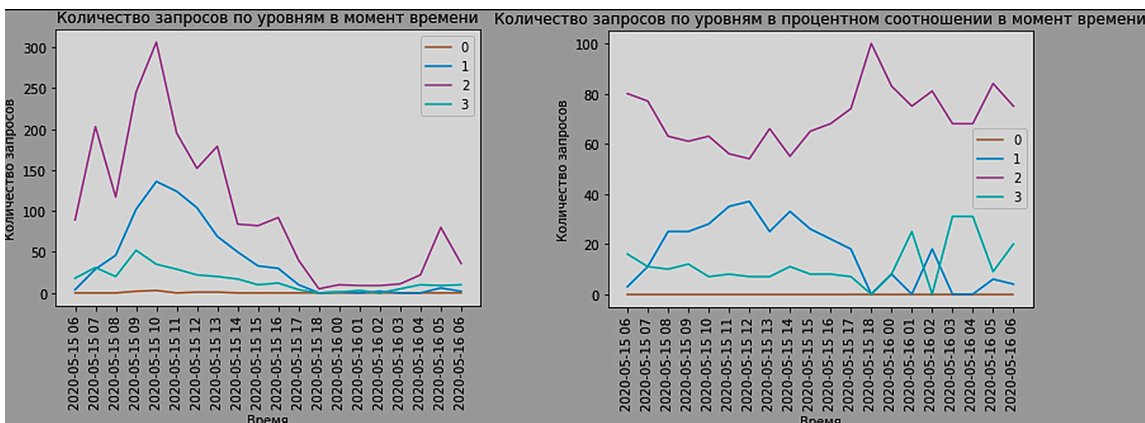


Рис. 3. Применение информации о критических уровнях в системе другой конфигурации

Матрица вероятности совершения запроса одного типа после другого

	0	1	2	3
0	0.48	0.28	0.13	0.09
1	0.29	0.38	0.19	0.11
2	0.22	0.26	0.36	0.13
3	0.24	0.27	0.2	0.28

Также полученные уровни применены при обработке данных этой же системы в другой конфигурации в другое время. Характер распределения данных сильно отличается, в качестве причины выступает сильное изменение конфигурации оборудования и программного обеспечения. Результаты приведены на рис. 3.

Подобные результаты могут свидетельствовать о необходимости повторного расчета уровней при сильном изменении конфигурации системы; однако при отсутствии изменений в конфигурации это может свидетельствовать об изменении характера работы системы и необходимости проведения анализа причин возникшей ситуации.

Далее на основе данных о распределении построена матрица вероятности совершения запроса каждого из типов после текущего запроса. Здесь строки – конкретные запросы; ячейки в строках – вероятности совершения запроса следующего типа.

Из таблицы можно сделать вывод, что после совершения каждого запроса наиболее вероятно совершение запроса такого же типа; однако для «долгих» обращений эта вероятность не так выражена.

Предполагается, что в дальнейшем полученные результаты позволят повысить информативность системы мониторинга для данной системы и обращающихся к ним систем: к примеру, сильное преобладание в оперативных данных запросов того или иного типа отразится на матрице вероятности переходов между типами запросов и их количественном и процентном соотношении, что может сигнализировать о не обнаруживаемом прочими средствами мониторинга программном либо аппаратном сбое. Были высчитаны аналогичные матрицы по отрезкам исторических данных меньшего размера: распределение значений в ячейках незначительно отличается от рассчитанных по полным данным, что свидетельствует о стабильности как метода, так и работы системы.

В качестве дальнейшего направления развития работы можно выделить проверку предположения о связи сбоев и распределения запросов по уровням на реальных исторических данных комплекса мониторинга данной информационной системы, применение метода к данным других модулей информационной системы.

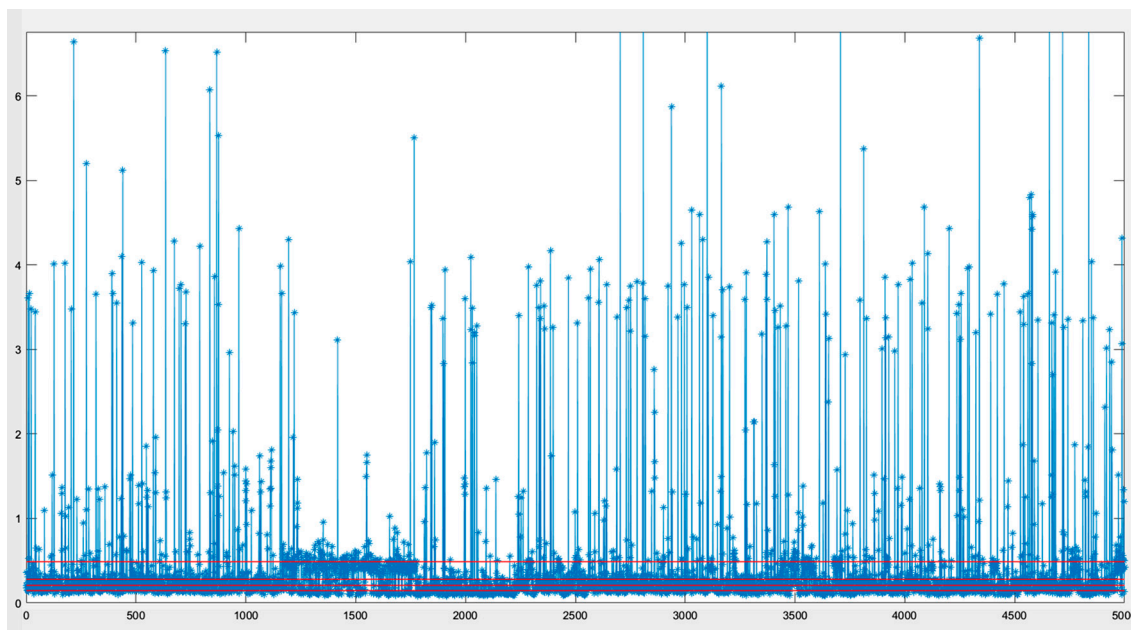


Рис. 4. Аппроксимация последовательности времен совершения запросов марковской цепью

Предложенный подход к формализации последовательности запросов в виде марковской цепи позволяет прогнозировать появление сложных запросов, требующих использования больших ресурсов и длительных временных затрат в их обслуживании, а также отслеживать расхождение прогноза поведения информационной системы с реальным поведением. Это может значительно повысить эффективность проведения мониторинга ПО ИС. Пример подобной аппроксимации приведен на рис. 4.

Суть аппроксимации временной последовательности конечной цепью Маркова (КЦМ) заключается в ее многоуровневой градации таким образом, что каждый из уровней разбивает график на полосы, границы которых определяют переходы последовательности точек КЦМ в соседние состояния. Такое геометрическое представление позволило разработать простой алгоритм определения матрицы вероятностей указанной КЦМ, полностью согласующийся с методом, изложенным в [4, с. 159–169]. Указанный в данном источнике метод опубликован в 1970 г. – однако он относится к фундаментальной теории КЦМ, поэтому актуален на момент написания текста.

Для оценки временных характеристик достижения критических уровней можно использовать подход [5, с. 152–159], суть которого заключается в построении соответствующей КЦМ поглощающей цепи Маркова с матрицей вероятностей, представленной в канонической форме, удобной для расчета указанных временных характеристик применительно к задаче мониторинга ПО ИС.

Результаты исследования и их обсуждение

Как было упомянуто ранее, практическое применение метода может выражаться следующим образом:

1. На основе исторических данных журнала балансировки нагрузки рассчитываются КУ и параметры КЦМ, матрица вероятности совершения переходов между звеньями КЦМ, или вероятности совершения попадающего в один критический уровень запроса после предыдущего.

2. Данные апробируются на продолжительном интервале времени, различных стендах с имитирующей продуктивную нагрузку. Для стендов с различными характеристиками аппаратного и программного обеспечения (АО и ПО) определяются отличные от исходных КУ – это позволяет использовать одну матрицу КЦМ для срав-

нения различных стендов при сохранении характера нагрузки. По необходимости – к примеру, при выявлении наличия значимых для весов матрицы сбоев на проанализированных временных отрезках – заново высчитываются КУ и/или матрица КЦМ.

3. В процессе мониторинга ИС непрерывно-кусочно высчитывается значение вероятности совершения запросов одного типа после запросов другого. При выявлении значимых отличий между текущей и характерной для данного режима работы матриц генерируется событие мониторинга, свидетельствующее о возможном выходе режима работы системы за стандартные рамки.

4. При изменении характеристик программно-аппаратного обеспечения проверяется необходимость корректировки исходных данных метода; при необходимости выполняется пересчет значений.

К предположительным достоинствам данного метода можно отнести:

- Оценку характеристики функционирования системы в конкретный момент времени, ее отличие от среднего профиля.

- Возможность анализа схожести различных стендов с промышленным.

- Автоматизированное вычисление характеристик работы системы на основе результатов ее работы.

- Простоту работы метода: при анализе данных используется только один параметр, время совершения запроса, и численные операции с плавающей запятой, что вносит низкую дополнительную нагрузку в работу ИС мониторинга и практически не требует дополнительных вычислительных ресурсов от стенда и ИС мониторинга.

К предположительным недостаткам данного метода можно отнести:

- Необходимость работы системы под нагрузкой: к примеру, в проанализированном интервале времени среднее количество совершаемых запросов держится на уровне 10 запросов в секунду.

- Стабильность работы системы: при невозможности построения матрицы вероятности совершения запросов одного после другого данный метод неприменим.

- Наличие в совершаемых запросах различного физического смысла: при обработке сервисом только однообразных запросов данный метод неприменим.

- Необходимость накопления статистики и повторного вычисления параметров после значимых изменений АО и ПО.

- Возможную неприменимость метода из-за индивидуальных особенностей информационной системы.

Заключение

В данной работе приведены общие сведения о подходах к мониторингу информационных систем, был исследован подход к мониторингу на основе классификации поступающих запросов по времени ответа. Данный подход позволяет выявить закономерности в работе информационной системы и выявлять отклонение поведения системы от обычного режима работы, снижая влияние экспертной оценки на подсистему мониторинга.

Развитие предложенного метода может быть продолжено в последующих статьях в части расширения классификации запросов, учета других сохраняющихся в журналы балансировки нагрузки параметров.

Список литературы

1. Захаров И.Е., Панарин О.А., Рыкованов С.Г., Загидуллин Р.Р., Малотин А.К., Шкандыбин Ю.Н., Ермакова А.Е. Мониторинг приложений на кластере ZHORES в Сколтехе // Программные системы: теория и приложения. 2021. Т. 12, № 2 (49). С. 73–103.
2. Альфара А.А.Ю., Королев Д.В., Зайцев К.С., Дунаев М.Е. Разработка системы мониторинга для серверного приложения // International Journal of Open Information Technologies. 2023. Т. 11, № 8. С. 24–31.
3. Сычугов А.А., Греков М.М. Централизованно-распределенная модель системы обнаружения аномалий // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2021. № 5. С. 316–322.
4. Кемени Д.Д., Лори Снел Дж. Конечные цепи Маркова / пер. с англ. С.А. Молчанова и др.; под ред. А.А. Юшкевича. М.: Наука, 1970. 272 с.
5. Кельберт М.Я., Сухов Ю.М. Вероятность и статистика в примерах и задачах. М: МЦНМО, 2018. 486 с.

УДК 004.7:621.395:338.46
DOI 10.17513/snt.39947

АЛГОРИТМ БАЛАНСИРОВКИ НАГРУЗКИ ЦЕНТРА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ПРОГНОЗНОЙ МОДЕЛИ

Мочалов В.П., Братченко Н.Ю., Гостева Д.В.

ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь,
e-mail: mochalov.valery2015@yandex.ru

Аннотация. Целью статьи является повышение эффективности функционирования системы распределения и балансировки нагрузки центров обработки данных облачных сред за счет разработки и применения механизма прогнозирования состояний сетевого трафика, характеризуемого фрактальным самоподобием. При разработке прогнозной модели использованы методы нелинейной динамики, учитывающие статистическое самоподобие нагрузки и обеспечивающие решение задачи прогнозирования моментов ее предполагаемых всплесков. Проверка на хаотичность сетевого трафика выполнена путем расчета спектра показателей Ляпунова. Для восстановления фазового портрета процесса применена теорема Такенса – Мане. Для сглаживания сетевого трафика, устранения его шумовых компонент, выделения наиболее информативных гармоник и исключения случайных возмущений использован метод сингулярного спектрального анализа. Математическая модель и динамический алгоритм прогнозной модели состояния нелинейной системы представлены в виде системы дискретных отображений предыдущих и последующих значений временного ряда и связующих их регрессионного аппроксимирующего полинома. Представленный алгоритм отличается от существующих учетом особенностей фрактального самоподобия входной нагрузки, негативно влияющего на показатели качества, использованием прогнозной модели, разработанной на основе методов нелинейной динамики, а также возможностью выбора рациональных параметров балансировки по критерию равномерной загрузки ресурсов серверов. В статье показано, что динамический алгоритм балансировки нагрузки, построенный на нелинейных подходах и прогнозных моделях, позволяет более качественно, по сравнению с традиционными методами, решать задачи распределения нагрузки между серверами кластеров центров обработки данных. Обоснован вывод об эффективности разработанного алгоритма.

Ключевые слова: балансировка нагрузки, фрактальный сетевой график, самоподобие, прогноз, сингулярный спектральный анализ

ALGORITHM FOR LOAD BALANCING OF A DATA PROCESSING CENTER BASED ON A NONLINEAR FORECAST MODEL

Mochalov V.P., Bratchenko N.Yu., Gosteva D.V.

North Caucasus Federal University, Stavropol, e-mail: mochalov.valery2015@yandex.ru

Annotation. The purpose of the article is to increase the efficiency of the cloud data center load distribution and balancing system by developing and applying a mechanism for predicting network traffic conditions characterized by fractal self-similarity. In developing the predictive model, methods of nonlinear dynamics were used, taking into account the statistical self-similarity of the load and providing a solution to the problem of predicting the moments of its expected bursts. Checking for the randomness of network traffic was performed by calculating the spectrum of Lyapunov exponents. The Takens-Manet theorem is applied to reconstruct the phase portrait of the process. To smooth network traffic, eliminate its noise components, highlight the most informative harmonics and eliminate random disturbances, the method of singular spectral analysis was used. The mathematical model and the dynamic algorithm of the predictive model of the state of a nonlinear system are presented as a system of discrete mappings of previous and subsequent values of a time series and their connecting regression approximating polynomial. The presented algorithm differs from the existing ones by taking into account the features of fractal self-similarity of the input load, which negatively affects quality indicators, using a predictive model developed on the basis of nonlinear dynamics methods, as well as the possibility of choosing rational balancing parameters according to the criterion of uniform loading of server resources. The article shows that a dynamic load balancing algorithm based on nonlinear approaches and predictive models allows solving load distribution problems between servers of data center clusters more efficiently than traditional methods. The conclusion about the effectiveness of the developed algorithm is substantiated.

Keywords: load balancing, fractal network traffic, self-similarity, prediction, singular spectral analysis

Задачи эффективного использования информационных ресурсов, их оптимальная загрузка, сокращение времени вычисления и возможность гарантированного обеспечения требуемого качества сервиса (SLA) являются ключевыми для распределенной вычислительной среды центра обработки данных (ЦОД) облачных сред. Как показали

многочисленные исследования, между подсистемами ЦОД передаются информационные потоки телекоммуникационного трафика, характеризуемого хаотической структурой, самоподобием, долговременной зависимостью. Широко известные алгоритмы балансировки нагрузки используют приближенные линейные или эвристические под-

ходы, которые не учитывают особенности фрактальной структуры нагрузки современных мультисервисных сетей и не обеспечивают статистически равномерную загрузку серверов кластеров ЦОД. Возможным подходом к решению данных задач является использование методов нелинейной динамики, учитывающих статистическое самоподобие нагрузки и обеспечивающих решение задачи прогнозирования моментов предполагаемых всплесков нагрузки, используемых для своевременного выделения необходимых ресурсов для ее обработки. В нелинейной динамике подобные системы исследуются методом реконструкции фазового пространства по набору значений одномерного временного ряда, являющегося отражением ее состояния. Данный подход дает возможность определять свойства нелинейного процесса по отдельным элементам описывающего его временного ряда, является основой построения прогнозной модели и динамического распределения нагрузки ЦОД в условиях фрактальной сетевой нагрузки.

Материалы и методы исследования

Одним из направлений решения задачи рационального использования аппаратно-программных ресурсов ЦОД в условиях неоднородной нагрузки является ее статистически равномерное распределение в среде серверов ЦОД. Фрагмент рассматриваемой системы представлен на рис. 1 и использу-

ется как основа построения ЦОД облачных сред. Обеспечить своевременное выделение необходимых ресурсов ЦОД можно путем прогнозирования предполагаемых всплесков нагрузки и рационального ее распределения по серверам кластеров. Задача прогнозирования решается методом реконструкции фазового пространства нелинейной системы по порожденному временному ряду динамики ее развития, основанному на поиске и выделении k ближайших фазовых траекторий и последующем восстановлении фазового пространства [1–3]. При этом распределение нагрузки осуществляется с использованием известных алгоритмов балансировки RR, WRR, CAP, LARD, AMLB, TLoB с добавлением элементов прогнозных решений.

Распределитель нагрузки, построенный на базе программируемого контроллера [4], реализует динамический алгоритм балансировки нагрузки, характеризуемой специальными свойствами второго порядка, самоподобием, последствием, осуществляя при этом прогнозные оценки интенсивности входящего потока запросов, а также фильтрацию, исключение аномальных отсчетов, сглаживание данных, например, с помощью методов сингулярного спектрального анализа. Критерий оценки эффективности алгоритма основан на показателях загрузки серверов кластеров ЦОД, при условии минимального отклонения их загруженности от заданного значения.

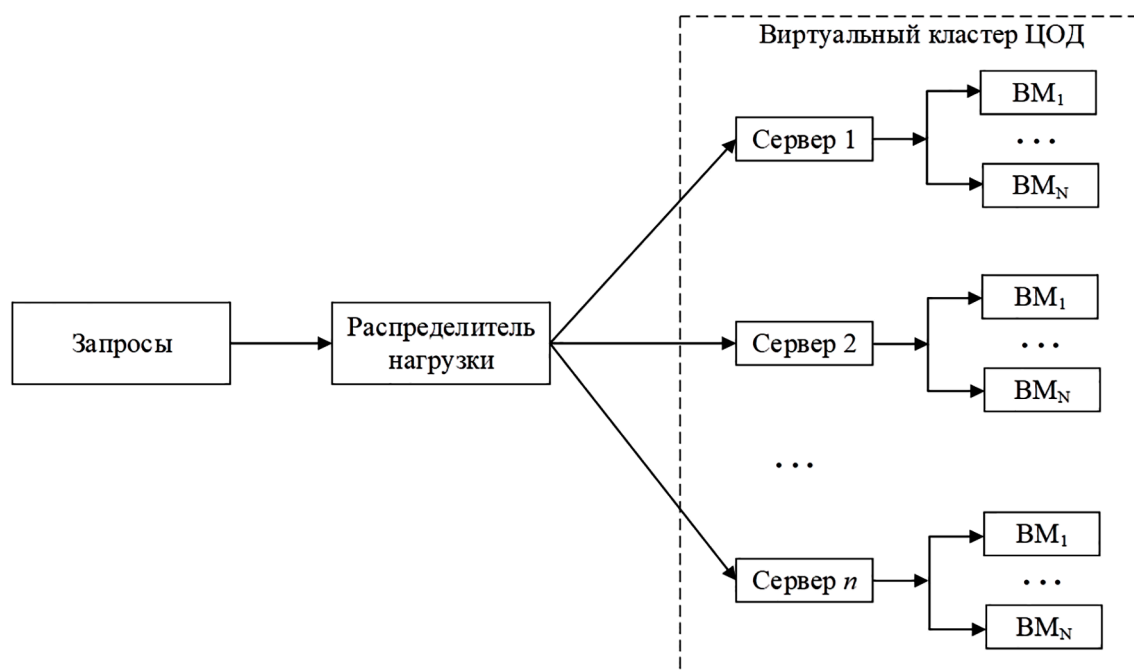


Рис. 1. Структурная схема фрагмента ЦОД

Модель балансировки нагрузки в кластере ЦОД имеет вид

$$P_{ij}(k_1, k_2, \dots, k_N) = f(k, N, \lambda),$$

где $P_{ij}(k_1, k_2, \dots, k_N)$ – матрица распределения i -х запросов по $j = 1, N$ серверам кластера;
 N – число серверов;
 λ – интенсивность входящего потока запросов.

При реализации алгоритма прогнозирования данное выражение будет иметь вид

$$P_{ij} = [x_{ij}], \quad (i = 1, M; j = 1, N)$$

$$R_j(k) = R_j(k-1) + \sum_{i=1}^N \lambda_{ij} \cdot x_{ij}(k)$$

где x_{ij} – матрица распределения ресурсов;
 $\lambda_{ij}(k)$ – прогноз интенсивности нагрузки на k -м шаге.

При этом отклонение по нагрузке каждого из серверов должно быть минимальным

$$H = \frac{\sum_{j=1}^N (\bar{R} - R_j(k))^2}{N} \rightarrow \min$$

при условии

$$\sum_{j=1}^N x_{ij}(k) = 1, \quad i = \overline{(1, M)};$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_{ij}(k) = \lambda, \quad i = \overline{(1, M)}.$$

Прогнозная модель представляется в виде

$$x_{i+1} = f_1(x_i, x_{i-1}, \dots, x_{i-m+1});$$

$$x_{i+2} = f_2(x_i, x_{i-1}, \dots, x_{i-m+1});$$

...

$$x_{i+n} = f_n(x_i, x_{i-1}, \dots, x_{i-m+1}),$$

где x_i – элементы числового ряда;

m – размерность фазового пространства;

$i = m-1, m, \dots, M-m-1$;

f_n – нелинейный полином

$$f(x) = \sum_{l_1, l_2, \dots, l_n=0}^V C_{l_1, l_2, \dots, l_n} \prod_{i=1}^m x_i^{l_i}, \quad \sum_{i=1}^n l_i \leq V,$$

где C_{l_1, l_2, \dots, l_n} – коэффициенты V -го полинома;

m – размерность фазового пространства;

l_i – числовые значения полинома.

Время упреждения прогноза $T = m \cdot \tau$, где τ – временная задержка.

В [5] представлен алгоритм построения реконструированного аттрактора динамической системы.

Временная задержка τ определяется из условия равенства нулю автокорреляционной функции $B(\tau)$

$$B(\tau) = \frac{1}{m} \sum_{i=0}^{m-1} (x_{j,i} - \bar{x})(x_{j,i+\tau} - \bar{x}),$$

$$m = M - \tau,$$

где x_j – фазовая координата $j = \overline{1, n}$;

m – размерность фазового пространства;

x_{ji} – одномерная реализация временного ряда $i = \overline{1, M}$.

Другой подход определения τ предполагает использование метода средней взаимной информации и функции

$$I(\tau) = - \sum_{i,j} P_{ij}(\tau) \ln \frac{P_{ij}(\tau)}{P_i P_j},$$

где $P_{ij}(\tau)$ – совместная вероятность нахождения точек P_i и $P_j(\tau)$ аттрактора. Пример зависимости $I(\tau)$ от τ приведен на рис. 2. Значение τ определяется по первому минимуму функции $I(\tau)$.

Размерность вложения m вычисляется на основании свойств корреляционного интеграла $C(e)$

$$C(e) = \lim_{M \rightarrow \infty} \frac{1}{M(M-1)} \sum_{i,j=1}^N Q(e - p(x_i, x_j)),$$

$$\text{где } Q(x) = \begin{cases} 1, & x < 0 \\ 0, & x \geq 0 \end{cases};$$

$$p(x_i, x_j) = \|x_i - x_j\|;$$

$N = M - (m-1)\tau$ – количество точек аттрактора;

e – радиус окружности вокруг точек аттрактора.

При этом необходимо исключить точки числового ряда, расположенные на расстоянии меньше ω (окно Тейлора)

$$\omega > \tau \left(\frac{2}{N} \right)^{\frac{2}{m}}.$$

Числовое значение m определяется по тангенсу угла наклона графика зависимости $\log C(e)$ от $\log(e)$.

В основе другого подхода вычисления размерности m , допускающего его простую программную реализацию, лежит теорема о вложении, определяющая, что в восстанавливаемой системе должны быть исключены самопересекающиеся фазовые траектории и все точки фазового пространства должны пересекаться только одной траекторией.

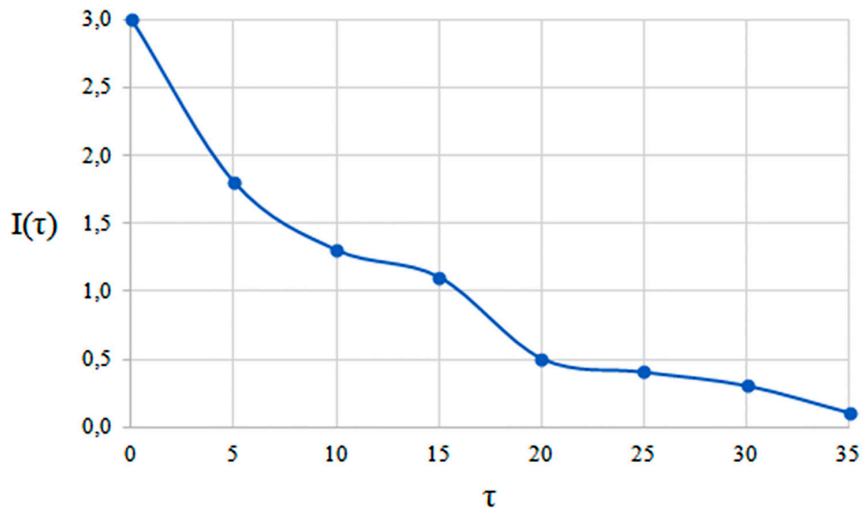


Рис. 2. Зависимость по времени функции $I(\tau)$

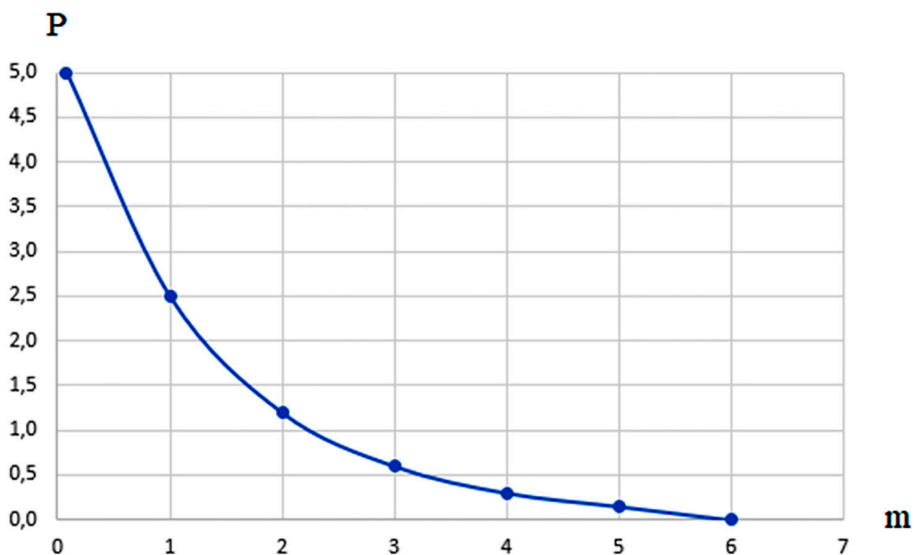


Рис. 3. Зависимость P от m

При таком подходе необходимо многократно вычислять расстояние между точками временного ряда в реконструируемом фазовом пространстве

$$R_i = \frac{\|\bar{x}(i+1) - \bar{x}(j+1)\|}{\|\bar{x}(i) - \bar{x}(j)\|},$$

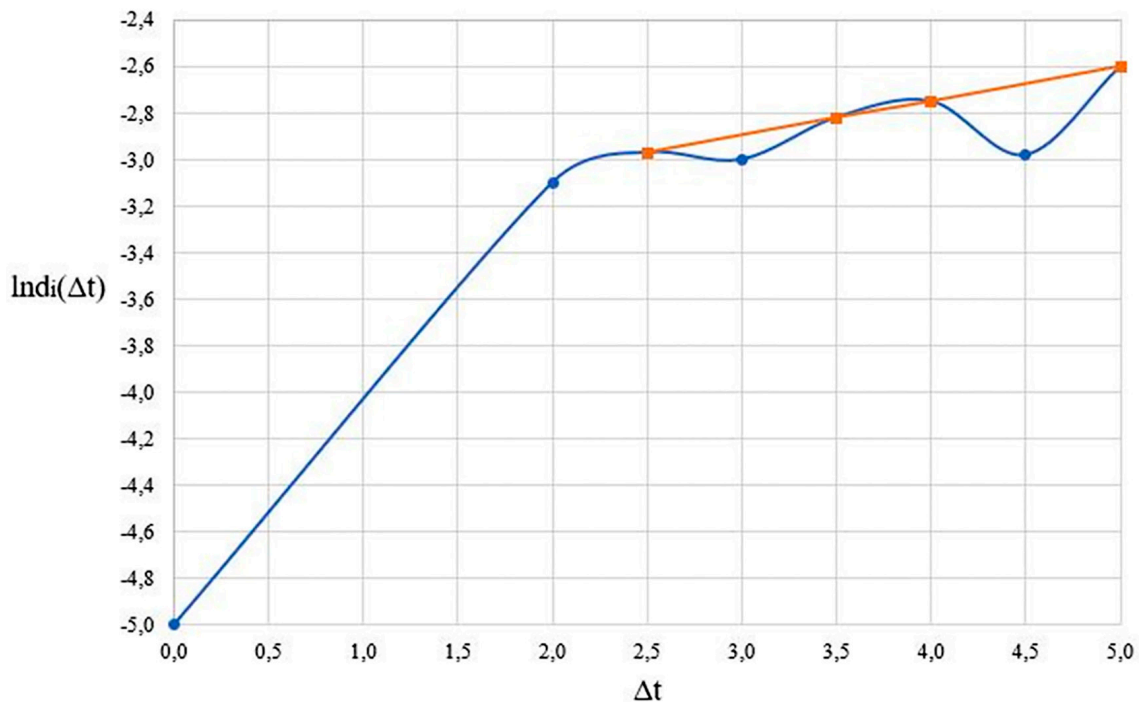
увеличивая на каждом шаге значение m и определяя количество ближайших соседей P . При $P/N = 0$ получаем оптимальное

значение m . Пример зависимости количества ближайших соседей P от размерности вложения m приведен на рис. 3.

Проверка на хаотичность временного ряда осуществляется с помощью показателя Ляпунова λ_1 , положительное значение которого определяет хаотическое поведение процесса. Максимальный показатель Ляпунова характеризует скорость расхождения фазовых траекторий и определяется выражением [6]

$$\lambda_1(i, k) = \frac{1}{k\Delta t} \left(\ln \frac{d_j(i+k)}{d_j(i)} \right) = \frac{1}{k\Delta t} [\ln d_j(i+k) - \ln d_j(i)],$$

где Δt – период ряда; $d_j(i)$ – расстояние между близкими соседями, $d(t) = Ce^{\lambda t}$, $d_j(i) = C_j e^{\lambda_1(i\Delta t)}$ – скорость расхождения близких траекторий.

Рис. 4. График определения λ_1

Отсюда следует $\ln d_j(i) \approx \ln C_j + \lambda_1(i\Delta t)$, то есть λ_1 определяется как тангенс угла наклона прямой, аппроксимирующей данную зависимость. С использованием программ пакета TISEAN 3.0.1 определены значения спектра показателей Ляпунова.

На рис. 4 приведен пример графика расхождения траектории аттрактора и его аппроксимирующая прямая.

Для повышения точности прогноза необходимо реализовать алгоритм устранения случайных шумовых компонент входного телекоммуникационного трафика. Выделить наиболее информативные компоненты временного ряда, порождаемого сетевым трафиком, устранить шумы и случайные возмущения предлагается с помощью метода сингулярного спектрального анализа (SSA) [7, 8]. Метод реализует процедуру декомпозиции скалярного временного ряда $\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ и получение $K = N - L + 1$ векторов вложения, $1 < L < N$, где N – длина временного ряда. Из полученных векторов вложения составляется траекторная матрица X . Для матрицы $S = X \cdot X^T$ получаем N собственных чисел $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N$ и N ортонормированных собственных векторов

$$U_1, U_2, \dots, U_N, \quad V_i = \frac{X^T U_i}{\sqrt{\lambda_i}}.$$

Выражение $(\sqrt{\lambda_i}, U_i, V_i)$ является i -й собственной тройкой сингулярного разложения, а выражение $(\sqrt{\lambda_i} \cdot V_i = X^T \cdot U_i)$ – вектором i -й главной компоненты. Уровень наиболее значимых составляющих временного ряда зависит от параметров собственных троек сингулярного разложения. При исследовании системы, построения и управления матрицами и векторами алгоритма SSA используются программные пакеты линейной алгебры Maple, linalg, LinalgAlgebra, МТТ. Пример численных значений главных компонент временного ряда приведен на рис. 5.

Очевидно, что первые три компоненты практически полностью определяют поведение ряда. Дальнейшая группировка собственных троек и диагональное усреднение результирующей матрицы обеспечивают разложение исходного ряда на сумму восстановленного ряда и шума.

При этом доля самого незначительного вклада в общую дисперсию данных приходится на шумовые компоненты [9]. SVD-разложение представляется в виде

$$X = U \Sigma V^T = \sum_{i=1}^L x_i, \quad x_i = \sigma_i u_i v_i^T,$$

где Σ – диагональная матрица, x_i – элементарная матрица.

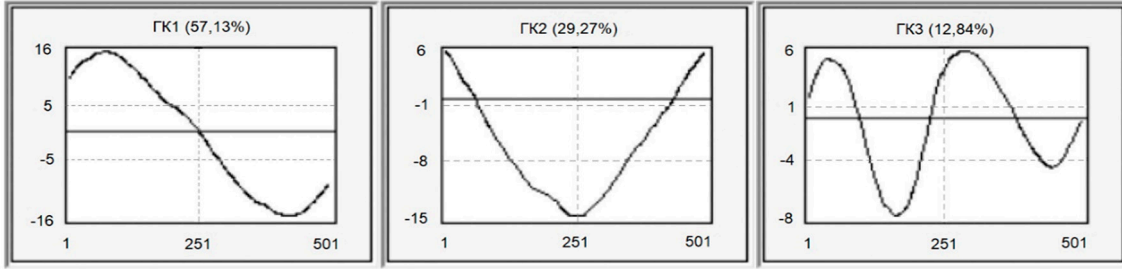


Рис. 5. Главные компоненты временного ряда

Сингулярный спектр определяется выражением $c_i = \sigma_i^2 / \sum_{j=1}^L \sigma_j^2$.

На этапе восстановления L матриц x_i ($i = 1, \dots, L$) делится на τ непересекающихся групп, а матрица X переходит в матрицу $\tilde{X} = \sum_{k=1}^{\tau} X_{I_k}$, где $X_{I_k} = \sum_{i \in I_k} x_i$.

Диагональное усреднение матриц X_{I_k} обеспечивает преобразование ряда S_N в ряд \tilde{S}_N с элементами x_n^k

$$x_n^k = \begin{cases} \frac{1}{n} \sum_m^n X_m, n-m+1 & \text{при } 1 \leq n < L \\ \frac{1}{L} \sum_{m=1}^L X_m, n-m+1 & \text{при } L \leq n < K \\ \frac{1}{N-n+1} \sum_{m=n-k+1}^n X_m, n-m+1 & \text{при } K+1 \leq n < \end{cases}$$

и, следовательно, исходный временной ряд раскладывается на сумму восстановленного ряда и выделенного шума

$$f_n = \sum_{k=1}^m f_n^k.$$

Показателем качества, определяющим долю не устраненных шумовых компонент, является выражение [10]

$$W = \frac{\sum_i (A_i - x_i)^2}{\sum_i (R_i)^2} \cdot 100\%,$$

где A_i – элементы восстановленного ряда, R_i – элементы шума.

Динамический алгоритм балансировки нагрузки, построенный на основе локального метода ее прогнозирования, представлен ниже и включает в себя следующие шаги:

1. Оценка требуемого количества элементов ряда N_{\min} , проверка его на хаотичность по старшему показателю Ляпунова

$$\lambda_1(i, k) = \frac{1}{k\Delta t} \left(\ln \frac{d_j(i+k)}{d_j(i)} \right) = \frac{1}{k\Delta t} [\ln d_j(i+k) - \ln d_j(i)],$$

$\lambda_1 > 0$ – хаотическое движение, $\lambda_1 \leq 0$ – регулярное движение. Реализация фильтрующего алгоритма с использованием метода SSA.

2. Реконструкция фазового пространства с определением лага τ с помощью метода средней взаимной информации и функции

$$I(\tau) = - \sum_{i,j} P_{ij}(\tau) \ln \frac{P_{ij}(\tau)}{P_i P_j},$$

а также вычисление размерности вложения m с использованием корреляционного интеграла $C(e)$

$$C(e) = \lim_{M \rightarrow \infty} \frac{1}{M(M-1)} \sum_{i,j=1}^M Q(e - p(x_i, x_j)).$$

3. Разработка прогнозной модели на базе алгебраического полинома степени V одинакового для всех его переменных

$$f(x) = \sum_{l_1, l_2, \dots, l_n=0}^V C_{l_1, l_2, \dots, l_n} \prod_{i=1}^m x_i^{l_i}, \quad \sum_{i=1}^n l_i \leq V.$$

4. Прогнозная оценка интенсивности нагрузки на k -м шаге $\lambda_{ij}(k)$.

5. Распределение запросов по серверам

$$R_j(k) = R_j(k-1) + \sum_{i=1}^N \lambda_{ij}(k) \cdot x_{ij}(k).$$

Результаты исследования и их обсуждение

В настоящее время для решения задач управления нагрузкой ЦОД широко применяются методы математической статистики. Данные методы не учитывают хаотическую структуру нагрузки, характеризующуюся нелинейным характером и фрактальным самоподобием. Большое количество публикаций посвящено также исследованию поведения детерминированных динамических систем методами нелинейного анализа и теории хаоса. Однако подобные работы практически не содержат реализуемые методики решения нелинейных прикладных задач. Решить некоторые из них, получить численные результаты исследований и стало одной из целей данной работы. Возможным подходом к решению данных задач является использование алгоритмов прогнозирования, разработанных на основе методов нелинейной экстраполяции состояний сетевого трафика, размерность фазового пространства которого неизвестна. Восстановление фазового пространства процесса методами нелинейной динамики дает возможность определять его свойства по отдельным параметрам описывающего его временного ряда, является основой построения прогнозной модели и динамического распределения нагрузки ЦОД.

Заключение

В настоящей работе сформулирована и решена задача распределения и балансировки нагрузки ЦОД, отличающаяся применением механизма прогнозирования состояний сетевого трафика, характеризующегося фрактальным самоподобием. В основу решения задачи положены особенности фрактального сетевого трафика, отражающие характер изменения информационной нагрузки ЦОД. Реконструкция фазового пространства подобного динамического процесса осуществлена в соответствии с теоремой Такенса – Мане, с использованием метода задержек. Разработаны математическая модель и динамический алгоритм прогнозной модели состояния нелинейной системы. Прогнозная модель представлена в виде системы дискретных отображений

предыдущих и последующих значений временного ряда и связующих их аппроксимирующего полинома степени v . При этом горизонт прогноза меняется в соответствии с изменением интенсивности входящей нагрузки. Проверка на хаотичность временного ряда осуществляется путем определения значений спектра показателей Ляпунова с использованием программ пакета TISEAN 3.0.1. Алгоритм фильтрации шумов входного телекоммуникационного трафика реализован методом сингулярного спектрального анализа (SSA). Разработанный динамический алгоритм распределения и балансировки нагрузки обеспечивает выбор рациональных параметров балансировки по критерию равномерной загрузки ресурсов серверов.

Список литературы

1. Анищенко В.С. Знакомство с нелинейной динамикой. М.: Издательство ЛКИ, 2008. 224 с.
2. Курников П.А., Крапухина Н.В. Реконструкция фазового пространства динамической системы высоконагруженного кэширующего механизма информационных систем // Информационные технологии и вычислительные системы. 2019. Вып. 1. С. 49–65.
3. Fowler H.J., Leland W.E. Local area network traffic characteristic, with implications for broadband network congestion management // IEEE Journal on Selected Areas in Communications. 2021. Vol. 9. P. 1139–1149.
4. Mochalov V.P., Linets G.I., Bratchenko N.Y., Govorova S.V. An analytical model of a corporate software-controlled network switch // Scalable Computing. 2020. Vol. 21 (2). Is. 2. P. 337–346.
5. Мальцев Г.Н., Назаров А.В., Якимов В.Л. Алгоритм реконструкции фазового пространства динамической системы и его применение // Информационно-управляющие системы. 2014. № 2. С. 33–39.
6. Никульчев Е.В., Паяин С.В., Питиков Д.А., Плужник Е.В. Вычисление характеристик динамического хаоса по трафику компьютерных сетей // Фундаментальные исследования. 2014. № 8. С. 812–816.
7. Поршнев С.В., Рабайя Ф. Исследование особенностей применения метода сингулярного спектрального анализа в задаче анализа и прогнозирования временных рядов: монография. Ульяновск: Зебра, 2016. 167 с.
8. Зиненко А.В. Прогнозирование финансовых временных рядов с использованием сингулярного спектрального анализа // Бизнес-информатика. 2023. Т. 17, № 3. С. 87–100.
9. Simar P.S. Analysis of Load Balancing Algorithms using Cloud Analyst // International Journal of Grid and Distributed Computing. 2016. № 9. P. 11–24.
10. Кучерявый А.Е., Маколкина М.А., Киричек Р.В. Тактильный Интернет. Сети связи со сверхмалыми задержками // Электросвязь. 2016. № 1. С. 44–46.

УДК 65.011.5
DOI 10.17513/snt.39948

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ИНФРАСТРУКТУРНОГО КОМПЛЕКСА РОССИЙСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

¹Неумоин В.А., ^{1,2}Катаева Л.Ю., ³Неумоина Е.Г.

¹ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», филиал, Нижний Новгород, e-mail: neumoinvlad@yandex.ru;

²ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексева», Нижний Новгород, e-mail: kataeval2010@mail.ru;

³ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина», Нижний Новгород, e-mail: neumoina@gmail.com

Аннотация. В статье представлены результаты прикладного исследования, ориентированные на разработку интеллектуальной системы планирования для Центральной дирекции ОАО «РЖД», интегрированную с уже используемыми интеллектуальными системами. Для обеспечения работоспособности проведен анализ взаимодействия подразделений и выявлены особенности существующей системы планирования на примере цепочек планирования выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту объектов инфраструктуры, выявлено дублирование указанных процессов отдельно по хозяйствам: пути и сооружений, автоматики и телемеханики, вагонному. На основе анализа технологических процессов технического обслуживания и ремонта объектов инфраструктурного комплекса ОАО «РЖД», функциональных возможностей существующих автоматизированных систем показана необходимость в разработке и внедрении такого интеллектуального модуля. Показан дублирующийся процесс на основе анализа цепочек выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту объектов инфраструктуры, приводящихся в каждом подразделении, а использование отдельных систем автоматизации по подразделениям не дает возможности проводить полный анализ данных при планировании в совокупности, что отражается на его качестве. Показаны потенциальные возможности разрабатываемой интегрированной интеллектуальной системы планирования и экономического эффект от ее внедрения. Работа проводится в рамках реализации проектов «Цифровая экономика» и «Цифровая железная дорога» и является продолжением проекта «Цифровая трансформация».

Ключевые слова: интеллектуальная система планирования, управление, технологические процессы, инфраструктура, цифровизация

OPTIMIZATION OF PROCESS MANAGEMENT OF RUSSIAN RAILWAYS INFRASTRUCTURE COMPLEX

¹Neumoin V.A., ^{1,2}Kataeva L.Yu., ³Neumoina E.G.

¹Samara State University of Railways in the city of Nizhny Novgorod, branch, Nizhny Novgorod, e-mail: neumoinvlad@yandex.ru;

²Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod, e-mail: kataeval2010@mail.ru;

³Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod, e-mail: neumoina@gmail.com

Annotation. The article presents the results of an application study focused on the development of an intelligent planning system for the Central Directorate of Russian Railways, integrated with already used intelligent systems. To ensure operability, an analysis of the interaction of departments was carried out and features of the existing planning system were identified on the example of planning chains for the implementation of works on maintenance and repair of infrastructure facilities, duplication of these processes was revealed separately by farms: paths and structures, automation and telemechanics, car. Based on the analysis of the technological processes of maintenance and repair of the facilities of the infrastructure complex of JSCo Russian Railways, the functional capabilities of existing automated systems, the need for the development and implementation of such an intelligent module is shown. A duplicate process is shown based on the analysis of the maintenance and repair work chains of the infrastructure facilities specified in each subdivision, and the use of separate automation systems by subdivisions does not make it possible to carry out a full analysis of the data during planning in the aggregate, which affects its quality. The potential of the developed integrated intelligent planning system and the economic impact of its implementation are shown. The work is carried out as part of the implementation of the Digital Economy and Digital Railway projects and is a continuation of the Digital Transformation project.

Keywords: intelligent planning system, management, technological processes, infrastructure, digitalization

В сложившейся современной системе управления и планирования на железнодорожном транспорте в подразделениях, таких как хозяйство пути и сооружений, автоматики и телемеханики, вагонное, используется планово-предупредительная си-

стема, а для учета затрат применяется позаказный метод. Основной задачей Центральной дирекции инфраструктуры – филиала ОАО «РЖД» является содержание объектов инфраструктурного комплекса в технически исправном состоянии, что включает в себя их обслуживание с целью выявления неисправностей и ремонт. При этом на местах осуществляется планирование сверху. Сложившаяся система имеет свои преимущества и недостатки, связанные со сложившейся системой планирования: наличие явных ограничений при обработке данных; субъективность и предвзятость; отсутствие учета непредвиденных обстоятельств; ограниченная масштабируемость. Действительно, человек ограничен в своих возможностях: не может обрабатывать большие объемы данных и сложные расчеты так же быстро и точно, как компьютеры; может быть субъективным и подверженным когнитивным искажениям, что приводит к неоптимальным решениям; не может предугадать все возможные непредвиденные обстоятельства и оперативно реагировать на них; ручное планирование не масштабируется для крупных и сложных железнодорожных сетей; человеческие ошибки могут приводить к серьезным сбоям в работе железной дороги.

Создание модуля планирования для центральной дирекции железных дорог необходимо для повышения эффективности и надежности железнодорожных операций. Такой модуль позволит централизовать планирование, координировать действия заинтересованных сторон, оптимизировать графики в режиме реального времени и обеспечивать соответствие нормативным требованиям. Модуль планирования, основанный на передовых алгоритмах и технологиях, превзойдет возможности ручного планирования, устранив субъективность и ошибки, а также обеспечит масштабируемость для крупных и сложных железнодорожных сетей.

Основная задача модуля планирования – автоматизированное создание плана работ по техническому обслуживанию и ремонту объектов инфраструктуры и плана снабжения линейных предприятий хозяйства инфраструктуры материально-техническими ресурсами для обеспечения возможности выполнения указанных работ на основе анализа данных, полученных из сторонних информационных систем и в результате ручного ввода при отсутствии технической возможности получения их в автоматизированном режиме. План создается в рамках всего хозяйства инфраструктуры ОАО «РЖД» (Центральная дирекция инфра-

структуры, далее – ЦДИ), в которое входят 16 дорожных дирекций инфраструктуры (дорожная дирекция инфраструктуры, далее – ДИ) и несколько сотен линейных предприятий (дистанция пути, далее – ПЧ, дистанция автоматики и телемеханики, далее – ШЧ, вагонное эксплуатационное депо, далее – ВЧДЭ).

Для выполнения указанной задачи в модуль планирования должны поступать:

- годовой плановый объем перевозок с разбивкой на месяцы и на участки железных дорог – на основе этой информации прогнозируется примерный объем технического обслуживания и ремонта;

- лимит финансирования работ – по указанным данным проводится корректировка прогнозного объема работ;

- проектные мощности линейных предприятий – по указанным данным проводится корректировка прогнозного объема работ по линейным предприятиям с сохранением величины общего объема;

- объемы выполненных работ линейными предприятиями за прошлые периоды (за прошедшие отчетные годовые периоды) – по указанным данным выявляется рост или спад объемов работ по линейным предприятиям и проводится корректировка прогнозного объема работ по линейным предприятиям с сохранением величины общего объема.

Модуль планирования должен выполнять функции:

- сбора и хранения информации от сторонних цифровых систем и с помощью ручного ввода;

- комплексного анализа разноплановых и схожих информационных данных;

- формирования проектов планов работ и снабжения МТР по различным хозяйствам (ЦП, ЦШ, ЦВ) сетевого, дорожного и линейного уровней и общего плана по хозяйству ЦДИ сетевого, дорожного и линейного уровней;

- оперативной корректировки сформированных планов в зависимости от поступления руководящих указаний и изменения нормативной документации.

Формулировка задачи

В настоящее время планирование работ в ОАО «РЖД» по всем хозяйствам, в том числе по Центральной дирекции инфраструктуры производится с помощью цифрового ресурса «Автоматизированная система управления. Нормативное целевое бюджетирование» (АСУ НЦБ). Данный ресурс формирует плановые показатели на основе информационных данных, поступивших от систем: «Автоматизированная система

управления путевым хозяйством» (АСУ П) осуществляет в том числе контроль выполненных работ по техническому обслуживанию и ремонту объектов путевого хозяйства [1]; «Автоматизированная система управления хозяйством автоматики и телемеханики» (АСУ Ш 2) осуществляет в том числе контроль технического состояния и выполненных работ по техническому обслуживанию и ремонту хозяйства автоматики и телемеханики [1]; «Единая корпоративная автоматизированная система управления вагонного хозяйства» (ЕК АСУ В) осуществляет в том числе контроль выполненных работ по техническому обслуживанию и ремонту грузовых и пассажирских вагонов [2].

Работы по обслуживанию и ремонту объектов инфраструктуры в рамках хозяйств пути и сооружений, автоматики и телемеханики, вагонного определены в нормативных документах, среди которых основными являются:

- Положение об организации комплексного обслуживания объектов инфраструктуры хозяйства пути и сооружений [3];
- Инструкция по техническому обслуживанию вагонов в эксплуатации (инструкция осмотрищику вагонов) [4];
- Руководство по текущему отцепочному ремонту грузовых вагонов [5];
- Руководство по деповскому ремонту грузовых вагонов [6];
- Руководство по капитальному ремонту грузовых вагонов [7];
- Железнодорожная автоматика и телемеханика. Правила строительства и монтажа [8].

На рис. 1 изображен текущий технологический процесс планирования работ и поставки материально-технических ресурсов. Как видно из схемы, схожие этапы планирования заключаются в планировании работ и поставки материально-технических ресурсов. Также отметим значительный объем документов и потоков при планировании и контролю выполнения работ. Исходя из сказанного и по результатам анализа текущего процесса планирования можно обозначить следующие проблемы и недостатки:

- увеличение времени на формирование и изменение планов;
- снижение достоверности и полноты планов – по части позиций завываются плановые показатели, а по части – занижаются;
- дублирование работ – сначала отдельно по хозяйствам ЦП, ЦШ, ЦВ, а потом практически то же самое по всему хозяйству ЦДИ;
- возможные разногласия действий различных хозяйств в рамках одной станции, одного отделения, одной дороги.

Причинно-следственные связи проанализируем с использованием диаграммы Исикавы (рис. 2). Эффективность достигается за счет исключения дублирования процессов планирования и оптимизации процессов как в пределах станции, так и в пределах ДИ и ЦДИ.

Безопасность обеспечивается с помощью комплексного, в том числе предиктивного, анализа показаний всех систем диагностики, что, с учетом детализации показаний, снижает количество отказов технических средств и случаев нарушений безопасности движения поездов.

Технология. Эффективность достигается за счет исключения дублирования процессов планирования и оптимизации процессов как в пределах станции, так и в пределах ДИ и ЦДИ.

Безопасность. Обеспечивается комплексный, в том числе предиктивный, анализ показаний всех систем диагностики, что, с учетом детализации показаний, снижает количество отказов технических средств и случаев нарушений безопасности движения поездов.

Кадры. Эффект достигается за счет создания единого центра планирования вместо раздробленных отделов планирования по каждому оперативному хозяйству.

Управление. За счет применения цифровых инструментов снижается скорость информирования руководящих работников и повышается оперативность принятия управляющих решений.

Общая схема модуля (рис. 3) состоит из следующих этапов:

1. Формирование предварительного плана работ по данным объема перевозок.
2. Корректировка плана работ по данным мощности и данным за прошлые годы.
3. Корректировка плана работ по данным лимитов финансирования.
4. Корректировка плана работ по данным АСУ НЦБ.
5. Формирование плана поставок МТР.
6. Определение объекта инфраструктуры для обслуживания или ремонта.
7. Направление задания на обслуживание или ремонт.
8. Получение отчета о выполнении задания.
9. Формирование месячных, квартальных, годовых отчетов.
10. Формирование проекта управляющих решений.

Для разработки модуля планирования выбирается архитектурный стиль MVC (Model-View-Controller) как наиболее популярный и универсальный шаблон. Большинство цифровых ресурсов ОАО «РЖД» разработаны именно в этом стиле.

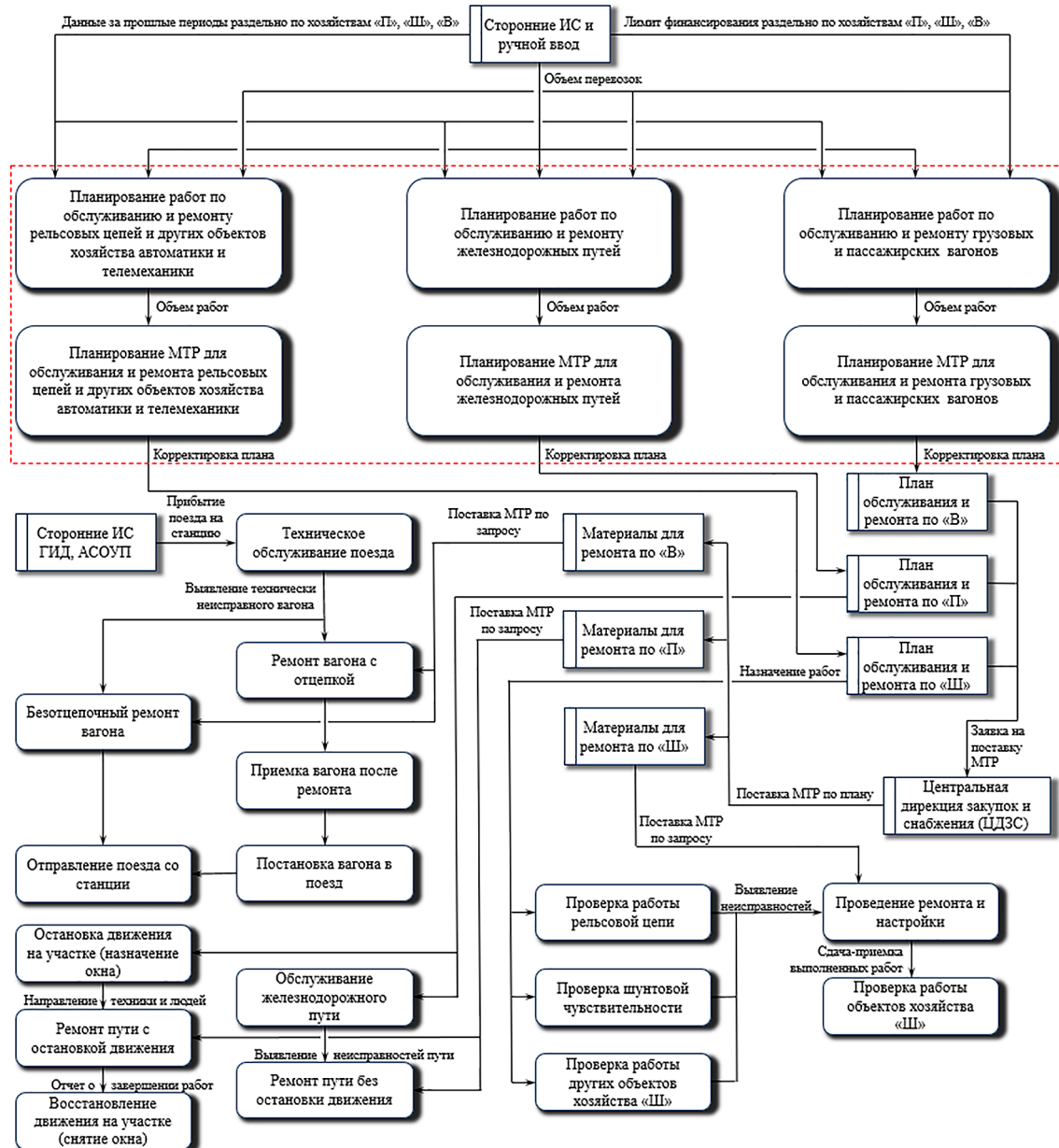


Рис. 1. Существующий технологический процесс планирования и выполнения работ по хозяйству инфраструктуры (красной штриховкой выделены дублирующие процессы)

Учитывая продолжающуюся в ОАО «РЖД» работу по реализации проекта «Цифровая трансформация», основным из направлений которой является укрупнение цифровых ресурсов, в качестве пользовательского интерфейса разрабатываемого модуля планирования лучше всего выбрать интерфейс существующей информационной системы.

Для этой цели более всего подходит интерфейс ЕК АСУ В, имеющей четко разграниченные уровни (линейный, дорожный, сетевой) с функциональным обозначением АРМов на каждом уровне. Кроме того, в ЕК

АСУ В уже существует несколько модулей, выполняющих автоматизацию конкретных технологических процессов: АСУ ТОР ЭК (автоматизированная система управления текущим отцепочным ремонтом на основе экономических критериев), СКАТ (система контроля автоматизированная транспортная), АСУ ПТО (автоматизированная система управления пунктом технического осмотра), ЭДО СПС (электронный документооборот с собственниками подвижного состава) и ряд других. В связи с этим реализация в среде ЕК АСУ В – модуля планирования работ будет наименее затратная.

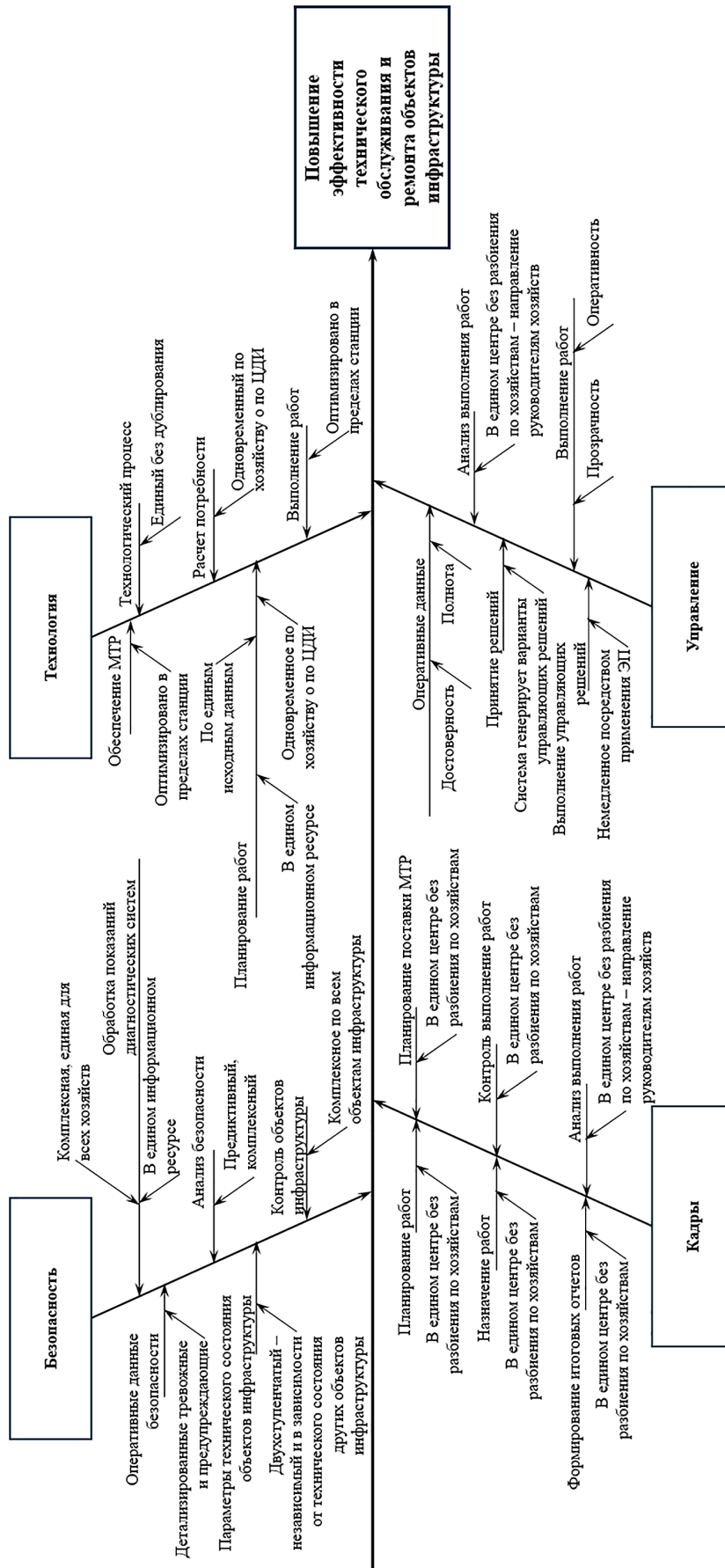


Рис. 2. Диаграмма причинно-следственных связей (Диаграмма Исикавы)

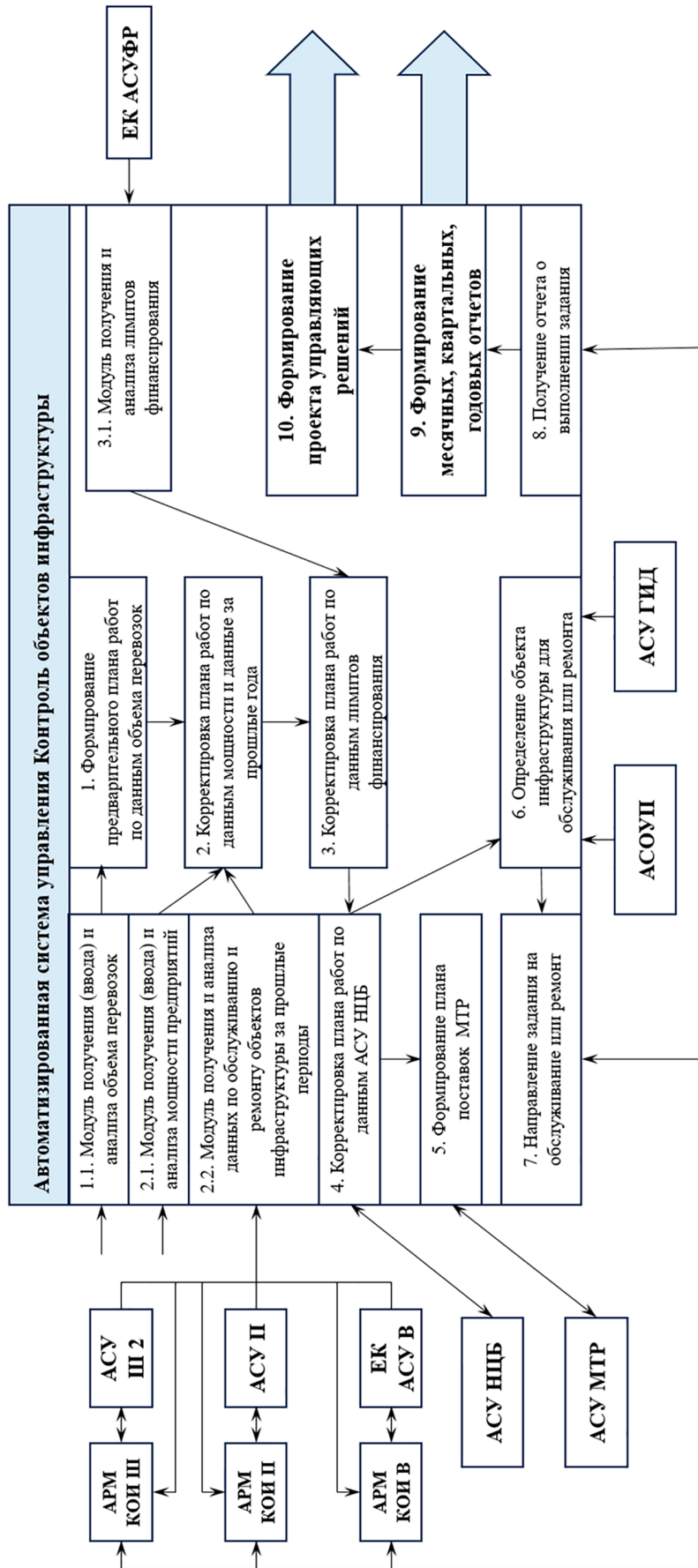


Рис. 3. Общая схема модуля планирования

Заключение

Создание интеллектуальной системы планирования, интегрированной с другими уже внедренными бизнес-системами, для обеспечения бесшовного обмена данными, позволит улучшить общую эффективность, повысит производительность и позволит решить ряд важных задач при планировании в ОАО «РЖД»: повысит эффективность планирования, увеличит скорость и точность при высвобождении времени для более стратегически важных задач, позволит осуществлять сравнительный анализ различных производственных сценариев, выявлять наиболее эффективные процессы, осуществлять сбор и анализ данных о затратах в режиме реального времени, позволит обеспечить точные прогнозы затрат, помогая ОАО «РЖД» контролировать бюджет и принимать более обоснованные решения, выявлять потенциальные проблемы и риски на стадии планирования и принимать превентивные меры по их устранению, осуществлять поиск новых возможностей для повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта, улучшит координацию между подразделениями и позволит выявить дублирование производственных процессов

при соблюдении всех действующих норм и инструкций.

Список литературы

1. Москвичев О.В. Информационные технологии и информационно-управляющие системы на магистральном транспорте. Самара: СамГУПС, 2015. 287 с.
2. Неумоин В.А. Единая корпоративная автоматизированная система управления вагонного хозяйства // Вагоны и вагонное хозяйство. 2017. № 4. С. 2–4.
3. Положение об организации комплексного обслуживания объектов инфраструктуры хозяйства пути и сооружений, утверждено распоряжением ОАО «РЖД» от 29 ноября 2019 г. № 2675. 2019. 171 с.
4. Инструкция по техническому обслуживанию вагонов в эксплуатации (инструкция осмотрику вагонов) № 808-2017 ПКБ ЦВ, утверждена Советом по железнодорожному транспорту государств – участников Содружества, протокол 21–22 мая 2009 г. № 50. 2017. 165 с.
5. Руководство по текущему отцепочному ремонту грузовых вагонов № 717-ЦВ-2009, утверждено распоряжением ОАО «РЖД» от 26 ноября 2010 г. № 2425 р. 2010. 49 с.
6. Руководство по деповскому ремонту грузовых вагонов № РД 32 ЦВ 169-2017, утверждено Советом по железнодорожному транспорту государств – участников Содружества, протокол 18–19 мая 2011 г. № 54. 2011. 156 с.
7. Руководство по капитальному ремонту грузовых вагонов № РД 32 ЦВ 168-2017, утверждено Советом по железнодорожному транспорту государств – участников Содружества, протокол 18–19 мая 2011 г. № 54. 2011. 115 с.
8. Железнодорожная автоматика и телемеханика. Правила строительства и монтажа Свод правил, утверждены приказом Министерства транспорта РФ от 06 июля 2015 г. № 204. 2015. 162 с.

УДК 519.816

DOI 10.17513/snt.39949

МОДЕЛЬ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ РАВЕНСТВА ПОТЕРЬ КРИТЕРИЕВ

Прохоренков П.А., Регер Т.В., Елисеенков А.С.

ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»,

Смоленский филиал, Смоленск,

e-mail: prohpavel@yandex.ru, tatjana-reger@bk.ru, eliseenkov2004@yandex.ru

Аннотация. Задачи поиска оптимальных решений для набора критериев всегда вызвали большой интерес как у ученых, исследовавших теоретические вопросы оптимизации, так и у практиков, которым приходится принимать управленческие решения в условиях многокритериальной неопределенности. Сформулированный испанским экономистом Парето принцип оптимальности многокритериальной задачи стал теоретической основой для дальнейших исследований и разработки практических методов решения подобных задач. Наибольшее распространение в задачах многокритериальной оптимизации получили алгоритмы и методы, основанные на ранжировании критериев и приведении задачи к скалярной оптимизации. В научных публикациях приводятся различные алгоритмы, использующие данный подход. В то же время по разным причинам не всегда имеется возможность провести ранжирование критериев. Использование одинакового ранга в функции свертки критериев не учитывает разную чувствительность критериев к изменению факторных переменных. В данной работе предложен подход, основанный на равенстве потерь критериев, при отклонении от оптимума, позволяющий выбрать решение многокритериальной задачи. В работе рассматриваются практические примеры использования предлагаемого подхода для линейной многокритериальной задачи и нелинейной задачи оптимизации состава портфеля ценных бумаг. Моделирование алгоритмов выполнено в программной среде Python с использованием прикладных библиотек оптимизации.

Ключевые слова: многокритериальная оптимизация, моделирование, алгоритмы поиска Парето-оптимальных решений, методы оптимизации

MULTICRITERIAL OPTIMIZATION MODEL BASED ON EQUALITY OF CRITERIA LOSSES

Prokhorenkov P.A., Reger T.V., Eliseenkov A.S.

Financial University under the Government of the Russian Federation, Smolensk branch, Smolensk,

e-mail: prohpavel@yandex.ru, tatjana-reger@bk.ru, eliseenkov2004@yandex.ru

Annotation. The problem of finding optimal solutions for a set of criteria has always been of great interest, both for scientists who have studied theoretical optimization issues, and for practitioners who have to make management decisions under conditions of multi-criteria uncertainty. The principle of optimality of a multicriteria problem formulated by the Spanish economist Pareto became the theoretical basis for further research and development of practical methods for solving similar problems. The most widely used algorithms and methods in multicriteria optimization problems are those based on ranking criteria and reducing the problem to scalar optimization. Scientific publications present various algorithms using this approach. At the same time, for various reasons, it is not always possible to rank the criteria. The use of the same rank in the criterion convolution function does not take into account the different sensitivity of the criteria to changes in factor variables. This paper proposes an approach based on the equality of criteria losses when deviating from the optimum, which allows choosing a solution to a multicriteria problem. The paper discusses practical examples of using the proposed approach for a linear multicriteria problem and a nonlinear problem of optimizing the composition of a securities portfolio. The algorithms were modeled in the python software environment using application optimization libraries.

Keywords: multicriteria optimization, modeling, algorithms for searching for Pareto-optimal solutions, optimization methods

Развитие средств обработки данных, используемых в процессе принятия управленческих решений, стимулирует расширение и совершенствование методов и алгоритмов построения математических моделей исследуемых объектов. Естественное стремление получения наилучшего результата предполагает системный подход к объекту управления с учетом всех возможных альтернатив. Практически любое управленческое решение – это решение на основе некоторого выбранного критерия с учетом

имеющихся ограничений. Математическое описание подобной задачи позволяет использовать современные математические алгоритмы и специализированное программное обеспечение для выработки оптимального решения.

Алгоритмы и математические методы поиска оптимальных решений хорошо изучены и успешно применяются для управления как техническими объектами, так и для решения разнообразных задач микро- и макроэкономики [1]. Математическая мо-

дель исследуемого объекта, на основании которой осуществляется оптимизация, является важнейшим инструментом исследования и управления, и от того, насколько точно она отражает реальную действительность, в значительной мере зависит качество управления. С другой стороны, любая модель в конечном счете является упрощением, и при выборе управленческого решения необходимо это учитывать. При разработке и дальнейшем использовании математических моделей исследователь сталкивается с рядом неопределенностей, вызванных в первую очередь неучтенными в модели факторами. Влияние этих факторов приводит к появлению случайной составляющей модели и, как следствие, заставляет использовать при моделировании методы математической статистики и регрессионного анализа [2].

На стадии принятия управленческих решений проявляется еще один вид неопределенности, получивший название «многокритериальная неопределенность». Природа такой неопределенности кроется в желании обеспечить оптимальные значения по ряду показателей, которые далее будем называть критериями. Проблема заключается в том, что, как правило, достижение оптимума одновременно по всем критериям недостижимо в силу их противоречивости. Применение скалярных методов оптимизации в такой ситуации не снимает возникшую неопределенность. Исследованию моделей и методов многокритериальной оптимизации посвящено достаточно много как теоретических работ [3], так и примеров их практического использования [4, 5]. Большое значение для понимания принципов построения методов многокритериальной оптимизации имело сформулированное в начале XX в. испанским экономистом Парето понятие эффективных решений. С точки зрения Парето, к эффективным решениям можно отнести любое решение задачи многокритериальной оптимизации при условии, что его нельзя улучшить одновременно по двум или более критериям. Дальнейшее развитие теории и практики многокритериальной оптимизации сводилось к разработке компромиссных методов выбора решения.

Среди отечественных ученых значительный вклад в развитие методов многокритериальной оптимизации принадлежит В.В. Подиновскому. В монографии [6] и других теоретических работах этого ученого раскрываются основные идеи и подходы при выборе оптимального решения в условиях многокритериальной неопределенности. Большинство рассматриваемых

подходов основано на ранжировании критериев и выборе решения на основе выделенных приоритетов. Среди этой группы методов можно выделить метод анализа иерархий (МАИ), предложенный Т. Саати [7], который рассматривает различные варианты развития методов ранжирования с учетом специфики исследуемых задач. К этому же классу методов относятся алгоритмы формирования глобального критерия на основе весовых коэффициентов критериев и сведение задачи к скалярному варианту с одним критерием. При возможности выделения основного критерия в ряд алгоритмов оптимизации менее важные критерии учитываются как ограничения в задаче оптимизации.

В данной работе рассматривается случай, когда критерии равнозначимые и отсутствует возможность их ранжирования. Такие ситуации могут возникать, в частности, при разработке проектов для сложных экономических и технических объектов, оцениваемых с разных сторон. В качестве критериев могут выступать такие показатели, как стоимость проекта, время реализации, риски реализации, обеспеченность ресурсами и ряд других показателей. С точки зрения лиц, принимающих решение, мерой, определяющей отклонение выбираемого решения от оптимального, но недостижимого по набору критериев, могут служить потери по каждому показателю за счет достигнутого компромисса.

Цель исследования – разработка модели задачи многокритериальной оптимизации на основе учета потерь критериев в компромиссном решении.

Материалы и методы исследования

Основными материалами, использованными при подготовке данной статьи, явились монографии, статьи и электронные ресурсы, в которых рассмотрены вопросы многокритериальной оптимизации, теоретические обобщения и практические применения данных методов при решении практических задач. Методы проведения исследований основаны на использовании методов линейной алгебры, дискретной математики и теории множеств. В работе использованы алгоритмы численного моделирования для проверки работоспособности предлагаемых решений. Процедура моделирования выполнена в программной среде Python с использованием прикладных пакетов оптимизации `pulp`, `scipy.optimize`, `cvxopt.modeling`. Для визуализации результатов работы алгоритмов оптимизации использован графический пакет `matplotlib`.

Результаты исследования и их обсуждение

Наиболее общим решением задачи многокритериальной оптимизации является нахождение множества Парето-оптимальных (эффективных) решений. Очевидно, что для любой предлагаемой модели решения задачи должны принадлежать этому множеству.

Обозначим множество допустимых решений задачи через X .

$$\left. \begin{aligned} \bar{x}_1 \mu \bar{x}_2 &\Leftrightarrow y_i(\bar{x}_1) = y_i(\bar{x}_2) \forall i = \overline{1, k} \\ \bar{x}_1 \gamma \bar{x}_2 &\Leftrightarrow y_i(\bar{x}_1) \leq y_i(\bar{x}_2) \forall i = \overline{1, k} \text{ and } \exists j : y_j(\bar{x}_1) < y_j(\bar{x}_2) \\ \bar{x}_1 \beta \bar{x}_2 &\Leftrightarrow [\bar{x}_1 \mu \bar{x}_2] \text{ and } [\bar{x}_1 \gamma \bar{x}_2] \text{ and } [\bar{x}_2 \gamma \bar{x}_1] \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

На основании введенных выше отношений (2) множество эффективных по Парето решений можно определить следующим образом:

$$P_x = \{ \bar{x}_0 \in X : \exists \bar{x} \in X : \bar{x} \gamma \bar{x}_0 \}. \quad (3)$$

В работе [5] показано, что в случае выпуклости множества X и выпуклости функций y_i множество P_x представляет собой связанное множество, что играет важную роль при построении алгоритмов нахождения эффективных решений. При этом множество P_x может быть представлено конечной α -сетью P_x^α эффективных решений:

$$P_x^\alpha = \cup_{\alpha \in A} [\operatorname{argmin} \bar{\alpha}^T \bar{y}(\bar{x})],$$

$$\text{где } A = \{ \alpha_i \in R^n : \alpha_i \geq 0 \forall i = \overline{1, k}, \sum_{i=1}^k \alpha_i = 1 \}. \quad (4)$$

В качестве примера рассмотрим двухкритериальную задачу линейного программирования, представленную следующими условиями:

$$\left. \begin{aligned} y_1 &= 0.33x_1 - x_2 \rightarrow \min \\ y_2 &= -x_1 + 0.33x_2 \rightarrow \min \\ g_1 &= -6x_1 + x_2 \leq -9 \\ g_2 &= x_1 + 6x_2 \leq 57 \\ g_3 &= 2x_1 + 3x_2 \leq 42 \\ g_4 &= 3x_1 - x_2 \leq 30 \\ g_5 &= -x_1 + 2x_2 \leq -5 \\ g_6 &= -2x_1 - 5x_2 \leq -19 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

На рис. 1 представлена область допустимых решений задачи, точки А и В локаль-

На множестве X рассмотрим задачу оптимизации с векторным критерием $\bar{Y} = [y_1, y_2, \dots, y_k]$. Введем на множестве X систему бинарных отношений:

$$B = \{ \mu, \beta, \gamma \}, \quad (1)$$

где μ – отношение эквивалентности; β – отношение несравнимости; γ – отношение предпочтения. Любые два решения \bar{x}_1 и \bar{x}_2 из множества X связаны одним из трех отношений таким образом, что

ных экстремумов двух критериев. Множество эффективных решений для линейной задачи представляет собой отрезок АВ, соединяющий две вершины многоугольника.

В общем случае для задач линейной оптимизации множество эффективных решений в n -мерном пространстве представляет собой выпуклый многогранник, размерность которого зависит в том числе от числа рассматриваемых в задаче критериев. Выделение множества эффективных решений в том или ином виде хотя и сужает область возможных решений многокритериальной задачи, однако неопределенность выбора итогового решения не устраняется.

Рассмотрим общую постановку задачи выбора решения многокритериальной задачи, основанную на понятии потерь по критериям при отклонении от их оптимума. Обозначим векторный критерий через \bar{Y} , а вектор независимых переменных через \bar{X} . Будем считать, что функции векторного критерия \bar{Y} определены на некотором допустимом множестве G .

Тогда задача определения оптимальных частных решений по каждому критерию может быть представлена в виде выражения

$$\bar{Y}(\bar{X}) \rightarrow \min, \forall \bar{X} \in G. \quad (6)$$

Решения частных задач оптимизации образуют множество оптимальных решений, как подмножество Парето-оптимальных решений:

$$\{ \bar{X}_1^*, \bar{X}_2^*, \dots, \bar{X}_k^* \} \subset P_x. \quad (7)$$

В общем случае решения векторной задачи (6) не совпадают, то есть

$$\bar{X}_i^* \neq \bar{X}_j^*, \forall i, j = \overline{1, k}. \quad (8)$$

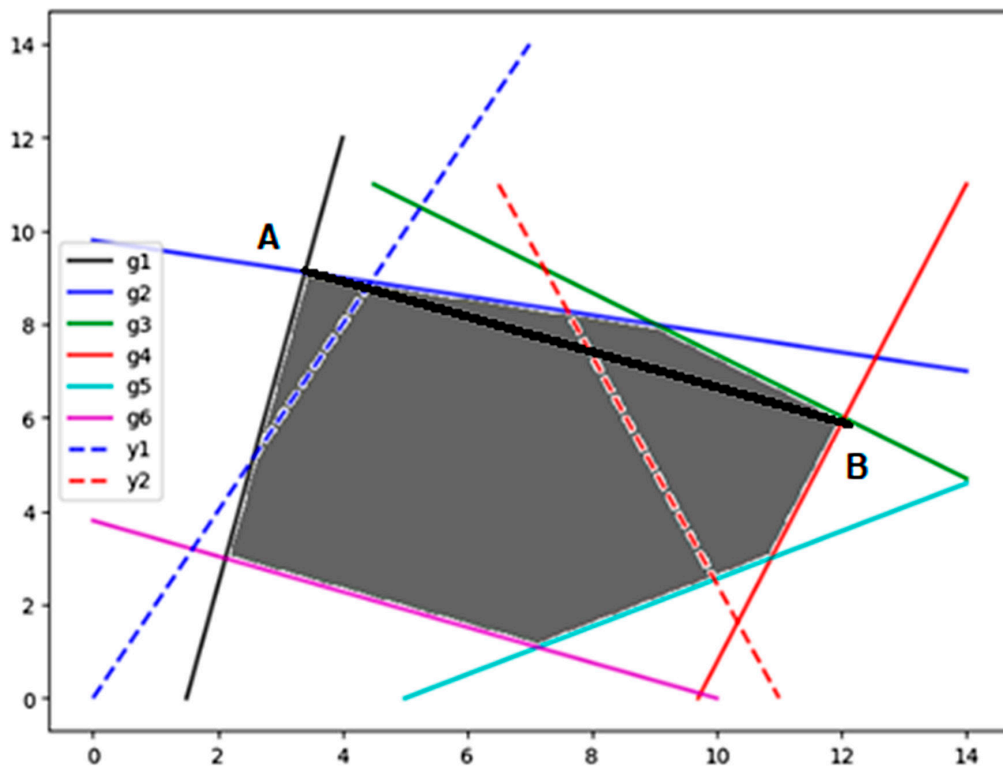


Рис. 1. Пример решения двухкритериальной задачи линейного программирования

Обозначим оптимальные решения по каждому критерию через v_i . Тогда вектор решений можно записать в виде выражения

$$\vec{V} = (v_1, v_2, \dots, v_k). \quad (9)$$

Пусть в качестве решения многокритериальной задачи выбран некоторый вектор $\vec{X}^0 \in P_x$, для которого значения по каждому из критериев можно записать в виде

$$(y_1^0, y_2^0, \dots, y_k^0). \quad (10)$$

Образуем вектор потерь каждого критерия при выбранном решении \vec{X}^0 как множество нормированных значений разниц оптимального и текущего значения критерия:

$$\vec{R} : \left\{ r_i = \frac{v_i - y_i^0}{v_i}, \forall i = \overline{1, k} \right\}. \quad (11)$$

Использование понятия потерь критериев упрощает для лица, принимающего решение, оценку последствий выбора того или иного варианта решения, поскольку он может оперировать непосредственно показателями предметной области. В качестве решения \vec{X}^0 многокритериальной задачи возможны несколько разных вариантов в зависимости от числа критериев и размерности множества G . Так, для двухкритериаль-

ной задачи в качестве решения может быть выбран вариант решения, соответствующий равенству потерь. Рассмотрим этот вариант решения на основе примера (5) для задачи линейного программирования с двумя критериями.

В таблице представлены результаты расчета эффективных по Парето решений на α -сети, а также значения критериев в узлах и потери критериев за счет отклонений от оптимальных значений.

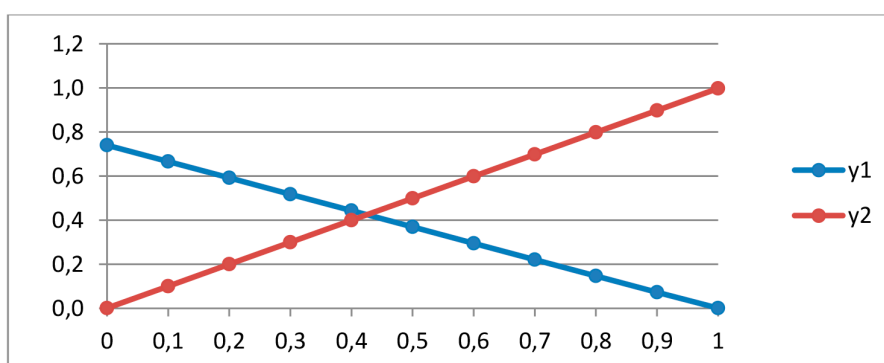
Функции потерь критериев представлены на рис. 2.

Равенство потерь достигается на уровне 40% от оптимальных по каждому критерию значений. В зависимости от предпочтений лица, принимающего решение, потери могут быть перераспределены. Данный алгоритм при выборе решения учитывает разную чувствительность критериев к изменению независимых переменных. Решение всегда смещается в факторном пространстве к оптимумам тех критериев, которые имеют большую чувствительность.

Рассмотрим использование данного подхода для нелинейной оптимизационной многокритериальной задачи. В качестве примера рассмотрим двухкритериальную задачу оптимизации состава портфеля ценных бумаг.

Точки α -сети эффективных решений

α	x1	x2	y1	y2	r1	r2
0	12	6,0	-2,1	-10,0	0,7	0,0
0,1	11,1	6,3	-2,7	-9,0	0,7	0,1
0,2	10,2	6,6	-3,3	-8,0	0,6	0,2
0,3	9,3	6,9	-3,9	-7,0	0,5	0,3
0,4	8,4	7,2	-4,5	-6,0	0,4	0,4
0,5	7,5	7,5	-5,1	-5,0	0,4	0,5
0,6	6,6	7,8	-5,6	-4,0	0,3	0,6
0,7	5,7	8,1	-6,2	-3,0	0,2	0,7
0,8	4,8	8,4	-6,8	-2,0	0,1	0,8
0,9	3,9	8,7	-7,4	-1,0	0,1	0,9
1	3	9,0	-8,0	0,0	0,0	1,0

Рис. 2. Графики функций потерь на α -сети эффективных решений

Для множества активов $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ ожидаемая доходность может быть задана вектором $\vec{m} = (m_1, m_2, \dots, m_n)$, мера риска портфеля R задается вариацией V . Для расчета вариации будем использовать ковариационную матрицу

$$C = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{pmatrix}. \quad (12)$$

В качестве критериев будем рассматривать математическое ожидание доходности $E(\vec{x})$ и вариацию $V(\vec{x})$, где:

$$E(\vec{x}) = \vec{m}^T \vec{x}, \quad V(\vec{x}) = \vec{x}^T C \vec{x}. \quad (13)$$

Выполним моделирование задачи для пяти активов со следующими исходными данными:

$$\vec{m} = (2, 1, 3, 4, 2),$$

$$C = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0,4 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 0,5 \\ 0,3 & 0 & 6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 8 & 0 \\ 0 & 0,5 & 0 & 0 & 3 \end{pmatrix}. \quad (14)$$

Задача оптимизации портфеля по Марковцу может быть записана следующим образом:

$$\left. \begin{array}{l} E(\vec{x}) \rightarrow \max \\ V(\vec{x}) \rightarrow \min \\ \sum_i x_i = 1 \end{array} \right\}. \quad (15)$$

Обозначим экстремальные значения для критериев соответственно через E^* и V^* . На рис. 3 представлены построенные графики потерь по каждому критерию. Векторы оптимальных решений в данной задаче не совпадают, поэтому ищется компромиссное решение.

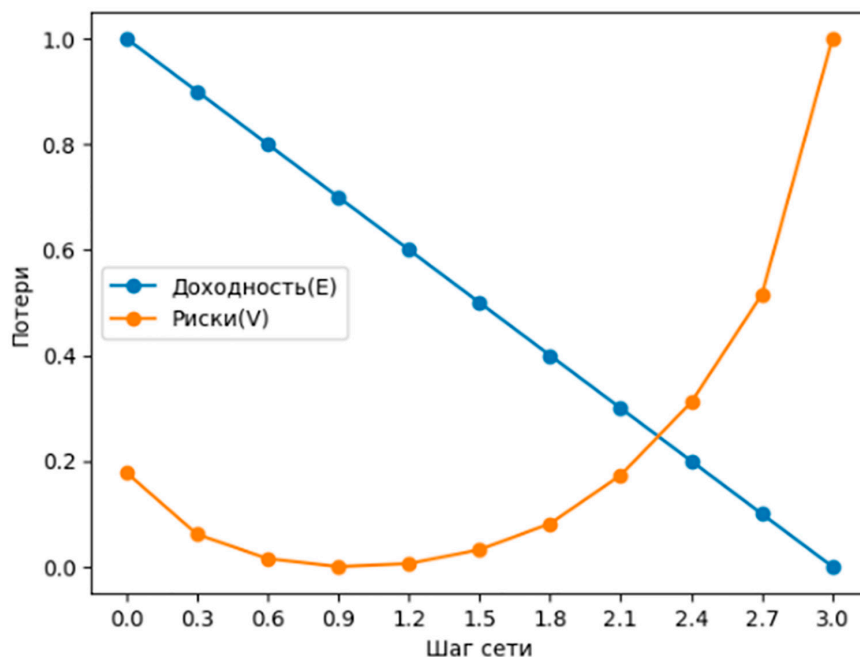


Рис. 3. Графики функций потерь

В случае отсутствия возможности назначить приоритет критериев логично в качестве решения выбрать вектор, обеспечивающий равные потери по каждому критерию.

В данном примере вектор решения $\vec{X}^o = (0,12; 0,0; 0,32; 0,44; 0,12)$. Полученные решения определяют состав портфеля ценных бумаг. При этом равные потери по двум критериям составляют порядка 22%.

Заключение

В данном исследовании рассматривается частный случай задач многокритериальной оптимизации, который отличается равной значимостью критериев и, как следствие, невозможностью их ранжирования. Для данного случая предлагается использовать подход, основанный на поиске решения при условии равенства потерь отдельных критериев. В работе рассматриваются примеры решения задач многокритериальной оптимизации для случая линейной векторной модели и модели с нелинейной целевой функцией. Алгоритм нахождения решения реализован с использованием библиотек оптимизации и средств визуализации программной среды Python. Предложенная модель многокритериальной оптимизации

может найти применение при решении практических задач экономики и в проектной деятельности.

Список литературы

1. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Логинов Е.Л. Применение экономико-математических методов и моделей оптимального планирования в цифровой экономике будущего (ЦЭМИ РАН: прогностическая интерпретация и развитие научного наследия Нобелевских лауреатов Л.В. Канторовича и В.В. Леонтьева). М.: ЦЭМИ РАН, 2022. 248 с.
2. Ильясов Р.Х., Крюков С.В. Анализ корреляций в колебаниях скорости экономического развития // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2017. № 4 (52). С. 68–78.
3. Ногин В.Д. и др. Основы теории оптимизации. М.: Высшая школа, 1986.
4. Зак Ю.А. Прикладные задачи многокритериальной оптимизации. М.: Экономика, 2014. 455 с.
5. Тятюшкин А.И. Многометодная оптимизация управления в сложных прикладных задачах // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2019. Т. 59, № 2. С. 235–246.
6. Подиновский В.В. Идеи и методы теории важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений. М.: Наука, 2019. 103 с.
7. Кривулин Н.К., Агеев В.А. Методы тропической оптимизации в многокритериальных задачах оценки альтернатив на основе парных сравнений // Вестник Санкт-Петербургского университета. Прикладная математика. 2019. Т. 15, Вып. 4. С. 472–488. DOI: 10.21638/11702/spbu10.2019.405.

УДК 004.4'232

DOI 10.17513/snt.39950

АРХИТЕКТУРА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

¹Сазонов А.С., ²Виденин С.А.¹ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: bennettst@yandex.ru;²ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
Москва, e-mail: svidenin@hse.ru

Аннотация. В статье рассматривается концепция архитектуры интегрированной среды разработки, построенной на идее распределенных компонентов, и является развитием облачных технологий, что предполагает, в свою очередь, выполнение вычислительных операций над исходным кодом в облаке, а не на персональном компьютере. Модули анализа кода, отладчик, навигация и другие компоненты рассматриваемой концепции среды разработки будут работать на облачных устройствах, отправляя на персональный компьютер уже готовый результат. Таким образом, среда разработки с распределенной архитектурой позволит программистам удаленно работать над проектами, будучи нетребовательной к характеристикам персонального компьютера. Это решение позволит не только снизить себестоимость разработки программного обеспечения, но и уменьшит возможность утечки исходного кода программы, так как весь исходный код будет располагаться в облачной инфраструктуре правообладателя программного кода, а не на машине разработчика. Представленная архитектура распределенной интегрированной среды разработки программного обеспечения позволит повысить безопасность исходного кода, уменьшить требования к рабочим станциям программистов и повысить удобство разработки в распределенных командах. Также распределенная архитектура позволяет использовать компоненты среды разработки в парном программировании, предоставляя полный или частичный доступ к функциям распределенной среды разработки.

Ключевые слова: операциональные преобразования, интегрированная среда разработки, распределенная интегрированная среда разработки, распределенные вычисления, облачные вычисления

DISTRIBUTED INTEGRATED DEVELOPMENT ENVIRONMENT ARCHITECTURE FOR SOFTWARE DEVELOPMENT

¹Sazonov A.S., ²Videnin S.A.¹Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: bennettst@yandex.ru;²National Research University Higher School of Economics, Moscow, e-mail: svidenin@hse.ru

Annotation. The paper considers the concept of an integrated development environment architecture based on the idea of distributed components and is a continuation of cloud technologies, which in turn involves performing computational operations on source code in the cloud rather than on a personal computer. Code analysis modules, debugger, navigation, and other components of the development environment concept will operate on cloud devices, sending a finished result to a personal computer. Thus, a distributed development environment allows programmers to work remotely on projects without being demanding on personal computer specifications. This solution will not only reduce the cost of software development but also reduce the possibility of a program's source code leakage due to the fact that the entire source code will be located in the cloud infrastructure of the software code holder rather than on the developer's machine. The presented distributed architecture of the integrated development environment for software development will increase the security of the source code, reduce requirements for programmers' workstations, and increase the convenience of development in distributed teams. Also, the distributed architecture allows using development environment components in pair programming, providing full or partial access to distributed development environment functions.

Keywords: operational transformations, integrated development environment, distributed integrated development environment, distributed computing, cloud computing

В современном мире информационные технологии играют важную роль во всех сферах жизни. Но нельзя упускать из внимания то, что параллельно с развитием ИТ, развивается и киберпреступность, вследствие чего ИТ-компаниям приходится тратить ресурсы на обеспечение безопасности данных сотрудников и их клиентов. Учитывая то, что последние несколько лет, особенно в сфере ИТ, увеличивается доля сотрудников, работающих удаленно, можно говорить о том, что безопасности данных сотрудников и внутренних данных

компаниям необходимо уделять больше внимания. Отметим, что все эти вызовы стоят не только перед ИТ-компаниями, которые занимаются разработкой прикладного программного обеспечения, но и перед создателями интегрированных сред разработки (Integrated Development Environment, IDE), так как именно они работают с исходным кодом разрабатываемого компаниями программного обеспечения.

В настоящее время, для написания исходного кода разрабатываемой системы, IDE требует от программиста скачивания

исходного кода разрабатываемой системы на рабочую станцию программиста. Эта необходимость повышает вероятность утечки кодовой базы разрабатываемой системы, особенно если в команде разработки есть удаленные сотрудники. Также при разработке коммерческих систем компании необходимо обеспечить команду программистов мощными рабочими станциями, чтобы IDE могла работать с большими объемами исходного кода.

Все эти проблемы присущи современным IDE, основанным на монолитной архитектуре. Монолитная архитектура [1, 2] представляет собой систему с взаимозависимыми подсистемами. Подсистема – это некоторый реализованный функционал внутри системы, решающий определенную задачу.

Примером таких подсистем в архитектуре IDE могут служить:

- редактор кода;
- проектная модель;
- отладчик;
- поддержка конкретного языка программирования.

Все эти подсистемы объединены в одну большую кодовую базу. В архитектуре монолитных IDE присутствует понятие модульности, которое предполагает динамическое подключение подсистем при их необходимости.

Несмотря на механизм модульности, в монолитных IDE остается проблема с зависимостью подсистем друг от друга [3], что приводит к необходимости скачивания исходного кода и обеспечения программистов дорогостоящими рабочими станциями.

Для решения этих проблем, а также для повышения удобства разработки предлагается подход организации архитектуры IDE, в основе которого распределенность.

Целью данного исследования является описание концептуальной модели архитектуры распределенной интегрированной среды разработки. На данный момент основной архитектурой интегрированной сред разработки является монолитная архитектура, выполняющая всю вычислительную работу на компьютере программиста. В последние годы создатели интегрированных сред разработки уделяют большое внимание распределенности. Возможность выполнять сложную вычислительную работу в облаке, не нагружая компьютер программиста, открывает много новых возможностей. Представленная концепция архитектуры позволит добиться увеличения скорости выполнения сложных вычислительных операций и даст новые возможности в коллаборативной разработке.

Концепция распределенной интегрированной среды разработки

Главная идея распределенных IDE заключается в декомпозиции всего исходного кода на подсистемы, слабо связанные друг с другом. Каждая такая подсистема должна решать конкретные задачи и быть самодостаточной. Подсистемы могут быть запущены на разных рабочих станциях и могут взаимодействовать друг с другом по защищенной сети. Для обеспечения удобства разработки в распределенных командах, распределенная IDE может поддерживать совместную разработку.

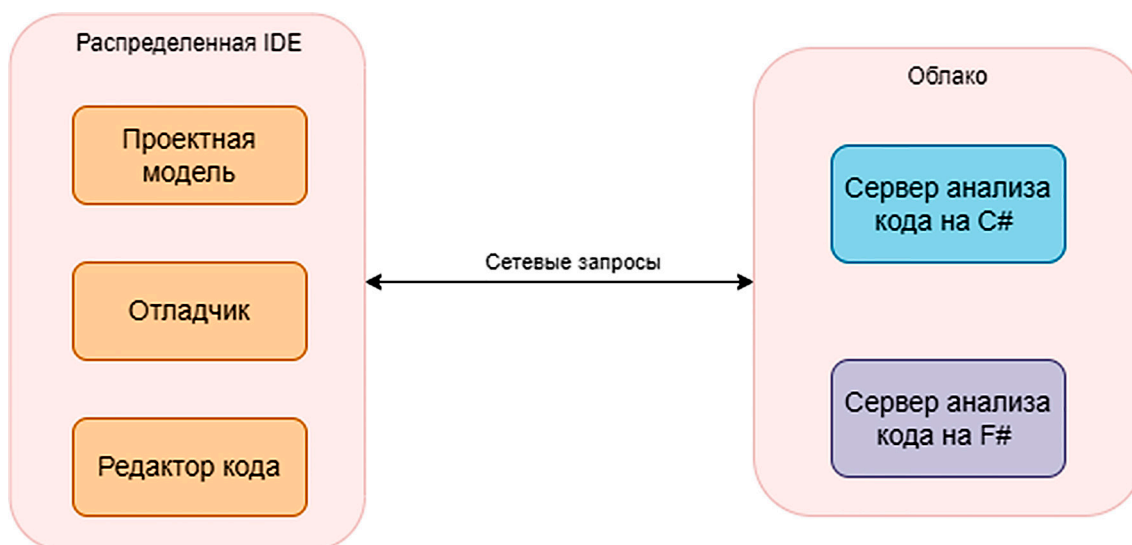


Рис. 1. Взаимодействие распределенной IDE и удаленных подсистем

Сильная сторона концепции распределенной IDE – возможность заранее выполнить большее количество работы по анализу кода разрабатываемой системы. Например, некоторые подсистемы могут располагаться на облачных серверах. Эти подсистемы имеют возможность заранее получить сведения об исходном коде разрабатываемой системы и сделать предварительные расчеты и анализы. Поэтому после начала работы в распределенной IDE уйдет меньше времени на открытие и анализ исходного кода, так как часть этой работы уже была завершена. Такие удаленные подсистемы могут быть как публичными, так и приватными и должны быть хорошо защищены. Взаимодействие распределенной IDE и удаленных подсистем изображено на рис. 1.

Для реализации подобной концепции недостаточно просто декомпозировать весь исходный код на подсистемы. Необходимо продумать область ответственности каждой подсистемы и реализовать корректное и согласованное взаимодействие между всеми участниками системы. Далее мы рассмотрим предлагаемую архитектуру, которая решает эти проблемы.

Архитектура распределенных интегрированных сред разработки

В распределенной архитектуре предполагаются три основных элемента:

1. Пользовательский интерфейс. В нем реализован весь интерфейс распределенной IDE. Содержит редактор кода и логику взаимодействия с ядром.

2. Компоненты. Подсистемы, отвечающие за реализацию функций в среде разработки. Это может быть анализ кода, сборка исходного кода или отладка.

3. Ядро. Управляет состоянием приложения и связывает компоненты с пользовательским интерфейсом. Выполняет задачи по обеспечению рабочего сеанса.

Взаимодействие пользовательского интерфейса и ядра осуществляется с помощью отправки команд, которые определяют конкретное действие, изменяющее состояние среды разработки. Например, это может быть команда с добавлением текста в конец документа или удалением файла. Ядру необходимо выполнить эту команду и передать результат всем компонентам, заинтересованным в этих изменениях. Например, после обновления текста в документе ядро может уведомить компонент анализа кода об изменениях. Компоненты также могут отправить команды на выполнение ядру.

Важно понимать, что ядро обеспечивает взаимодействие пользовательского интерфейса и компонентов, а также самих компонентов друг с другом. На рис. 2 изображена диаграмма архитектуры распределенной среды разработки.

В зависимости от конфигурации, компоненты могут запускаться как локально, так и удаленно. Конфигурация может зависеть от того, над каким проектом ведется работа. В случае коммерческого проекта компания может сконфигурировать среду разработки так, чтобы все компоненты, взаимодействующие с исходным кодом, выполнялись на специальных защищенных облачных серверах компании, без возможности прямого доступа к исходному коду. В остальных случаях все компоненты могут выполняться на персональном компьютере программиста. Плюсы такого подхода:

1. Уменьшение нагрузки на персональные компьютеры. Ресурсозатратные операции выполняются на удаленных машинах.

2. Улучшение безопасности. Снижаются риски утечки исходного кода разрабатываемых программ из-за отсутствия необходимости скачивания больших репозиторий на компьютер программиста

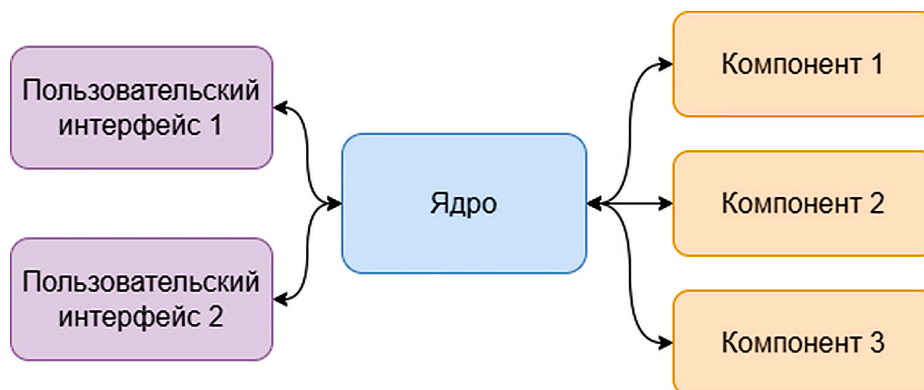


Рис. 2. Диаграмма архитектуры распределенной среды разработки

3. Моментальный старт. Компоненты можно заранее запустить на кодовой базе для предварительного анализа кода и выполнения других функций среды разработки. После открытия среды разработки она сразу готова к работе, без необходимости выполнения дополнительных работ.

4. Изоморфный опыт. В качестве редактора кода может выступать как настольное приложение, так и сайт в браузере.

Пользовательский интерфейс

Пользовательский интерфейс выполняет роль текстового редактора с дополнительными функциями. Помимо стандартных функций редактора [4], в нем также стоит реализовать лексический и синтаксический анализаторы [5] для подсветки синтаксиса и структурой проекта [6]. Данный функционал позволит использовать распределенную IDE не только как мощный инструмент для разработки приложений, но и в качестве легковесного редактора кода. При отключении от сети пользователи смогут продолжить работать, используя функционал редактора и последние данные, которые предоставили компоненты. После появления сети пользовательскому интерфейсу нужно синхронизировать обновленный исходный код с удаленными компонентами и вызвать необходимые процедуры анализа кода. У пользовательского интерфейса нет привязки к языку программирования или платформе. Поэтому он может быть реализован как в качестве настольного приложения, так и в качестве веб-сайта или мобильного приложения. Эти варианты могут комбинироваться.

Ядро

В распределенной среде разработки ядро выполняет задачи по реализации рабочего сеанса. Архитектура ядра является важнейшим аспектом в проектировании распределенной интегрированной среды разработки, так как является связующим звеном между всеми подсистемами и определяет их взаимодействие друг с другом. Самый важный аспект в архитектуре ядра – управление состоянием. Состояние – это данные, описывающие весь исходный код, создающийся в среде разработки. От того, как организована информация о редактируемом коде, будут зависеть все дальнейшие решения в проектировании архитектуры. В задачи входит управление состоянием приложения, синхронизация компонентов и пользовательского интерфейса. К одному может быть подключено несколько пользовательских интерфейсов для совместной разработки.

Состояние приложения может быть как изменяемым, так и неизменяемым. В распределенных интегрированных средах разработки чаще используют неизменяемое состояние. Это связано с тем, что мутабельная модель организации состояния приложения предполагает использовать примитивы синхронизации [7], что неизбежно приводит к большому количеству ошибок, связанных с многопоточностью [8]. В разработке настольных приложений существуют различные варианты управления состоянием:

1. Состояние приложения хранится в одной структуре данных, доступ к которой осуществляется с помощью примитивов синхронизации. Примитив синхронизации может быть любой, например блокировка чтения-записи.

2. Состояние приложения хранится в одной неизменяемой структуре данных. При изменении состояния поток не меняет его, а создает новое состояние на основе предыдущего и применяет к нему сделанные изменения. Ссылку на новое состояние имеет только поток, сделавший эти изменения. После внесения изменений в новое состояние, его необходимо объединить с главным. Операция объединения называется слиянием. Слияние может пройти удачно, а может завершиться ошибкой из-за конфликтов в данных. В случае конфликтов процедуру изменения состояния необходимо перезапустить.

3. Состояние приложения распределено между большим количеством классов в системе, не связанных между собой. Каждое такое место самостоятельно определяет механизмы доступа к собственной информации.

Перечислим часть задач, которые выполняет ядро:

1. Взаимодействие компонентов с пользовательским интерфейсом.

2. Взаимодействие компонентов друг с другом.

3. Оркестрация удаленных компонентов, имеющих дело с анализом кода.

Ядро поддерживает коллаборативную разработку, позволяя подключаться сразу нескольким пользовательским интерфейсам. Каждому пользовательскому интерфейсу может быть предоставлен как полный доступ ко всем функциям среды разработки, так и к ее части.

Компоненты

Компоненты в распределенной среде разработки отвечают за реализацию ее функционала. Ниже перечислен некоторый функционал, необходимый в интегрированной среде разработки:

– анализ и преобразование кода;

- навигация и поиск;
- сборка исходного кода;
- отладка исходного кода;
- контроль версий;
- профилировщики.

Каждый компонент может быть запущен как на машине пользователя, так и на удаленном компьютере. Взаимодействие компонентов напрямую нежелательно, такие действия лучше выполнять с использованием ядра в качестве посредника. Данная реализация позволит ядру всегда иметь актуальную информацию о приложении и информировать все заинтересованные компоненты об изменениях в состоянии.

Отдельно стоит отметить компоненты, отвечающие за реализацию анализа исходного кода. Это важные компоненты для любой IDE, отвечающие не только за анализ исходного кода, но и за его разбор и реализацию исправлений. Для этих целей используют языковые серверы и протокол языкового сервера (Language Server Protocol – LSP) в качестве взаимодействия с ними. Языковые серверы – это компоненты, реализующие поддержку конкретного языка программирования. Использование LSP позволяет унифицировать интегрирование языковых серверов в среды разработки. Это позволяет подключать языковые серверы на лету в качестве расширений среды разработки. Заметим, что реализация каждого из компонентов напрямую зависит от целевой платформы. Отладчики для C# и python будут сильно отличаться, поэтому эти компоненты не получится унифицировать.

В статье предложена архитектура интегрированной среды разработки, построен-

ной на идее распределенных компонентов. Реализация подобной архитектуры позволяет повысить безопасность исходного кода, уменьшить требования к рабочим станциям программистов и повысить удобство разработки в распределенных командах. Также распределенная архитектура позволяет использовать компоненты среды разработки в парном программировании, предоставляя полный или частичный доступ к функциям распределенной среды разработки.

Список литературы

1. Кугушева Д.С. Проектирование сложного программного обеспечения с использованием микросервисной архитектуры // Инновации и инвестиции. 2020. № 5. С. 188–190.
2. Онокой Л.С., Морев Е.А. Современные подходы к проектированию архитектуры приложений // Качество. Инновации. Образование. 2022. № 5 (181). С. 90–95.
3. Харазян А.А. Особенности микросервисной архитектуры для современных приложений // Электронные информационные системы. 2023. № 2 (37). С. 40–45.
4. Саватеев М.В., Калашников В.А., Мартышкин А.И., Гурин Е.И. Создание корпоративного текстового редактора при помощи реплицируемых не конфликтных типов данных // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2020. № 4 (52). С. 87–92.
5. Пырнова О.А., Никонов Д.П., Шарифуллина А.Ю. Разработка статического анализатора программного кода // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 12. С. 522–525.
6. Ванясин Н.В., Сидоркина И.Г., Поляков В.И. Архитектура интегрированной среды разработки программного обеспечения с поддержкой структурного редактирования // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2019. № 6. С. 1079–1085.
7. Косяков М.С., Тараканов Д.С. Сравнительный анализ реализаций спин-блокировок // Программные продукты и системы. 2018. № 4. С. 763–767.
8. Егоров В.Б. Особенности многоядерности и многопоточности в сетевых процессорах // Системы и средства информатики. 2020. № 1. С. 82–92.

УДК 004.9
DOI 10.17513/snt.39951

СИСТЕМА МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С КАНАЛАМИ РАЗЛИЧНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ, ФУНКЦИОНИРУЮЩАЯ В УСЛОВИЯХ СМЕШАННЫХ ПОТОКОВ

Самерханов И.З., Печеный Е.А., Нуриев Н.К.

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

Аннотация. В работе представлены результаты исследования двухканальной системы массового обслуживания с приборами различной производительности, функционирующей в условиях смешанных потоков. Потоки такого типа подразумевают возможность поступления в систему и последующей обработки как одинарных, так и групповых заявок, состоящих из нескольких требований на обслуживание. Для характеристики «смешанности» потока введен параметр P – вероятность того, что поступившая в систему заявка является одинарной. В ходе комплекса имитационных экспериментов на базе программного комплекса AnyLogic при различных значениях P (от группового потока при $P = 0$ до простейшего потока при $P = 1$) проведен сравнительный анализ показателей эффективности систем с каналами различной производительности и классических систем, обладающих обслуживающими устройствами одинаковой производительности. При проведении экспериментов также варьировались значения нагрузки на систему и величина диспропорции неэквивалентных каналов μ_1/μ_2 . В качестве показателей эффективности рассматривались вероятности p_0 и $p_{ок}$ в стационарном режиме. Представленные в работе материалы демонстрируют, что существуют области параметров, при которых системы с каналами различной интенсивности обслуживания могут быть эффективнее классических систем, при этом области эффективности преимущественно проявляются в условиях смешанного потока, характеризующегося более высокой вероятностью поступления одинарных заявок, чем групповых.

Ключевые слова: система массового обслуживания, каналы различной производительности, групповые потоки, смешанные потоки

QUEUING SYSTEM WITH HETEROGENEOUS SERVERS, FUNCTIONING IN CONDITIONS OF MIXED FLOWS

Samerkhanov I.Z., Pecheny E.A., Nuriev N.K.

Kazan National Research Technological University, Kazan, e-mail: ildar.samerhanov@mail.ru

Annotation. The paper presents the results of a study of a 2-server queuing system with heterogeneous servers operating in conditions of mixed flows. Flows of this type imply the possibility of entering the system and subsequent processing of both single and group requests consisting of several service requirements. To characterize the “mixing” of the flow, the parameter P is introduced – the probability that the application received by the system is a single one. In the course of a set of simulation experiments based on the AnyLogic software package at various values of P (from group flow at $P = 0$ to the simplest flow at $P = 1$), a comparative analysis of the performance indicators of systems with heterogeneous servers and classical systems with homogeneous servers was carried out. During the experiments, the values of the load on the system and the magnitude of the disparity of the non-equivalent server μ_1/μ_2 also varied. The probabilities p_0 and $p_{ок}$ in stationary mode were considered as efficiency indicators. The materials presented in the paper demonstrate that there are parameter areas in which systems with heterogeneous servers can be more efficient than classical systems, while the efficiency areas are mainly manifested in conditions of mixed flow, characterized by a higher probability of receiving single applications than group ones.

Keywords: queuing system, heterogeneous servers, group streams, mixed streams

В настоящее время при проектировании и разработке сложных систем, процесс функционирования которых может быть описан с помощью методов теории массового обслуживания, зачастую применяется ряд упрощений, связанных в первую очередь с отсутствием (или значительным усложнением) соответствующих математических моделей неклассических систем массового обслуживания (СМО).

Одними из наиболее распространенных упрощений, применяемых при решении задач прикладного и теоретического характера, являются, по всей видимости, допущения об одинаковой производительности

каналов и простейшем (пуассоновском) характере потоков.

При этом вполне очевидно, что во многих реальных системах приборы могут обладать различной интенсивностью обслуживания, а потоки зачастую носят неординарный характер (то есть поступающие в систему заявки могут содержать два и более требований на обслуживание). В качестве элементарного примера СМО такого типа можно привести парикмахерскую, в которой мастера, в зависимости от компетенций, могут обладать различной производительностью, в то же время клиенты (то есть заявки) могут приходить

как по одному, так и группами. Очевидно, что в данном случае с прикладной точки зрения упрощения допустимы, а моделирование сложной системы со смешанными потоками нецелесообразно. Однако, к примеру, для компьютерных или телекоммуникационных систем, связанных с обработкой больших данных, требуется более высокая расчетная точность и понимание закономерностей работы СМО такого типа.

В настоящее время в исследованиях отечественных и зарубежных авторов рассмотрены различные модификации систем с каналами различной производительности, в том числе с упорядоченным входом [1], делением и слиянием требований [2], ненадежными приборами [3], катастрофами [4] и др. Функциональными особенностями систем с неэквивалентными каналами посвящены работы [5, 6]. В них показано, что в условиях управления пуассоновскими потоками СМО с неэквивалентными приборами могут быть эффективнее, чем классические системы с одинаковыми каналами. В [7] рассмотрены системы с приборами одинаковой производительности, функционирующие в условиях неординарных потоков. Несмотря на явный прикладной интерес, исследований, посвященных системам с неэквивалентными каналами, функционирующим в условиях смешанных потоков, в научной литературе, по всей видимости, на текущий момент не представлено. В настоящей работе предпринята попытка изучения некоторых функциональных особенностей и закономерностей поведения СМО такого типа.

Объектом исследования являются модели систем массового обслуживания с каналами различной производительности, функционирующие в условиях смешанных потоков.

Целью исследования является сравнительный анализ эксплуатационных характеристик систем массового обслуживания с каналами одинаковой и различной производительности в условиях смешанных потоков.

Материалы и методы исследования

Рассмотрим двухканальную СМО без функции накопления очереди, на вход которой поступает поток заявок интенсивности λ , $\lambda > 0$. Интенсивности обслуживания первого и второго приборов равны соответственно μ_1 и μ_2 , $\mu_1, \mu_2 > 0$ (если производительности устройств различны, будем полагать что $0 < \mu_1 < \mu_2$).

В условиях смешанного потока в систему могут поступать как одинарные, так и групповые заявки (в случае двухканальной системы – парные, состоящие из двух требований). Введем параметр, характе-

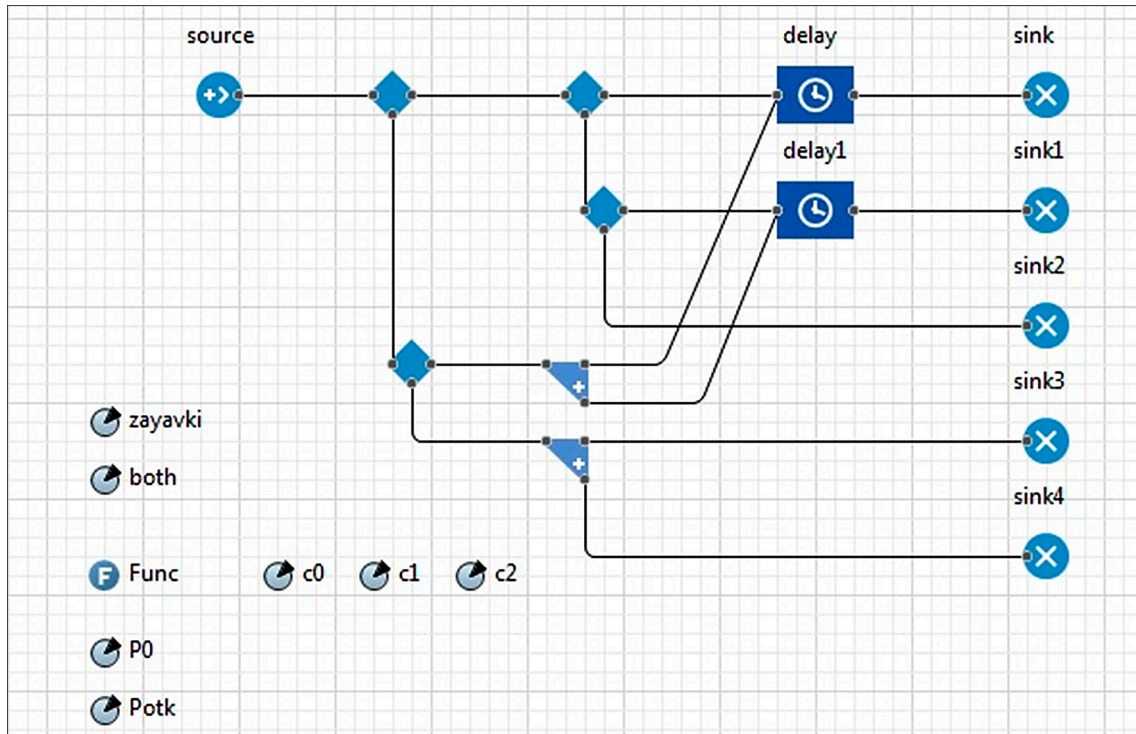
ризующий «смешанность» потока. Пусть P – вероятность того, что поступившая заявка – одинарная, соответственно $1 - P$ – вероятность того, что поступившая заявка – групповая. Таким образом, при $P = 0$ поток является групповым (парным), при $P = 1$ поток является ординарным.

При поступлении одинарной заявки в систему с каналами равной производительности она занимает любой из свободных каналов, если интенсивности приборов различны – она обслуживается наиболее «быстрым» свободным устройством (как показано в [5], данная схема управления потоком является наиболее эффективной для систем с неэквивалентными каналами). При поступлении в СМО парной заявки ее требования одновременно занимают два прибора (при этом, если производительности каналов различны, одно из требований по завершении обслуживания может покинуть систему раньше другого), если один или два канала системы заняты – парная заявка получает отказ в обслуживании и покидает систему.

В рамках работы проведена серия имитационных экспериментов на базе программного комплекса AnyLogic [8, 9]. Модель двухканальной системы, функционирующей в условиях смешанных потоков, представлена на рисунке. Она состоит из ряда стандартных блоков для создания (source), задержки (delay, delay1), уничтожения (sink – sink4) и управления потоками заявок, функции и нескольких переменных. Стоит отметить, что методы имитационного моделирования по определению предполагают некоторую погрешность в результатах и требуют проверки адекватности моделей, при этом позволяют с достаточной степенью точности исследовать СМО (как показано в [10], относительная погрешность имитационных моделей систем с неэквивалентными каналами может составлять около 1%).

В качестве показателей эффективности рассматриваются p_0 – вероятность того, что система свободна, и $p_{отк}$ – вероятность отказа в обслуживании.

Параметры исследуемых моделей представлены в табл. 1. В рамках серии имитационных экспериментов проведен сравнительный анализ показателей эффективности классической системы, обладающей каналами одинаковой производительности ($\mu_1 = \mu_2 = 5$ (строка «СМО-0»), и систем с неэквивалентными каналами при различных соотношениях интенсивностей приборов от $\mu_1 = 4,5$, $\mu_2 = 5,5$ (строка «СМО-1») до $\mu_1 = 1$, $\mu_2 = 9$ (строка «СМО-8»). Суммарная производительность каналов во всех рассматриваемых системах равна $\mu_1 + \mu_2 = 10$.



Имитационная модель СМО

Таблица 1

Параметры исследуемых моделей

		μ_1	μ_2
Каналы одинаковой производительности	СМО-0	5	5
	СМО-1	4,5	5,5
Каналы различной производительности	СМО-2	4	6
	СМО-3	3,5	6,5
	СМО-4	3	7
	СМО-5	2,5	7,5
	СМО-6	2	8
	СМО-7	1,5	8,5
	СМО-8	1	9

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим результаты сравнительного анализа функциональных характеристик системы массового обслуживания при $P = 0$ (поток парных заявок).

В табл. 2 представлена разница в показателях эффективности $p_{02} - p_{01}$, где p_{02} – вероятность того, что система с неэквивалентными каналами свободна, p_{01} – вероятность того, что система с каналами одинаковой производительности свободна. Таким образом, отрицательные значения

ячеек в данной таблице указывают на то, что система с неэквивалентными каналами в данных условиях менее эффективна, чем классическая СМО. Очевидно, что при групповом потоке разница в показателях $p_{отк}$ будет та же.

По результатам анализа таблицы представляется возможным сформулировать вывод о том, что в условиях группового потока СМО с неэквивалентными каналами являются менее эффективными, чем классические системы с приборами одинаковой производительности.

Таблица 2

Разница в показателях p_0 при групповом потоке ($P = 0$)

λ	$p_{02} - p_{01}$							
	СМО-1	СМО-2	СМО-3	СМО-4	СМО-5	СМО-6	СМО-7	СМО-8
1	-0,001	-0,008	-0,021	-0,041	-0,074	-0,118	-0,176	-0,273
3	-0,003	-0,015	-0,032	-0,059	-0,092	-0,139	-0,195	-0,274
5	-0,003	-0,01	-0,025	-0,048	-0,08	-0,126	-0,171	-0,23
7	0	-0,008	-0,019	-0,045	-0,07	-0,105	-0,147	-0,198
9	0,002	-0,008	-0,022	-0,035	-0,063	-0,094	-0,127	-0,171
11	0	-0,01	-0,022	-0,036	-0,057	-0,079	-0,115	-0,147
13	0	-0,009	-0,02	-0,033	-0,054	-0,076	-0,105	-0,133
15	0,001	-0,008	-0,016	-0,029	-0,045	-0,071	-0,092	-0,119

Таблица 3

Разница в показателях p_0 при смешанном потоке ($P = 0,5$)

λ	$p_{02} - p_{01}$							
	СМО-1	СМО-2	СМО-3	СМО-4	СМО-5	СМО-6	СМО-7	СМО-8
1	0,005	0,004	-0,002	-0,011	-0,026	-0,05	-0,095	-0,169
3	0,005	0,002	-0,002	-0,015	-0,038	-0,071	-0,125	-0,205
5	0,006	0,008	-0,002	-0,016	-0,037	-0,071	-0,116	-0,179
7	0,007	0,007	0	-0,016	-0,035	-0,062	-0,1	-0,148
9	0,003	0,001	-0,004	-0,018	-0,034	-0,059	-0,087	-0,126
11	0,009	0,003	-0,004	-0,015	-0,027	-0,047	-0,073	-0,11
13	0	0,001	-0,002	-0,013	-0,026	-0,04	-0,063	-0,087
15	0	0,003	-0,002	-0,011	-0,019	-0,035	-0,054	-0,077

Увеличение диспропорции в интенсивностях обслуживающих устройств приводит к значительному ухудшению показателей эффективности. К примеру, рассмотрим результаты при $\lambda = 5$. При незначительной диспропорции в интенсивностях каналов разница в показателях равна $p_{02} - p_{01} = -0,003$ (см. столбец «СМО-1»), что сравнимо с погрешностью методов имитационного моделирования. В то же время при увеличении диспропорции в интенсивностях обслуживающих устройств до $\mu_1 = 1$, $\mu_2 = 9$ разница в показателях составляет уже $p_{02} - p_{01} = -0,23$ (см. столбец «СМО-8»). Такое поведение системы наблюдается на всем диапазоне нагрузки от $\lambda = 1$ до $\lambda = 15$. Значительное ухудшение показателей эффективности при увеличении диспропорции каналов связано с тем, что время обслуживания групповой заявки становится равным времени обслуживания требования наиболее «медленным» прибором. Таким образом, при групповых потоках использование систем с неэквивалентными каналами представляется нецелесообразным.

Рассмотрим СМО, функционирующие в условиях смешанных потоков. По результатам экспериментов с моделями двухканальных систем, представленных в табл. 1, установлено, что положительные значения $p_{02} - p_{01}$ (значения, при которых система с неэквивалентными каналами может быть эффективнее классической системы) наиболее характерно появляются при $P \geq 0,5$, то есть когда вероятность поступления в систему одинарной заявки больше, чем вероятность поступления парной заявки. С учетом этого в рамках настоящей статьи ограничимся рассмотрением материалов при $P \geq 0,5$.

В табл. 3 представлены результаты экспериментов при смешанном потоке, характеризующемся равной вероятностью поступления одинарных и парных заявок $P = 0,5$.

Материалы таблицы демонстрируют, что при $P = 0,5$ система с каналами различной производительности в целом проявляет себя хуже классической СМО, однако при небольшой диспропорции в интенсивностях обслуживающих устройств (см. столбцы «СМО-1» и «СМО-2») имеются

некоторые положительные области, в которых система с неэквивалентными каналами может быть эффективнее системы с одинаковыми приборами.

В табл. 4 представлены результаты имитационных экспериментов при $P = 0,7$.

По результатам анализа материалов табл. 4 видно, что при $P = 0,7$ области эффективности системы с неэквивалентными каналами выражены более характерно. К примеру, при $\lambda = 3, \mu_1 = 4, \mu_2 = 6$ (см. столбец «СМО-2») система с каналами различной производительности по показателю p_0 на 0,016 превышает аналогичный показатель классической СМО. Несмотря на кажущуюся незначительность такой разницы, для систем, к примеру, обрабатывающих большие данные, она может дать ощутимое преимущество.

В табл. 5 представлены области эффективности при $P = 0,9$.

Значительную часть входного потока в данном случае составляют одинарные заявки. Видно, что при $P = 0,9$ области эффективности систем с неэквивалентными каналами являются значительно более характерными, чем в ранее рассмотренных

примерах. Так, при $\lambda = 1$ разница в показателях $p_{02} - p_{01}$ достигает 0,02.

Рассмотрим результаты имитационных экспериментов при $P = 1$, представленные в табл. 6. В данном случае поток является ординарным. По материалам таблицы видно, что при ординарном потоке области эффективности СМО с каналами различной производительности значительно расширились. Также заметим, что представленные области в целом совпадают с результатами, ранее полученными в [6] на примере трех- и четырехканальных СМО, функционирующих при пуассоновских потоках.

Стоит отметить, что в условиях смешанного потока системы с неэквивалентными каналами могут быть эффективнее классических СМО также по показателю $p_{омк}$. Для параметров систем, представленных в табл. 1, разница в значениях $p_{омк1} - p_{омк2}$ была не столь существенна, как в ранее рассмотренных примерах по показателю p_0 , и в некоторых моделях достигала 0,012. С учетом этого в рамках настоящей работы данные результаты мы приводить не будем, ограничившись рассмотренными областями эффективности по p_0 .

Таблица 4

Разница в показателях p_0 при смешанном потоке ($P = 0,7$)

λ	$p_{02} - p_{01}$							
	СМО-1	СМО-2	СМО-3	СМО-4	СМО-5	СМО-6	СМО-7	СМО-8
1	0,009	0,012	0,013	0,007	-0,001	-0,018	-0,047	-0,103
3	0,01	0,016	0,013	0,004	-0,012	-0,045	-0,091	-0,165
5	0,012	0,01	0,006	-0,002	-0,019	-0,051	-0,087	-0,149
7	0,007	0,007	0,001	-0,01	-0,025	-0,048	-0,084	-0,139
9	0,007	0,005	0,001	-0,012	-0,023	-0,045	-0,074	-0,116
11	-0,002	-0,002	-0,006	-0,011	-0,027	-0,045	-0,068	-0,098
13	0	0,001	-0,002	-0,012	-0,019	-0,034	-0,058	-0,082
15	0,003	0,001	-0,001	-0,012	-0,016	-0,032	-0,05	-0,071

Таблица 5

Разница в показателях p_0 при смешанном потоке ($P = 0,9$)

λ	$p_{02} - p_{01}$							
	СМО-1	СМО-2	СМО-3	СМО-4	СМО-5	СМО-6	СМО-7	СМО-8
1	0,007	0,015	0,02	0,02	0,019	0,012	-0,004	-0,04
3	0,003	0,01	0,013	0,01	-0,002	-0,019	-0,054	-0,115
5	0,008	0,011	0,013	0,009	-0,006	-0,032	-0,074	-0,135
7	0,005	0,009	0,012	-0,002	-0,017	-0,039	-0,069	-0,116
9	0,007	0,004	-0,002	-0,003	-0,018	-0,033	-0,063	-0,105
11	-0,002	-0,004	-0,004	-0,009	-0,021	-0,034	-0,056	-0,088
13	0,004	0,004	0,002	-0,004	-0,013	-0,027	-0,046	-0,07
15	0,001	0,002	-0,002	-0,006	-0,012	-0,027	-0,043	-0,065

Таблица 6

Разница в показателях p_0 при ординарном потоке ($P = 1$)

λ	$P_{02} - P_{01}$							
	СМО-1	СМО-2	СМО-3	СМО-4	СМО-5	СМО-6	СМО-7	СМО-8
1	0,01	0,02	0,026	0,03	0,033	0,034	0,031	0,013
3	0,011	0,018	0,022	0,02	0,016	0,001	-0,031	-0,087
5	0,011	0,016	0,016	0,016	0,002	-0,02	-0,056	-0,12
7	0,01	0,013	0,013	0	-0,007	-0,027	-0,059	-0,112
9	0,008	0,005	0,007	-0,004	-0,015	-0,031	-0,062	-0,1
11	0,004	-0,001	-0,001	-0,008	-0,02	-0,033	-0,059	-0,089
13	-0,001	0,002	-0,001	-0,01	-0,018	-0,03	-0,05	-0,072
15	0,005	0,003	0,001	-0,006	-0,014	-0,024	-0,038	-0,06

Таким образом, анализируя результаты имитационных экспериментов, представленные в табл. 2–6, видится возможным сформулировать вывод о существовании областей параметров, при которых системы с неэквивалентными каналами могут быть эффективнее систем с приборами одинаковой интенсивности в условиях смешанного потока. Данные области эффективности в значительной степени зависят от характера «смешанности» потока и преимущественно проявляются в условиях более высокой вероятности поступления одианных заявок, чем групповых. С учетом продемонстрированных результатов также стоит отметить, что изучение систем такого типа представляется достаточно перспективным направлением исследований по теории массового обслуживания.

Выводы

1. В условиях группового потока системы массового обслуживания с каналами различной производительности являются менее эффективными, чем классические системы с приборами одинаковой интенсивности обслуживания.

2. В условиях группового потока увеличение диспропорции в интенсивностях каналов приводит к значительному ухудшению показателей эффективности системы. Это связано с тем, что время обслуживания групповой заявки становится равным времени обслуживания одного из требований наиболее «медленным» прибором.

3. Существуют области параметров (соотношение интенсивностей каналов, нагрузка на систему), при которых системы с неэквивалентными каналами могут быть эффективнее систем с приборами одинаковой производительности в условиях смешанных потоков.

4. Области эффективности систем с каналами различной производительности преимущественно проявляются при смешанном

потоке, характеризующемся более высокой вероятностью поступления одианных заявок, чем групповых. То есть чем более смешанный поток приближается к ординарному, тем данные области проявляются наиболее выражено.

5. По аналогии с системами, функционирующими в условиях пуассоновских потоков, области эффективности систем с каналами различной производительности при смешанных потоках связаны с незначительной нагрузкой на систему и небольшой диспропорцией в интенсивностях каналов.

Список литературы

1. Isguder H.O., Kocer U.U. Analysis of GI/M/n/n queueing system with ordered entry and no waiting line // Appl. Math. Model. 2014. № 38. P. 1024–1032.
2. Осипов О.А. Система обслуживания с делением и слиянием требований, в которой требование занимает все свободные обслуживающие приборы // Вестник Российского университета дружбы народов. 2018. Т. 26, № 1. С. 28–38.
3. Xu J., Liu L., Zhu T. Transient Analysis of Two-Heterogeneous Server Queue with Impatient Behavior and Multiple Vacations // J. Systems Science and Information. 2018. Vol. 6, Iss. 1. P. 69–84.
4. Ammar S.I. Transient Behavior of a Two-Processor Heterogeneous Systems with Catastrophes, Server Failures and Repairs // Applied Mathematical Modelling. 2014. Vol. 38. P. 2224–2234.
5. Печеный Е.А., Самарханов И.З., Нуриев Н.К. Модель управления системой массового обслуживания с неэквивалентными каналами // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 4. С. 83–88.
6. Самарханов И.З. Об областях эффективности систем массового обслуживания с неэквивалентными каналами // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 5–1. С. 70–76.
7. Монсик В.Б., Скрынников А.А., Федотов А.Ю. Показатели эффективности функционирования системы массового обслуживания с неординарным входным потоком заявок в нестационарном режиме работы // Научный вестник МГТУ ГА. 2009. № 145. С. 113–118.
8. Боев Б.В. Компьютерное моделирование в среде AnyLogic: учеб. пособие для вузов. М.: Юрайт, 2019. 198 с.
9. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В. Моделирование сложных систем в имитационной среде ANYLOGIC // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17, № 13. С. 352–357.
10. Самарханов И.З. О применимости имитационного моделирования для расчета показателей систем массового обслуживания с неэквивалентными каналами // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25, № 6. С. 101–104.

УДК 681.516.75
DOI 10.17513/snt.39952

АВТОМАТИЗАЦИЯ АДДИТИВНОГО УЧАСТКА, ВКЛЮЧАЮЩЕГО НЕСКОЛЬКО 3D-ПРИНТЕРОВ

Сергеев А.И., Кириков М.Р., Кирикова А.Р., Корнипаев М.А.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург,
e-mail: alexandr_sergeew@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема автономной работы участка, включающего несколько 3D-принтеров. Описаны подходы к решению данной проблемы, используемые в мировой практике, отмечены области их возможного применения, достоинства и недостатки. Представлено описание автоматизированной системы замены столов, на которых печатается деталь. На основе предложенной методики автоматизации участка аддитивного производства, основанной на применении комплексного мультипликативного критерия эффективности, исходя из экономических и технологических предпочтений разработана структура системы. Система автоматизации аддитивного участка включает в себя транспортную тележку, перемещающуюся по рельсам и оснащенную механизм загрузки (выгрузки) столов, автоматизированный склад-стеллаж для хранения подготовленных к печати столов и конвейер для выгрузки на него столов с напечатанными изделиями. Приведено описание эскизных моделей транспортной тележки и стеллажа с подъемником, структурной схемы участка. Предложенная система автоматизации аддитивного участка позволяет обеспечить его автономную работу на период, соответствующий количеству позиций в складе, длительность которого увеличится с 8 ч до 16–20 ч в сутки с учетом времени на замену катушек с материалом для печати, подготовку столов-спутников и техническое обслуживание оборудования. Оснащение каждого принтера видеокамерой позволяет удаленно выполнять мониторинг процесса печати и состояния оборудования. Разработана система управления, обеспечивающая согласованную работу принтеров, тележки, склада и конвейера. В функции системы управления, помимо этого, входит обеспечение автоматической или удаленной загрузки заданий для печати.

Ключевые слова: 3D-принтер, аддитивное производство, автоматизация, автономная работа, транспортная тележка, склад-стеллаж

AUTOMATION OF AN ADDITIVE SITE THAT INCLUDES SEVERAL 3D PRINTERS

Sergeev A.I., Kirikov M.R., Kirikova A.R., Kornipaev M.A.

Orenburg state university, Orenburg, e-mail: alexandr_sergeew@mail.ru

Annotation. The article deals with the problem of autonomous operation of a site that includes several 3D printers. The approaches to solving this problem used in world practice are described, their areas of possible application, advantages and disadvantages are noted. The description of the automated system for replacing tables on which the part is printed is presented. Based on the proposed method of automation of the additive manufacturing site, based on the application of a complex multiplicative efficiency criterion, based on economic and technological preferences, the structure of the system has been developed. The automation system of the additive section includes a transport trolley moving along rails and equipped with a mechanism for loading (unloading) tables, an automated warehouse-rack for storing tables prepared for printing and a conveyor for unloading tables with printed products onto it. The description of sketch models of a transport trolley and a rack with a lift, a block diagram of the site is given. The proposed automation system of the additive section allows for its autonomous operation for a period corresponding to the number of positions in the warehouse, the duration of which will increase from 8 hours to 16–20 hours per day, taking into account the time for replacing containers with printing material, preparing satellite tables and equipment maintenance. Equipping each printer with a video camera allows you to remotely monitor the printing process and the condition of the equipment. A control system has been developed to ensure the coordinated operation of printers, trolleys, warehouses and conveyors. The functions of the management system, in addition, include providing automatic or remote download of print jobs.

Keywords: 3D printer, additive manufacturing, automation, autonomous operation, transport trolley, warehouse-shelving

Развитие технологий аддитивного производства способствует повышению доступности оборудования для 3D-печати. Активно ведутся исследования в области 3D-печати металлических изделий [1–3]. В связи с этим появляется возможность не только опытной, но и серийной печати партий деталей для различных нужд промышленности и бытового применения. Создаются фабрики 3D-печати. Так, например, в технопарке «Строгино» создана

первая в России фабрика 3D-печати, состоящая из более чем 200 инновационных 3D-принтеров. Однако особенности технологии печати деталей требуют присутствия человека на некоторых этапах, что снижает производительность. В задачи оператора, помимо обслуживания 3D-принтеров и запуска заданий, входят смена материала и снятие готовых деталей с рабочего стола. Более того, для технологии FDM (fused deposition modeling), или по-другому FFF

(fused filament fabrication), особенностью является использование стола с высокой адгезией к используемому пластику. Это обуславливает необходимость присутствия человека, который сможет подготовить поверхность стола, снять готовую деталь после печати и вновь подготовить стол для следующей детали [4].

Целью исследования является повышение времени автономности работы участка 3D-печати, предназначенного для изготовления элементов конструкции беспилотных летательных аппаратов и крепления полезной нагрузки. Достижение поставленной цели может развиваться по двум основным направлениям.

1. Совершенствование 3D-принтера – оснащение системой замены материала, системой сброса готовых изделий, системой контроля и диагностики элементов, системой обеспечения очереди печати и др. Данный подход удобен при создании нового производства на основе аддитивных технологий; в качестве примера можно привести 3D-принтер Redfab [5]. В качестве второго примера можно привести решение латвийской фирмы MassPortal, создавшей автоматизированную печатную ферму на основе порталной системы хранения и замены столов для печати [6] (рис. 1).

2. Создание автоматизированных ячеек на основе имеющихся 3D-принтеров за счет внедрения промышленных роботов, конвейеров, автоматизированных складов, обеспечивающих снятие готовых деталей и их транспортировку из зоны печати. Такой подход удобен, если 3D-принтеры уже имеются в наличии. Так, например, компания Ford, используя мобильного робота, автономно управляет 3D-принтерами. Автономный процесс позволяет 3D-принтеру работать непрерывно без участия человека, увеличивая производительность и снижая стоимость продукции. Разработанная в компании система управления дает возможность различным элементам оборудования от различных поставщиков отправлять команды друг другу, что позволяет выполнять совместную работу автономно [7]. В качестве второго примера можно привести ферму 3D-печати VooDoo Manufacturing, в которой для «автоматизации снятия моделей используются «коботы» (коллаборативные роботы), которые программируются на снятие площадки вместе с напечатанной моделью и установку новой печатной платформы, после чего печать возобновляется» [8]. Однако недостатками данного решения являются высокая стоимость и необходимость дооснащения робота системой линейного перемещения.

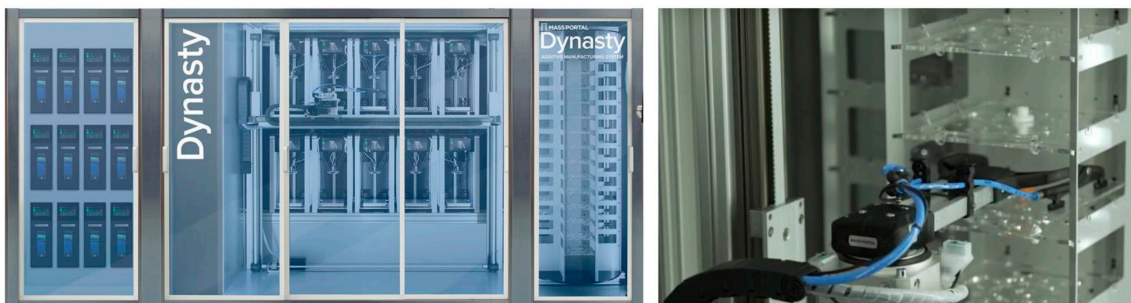


Рис. 1. Автоматизированная печатная ферма Mass Portal Dynasty™

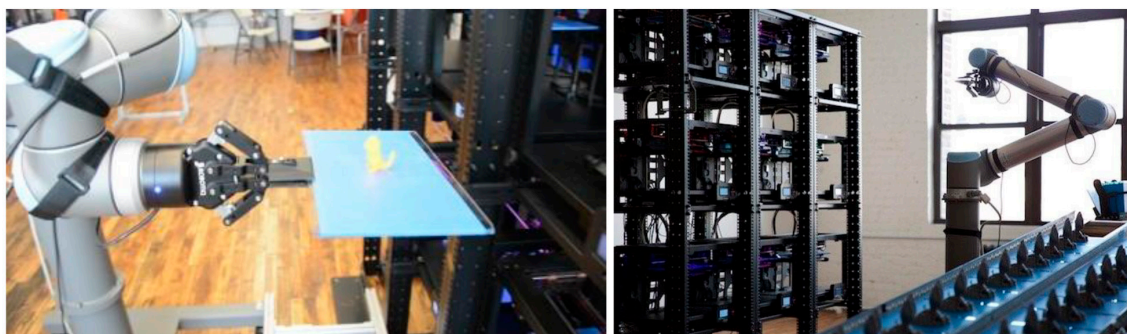


Рис. 2. Ферма 3D-печати VooDoo Manufacturing

Еще одним направлением является использование мобильных роботов, которые способны совместно печатать крупные компоненты и, в некоторых случаях, совместно собирать отдельные изделия. Подобное производство состоит из стационарных роботов для 3D-печати и транспортных роботов, которые доставляют их к соответствующим позициям для выполнения заданий [9].

Материалы и методы исследования

Для решения проблемы автономной работы 3D-принтеров в статье предлагается использование системы автоматического обслуживания, а именно автоматической смены стола для печати и транспортировки его на автоматизированный склад [10].

Главная проблема автоматического снятия деталей заключается в широкой номенклатуре и малых объемах производства изготавливаемых изделий. Так как 3D-печать часто используется в единичном и мелкосерийном производстве, изготовление индивидуальной оснастки для автоматического снятия изделия со стола потребует дополнительных затрат ресурсов, возможно, даже больших, чем на производство самой детали. Применение различного рода манипуляторов также затруднено, так как для каждого вида деталей потребуется составлять отдельную программу. Данный метод может быть успешно использован при мелкосерийной печати, но остается проблема размещения манипулятора в рабочей зоне принтера. В редких случаях решением может быть использование для сталкивания готовой детали с рабочего стола печатающей головки вместо манипулятора, но такой подход также не лишен недостатков (например, ограниченная мощность приводов головки не позволяет откреплять детали от стола с большой площадью основания) [11].

Решением может служить система автоматического снятия стола вместе с деталью. Стол в этом случае перемещается в буферное хранилище, из которого затем извлекается человеком. Оператор впоследствии вручную снимает деталь и подготавливает стол к последующей печати. Многовариантность возможных технических решений предложенной системы позволяет сформировать методику автоматизации участка аддитивного производства, основанную на этапах по ГОСТ Р 59793–2021, которая будет состоять из следующих этапов (работы внутри этапов в целом соответствуют ГОСТ Р 59793–2021, поэтому не представлены):

- 1) «Обследование объекта и обоснование необходимости создания АС»;
- 2) «Формирование требований пользователя к АС»;

3) «Оформление отчета о выполненной работе»;

4) «Изучение объекта» и «Проведение необходимых научно-исследовательских работ»;

5) «Разработка вариантов концепции АС и выбор варианта концепции АС, удовлетворяющего требованиям пользователя».

В отличие от ГОСТ, на данном этапе предлагается модифицировать процесс оценки преимуществ и недостатков каждого варианта автоматизации за счет применения предлагаемого мультипликативного критерия. Это позволит получить несколько вариантов автоматизации, из которых затем выбирается рабочий, соответствующий структуре, определяемой весовыми коэффициентами, задающими значимость того или иного параметра оценки. Дальнейшие этапы выполняются в соответствии с ГОСТ Р 59793–2021.

Ключевым отличием предлагаемой методики является применение комплексного критерия оценки эффективности проекта K на этапах обследования объекта и обоснования необходимости создания системы автоматизации участка, разработки и выбора варианта концепции системы, удовлетворяющего требованиям пользователя, определяемого по формуле:

$$K = \prod_{i=1}^n k_i^{w_i} \quad (1)$$

где k_i – критерий, оценивающий отдельный элемент структуры разрабатываемой системы автоматизации; w_i – весовой коэффициент, учитывающий значимость элемента структуры; $i=1..n$, где n – количество элементов структуры.

Каждый элемент структуры может иметь различные варианты реализации. По транспортной системе это может быть конвейерная реализация, на основе промышленного робота или транспортной тележки. По складской системе – одноярусная, многоярусная, на поворотном столе, на конвейере. Варианты реализации, в свою очередь, характеризуются энергоемкостью, стоимостью, занимаемой площадью, возможностью размещения максимального количества изделий, наличием оборудования или комплекующих. Оценка вариантов структуры также выполняется на основе мультипликативного критерия:

$$k_i = \prod_{j=1}^m v_j^{w_j} \quad (2)$$

где v_j – критерий, оценивающий вариант реализации элемента структуры разрабатываемой системы автоматизации; w_j – весовой коэффициент, учитывающий значимость того или иного варианта реализации эле-

мента структуры; $j=1..m$, где m – количество вариантов реализации.

У каждого варианта структуры могут быть свои критерии оценки. Например, транспортная система (k_1) оценивается по критериям стоимости (v_1), энергоэффективности (v_2), наличия оборудования или комплектующих (v_3), возможности масштабирования (v_4). Тогда критерий, оценивающий транспортную систему, запишем в виде $k_1 = v_1^{w_1} \cdot v_2^{w_2} \cdot v_3^{w_3} \cdot v_4^{w_4}$.

Так как каждый из подобных критериев может изменяться в широком диапазоне, для их формализации предложено использовать принципы нечеткой логики и нечеткого вывода.

Рассмотрим на примере стоимости транспортной системы формирование критерия v_1 . Для этого определим три нечеткие переменные: «дешево», «приемлемо», «дорого». Область определения у всех переменных задается в зависимости от создаваемой системы автоматизации, для примера зададимся областью определения $X=[0,1000]$. Функции принадлежности для нечетких переменных «дешево», «приемлемо», «дорого» будут определяться по соответствующим формулам:

$$M(x)_1 = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-200}{100}\right)^8}. \quad (3)$$

$$M(x)_2 = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-500}{300}\right)^6}. \quad (4)$$

$$M(x)_3 = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-900}{200}\right)^{10}}. \quad (5)$$

Графики описанных функций принадлежности приведены на рисунке 3а.

Затем необходимо задать нечеткие переменные, определяющие эффективность принятого решения: «очень эффективно», «эффективно», «неэффективно».

Диапазон изменения эффективности принятого решения принадлежит интервалу $p = [0,1]$, а функции принадлежности зададим следующими отношениями:

$$ME(p)_1 = \frac{1}{1 + \left(\frac{p-0,8}{0,15}\right)^6}, \quad (6)$$

$$ME(p)_2 = \begin{cases} 1 - \frac{b-p}{b-a}, & a \leq p \leq b \\ 1, & b \leq p \leq c \\ 1 - \frac{p-c}{d-c}, & c \leq p \leq d \end{cases}, \quad (7)$$

где $a = 0$; $b = 0,4$; $c = 0,7$; $d = 1$

$$ME(p)_3 = \frac{1}{1 + \left(\frac{p-0,1}{0,15}\right)^4}. \quad (8)$$

Графики функций принадлежности, позволяющие оценить эффективность принятого решения, приведены на рисунке 3б.

С помощью алгоритма Мамдани сформируем итоговое нечеткое подмножество, определяемое по формуле:

$$\mu(p) = C1(x, p) + C2(x, p) + C3(x, p), \quad (9)$$

где $C1(x, p)$, $C2(x, p)$, $C3(x, p)$ – усеченные функции, определенные на основе заданных правил.

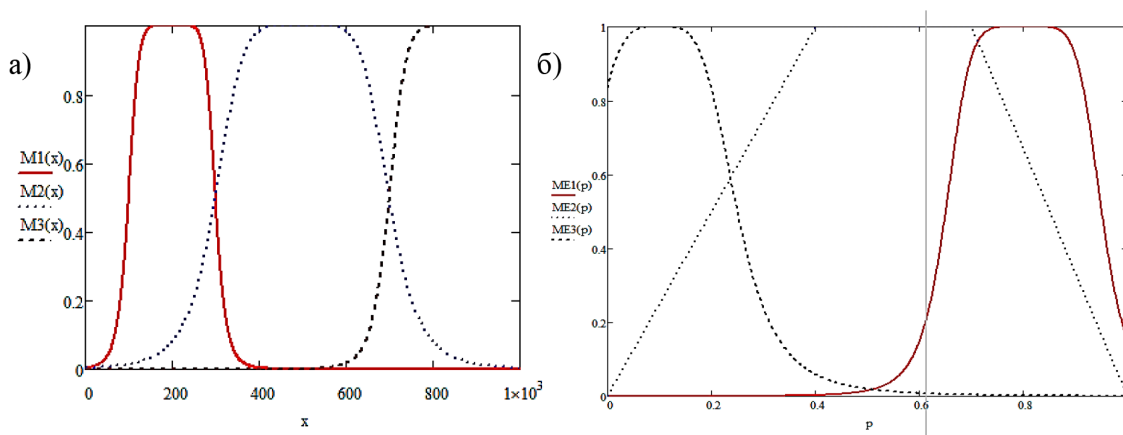


Рис. 3. Графики функций принадлежности
а) нечеткие переменные «дешево», «приемлемо», «дорого»;
б) нечеткие переменные «очень эффективно», «эффективно», «неэффективно»

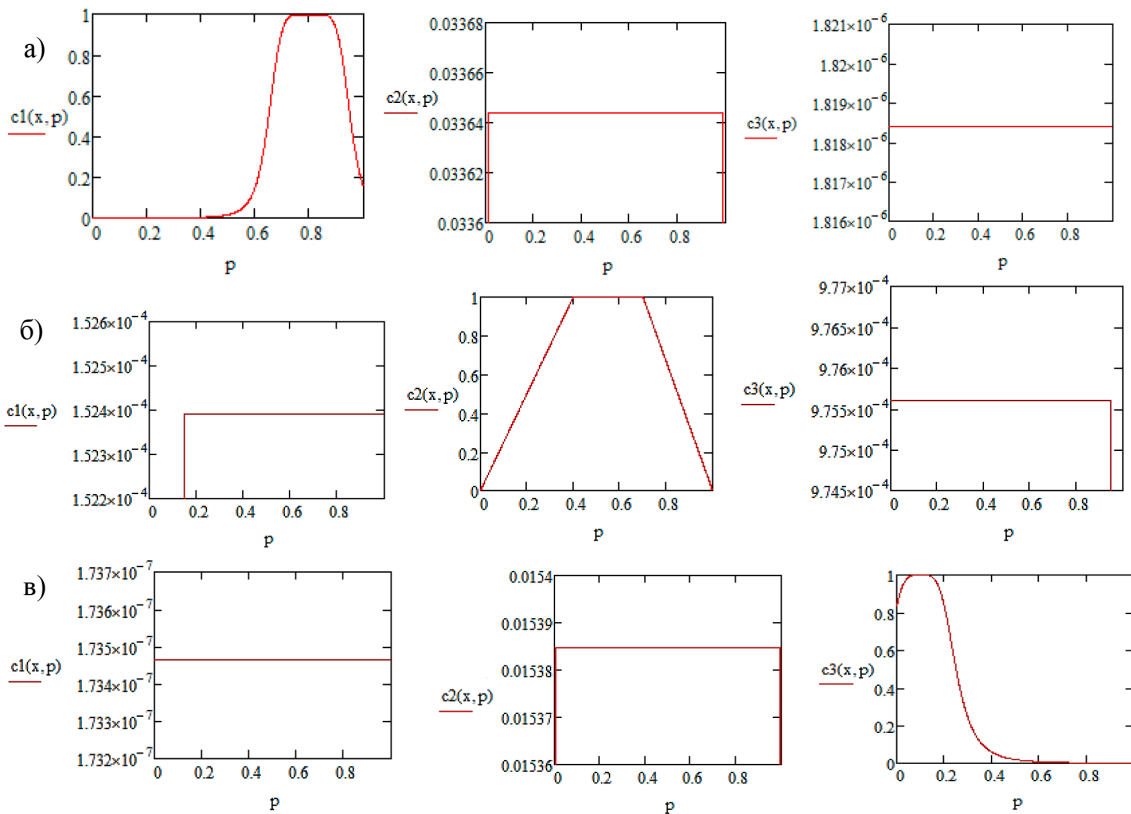


Рис. 4. Графики усеченных функций: а – при $x = 150$; б – при $x = 500$; в – при $x = 900$

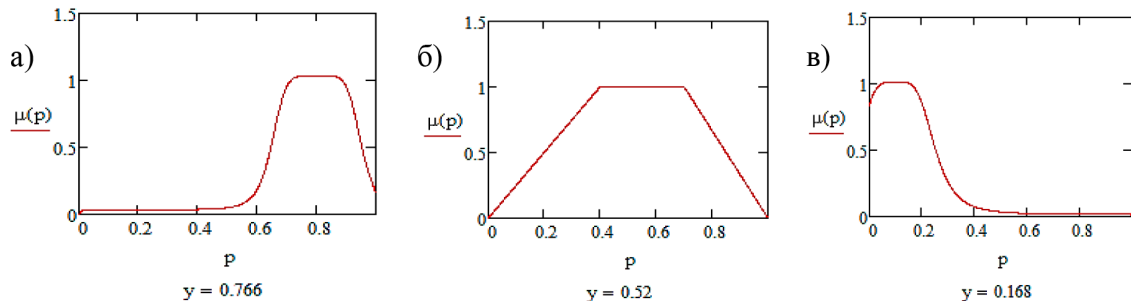


Рис. 5. Графики нечеткого подмножества $\mu(p)$ для различных значений стоимости а – при $x = 150$; б – при $x = 500$; в – при $x = 900$

Для усеченных функций применим нечеткую импликацию и в качестве t -нормы операцию нахождения минимума. Тогда расчет усеченных функций запишется как:

$$C1(x, p) = \min(M(x)_1, ME(p)_1), \quad (10)$$

$$C2(x, p) = \min(M(x)_2, ME(p)_2), \quad (11)$$

$$C3(x, p) = \min(M(x)_3, ME(p)_2). \quad (12)$$

Графики усеченных функций для различной стоимости автоматизированной системы представлены на рисунке 4. Графики

нечеткого подмножества $\mu(p)$ для тех же значений стоимости приведены на рисунке 5.

Дефаззификацию полученного нечеткого множества определим методом нахождения центра тяжести:

$$y = \frac{\int_0^1 p \cdot \mu(p) dp}{\int_0^1 \mu(p) dp}. \quad (13)$$

На рисунке 6, помимо графиков, отображено значение y , соответствующее критерию v_1 . В результате значение критерия для различных вариантов стоимости транс-

портной системы, обеспечивающей доставку столов-спутников, составит: $v_1(150) = 0.766$, $v_1(500) = 0.52$, $v_1(900) = 0.168$,

По описанному принципу определяют все составляющие комплексного критерия оценки эффективности проекта K .

На основе принципов, предложенных в методике автоматизации участка аддитивного производства, разработан проект системы, обеспечивающей автономную работу четырех 3D-принтеров.

Транспортную систему для автоматической смены столов-спутников можно реализовать с использованием:

- конвейера;
- робота-манипулятора;
- транспортной тележки.

Недостатками использования конвейера для транспортировки одиночных столов и изделий являются низкая энергоэффективность, высокая стоимость, проблема точного позиционирования, проблема масштабирования, необходимость установки у каждого принтера оборудования, осуществляющего перегрузку столов со станка на линию и обратно.

Использование робота-манипулятора позволяет устанавливать столы-спутники гораздо эффективнее и точнее, чем при использовании конвейера, не требуется дополнительное оборудование для перегрузки столов, так как сам робот выполняет эту функцию, но количество принтеров жестко ограничивается пространством вокруг отдельного манипулятора.

При использовании транспортной тележки перемещается только установленный на ней груз, что позволяет эффективнее использовать энергию и быстрее осуществ-

лять точное позиционирование. Оборудование для позиционирования и перегрузки столов расположено на тележке и не требует установки его для каждого принтера. Система, использующая тележку, может быть расширена при увеличении количества принтеров за счет наращивания транспортного пути и внесения дополнений в программу управления.

В результате расчета для каждого варианта критерия k_1 принято решение в проекте использовать транспортную тележку.

Безрельсовая тележка обладает возможностью перемещаться по всей площади производственного помещения в любом направлении, что позволяет выбирать оптимальный маршрут для перемещения. Но такой подход требует сложной системы датчиков и программного обеспечения, которое должно создавать высокий уровень безопасности.

Тележка, использующая рельсы, обладает более простой системой управления и позиционирования, но требует прокладки рельсов вдоль участка. При небольшом количестве используемых принтеров, расположенных рядом, установка рельсов не создает существенных затрат, поэтому решено использовать транспортную тележку на рельсах как самую безопасную и простую в управлении.

Проектируемая транспортная тележка должна быть технологичной и преимущественно состоять из компонентов, доступных в свободной продаже, для снижения стоимости производства и эксплуатации. Эскизная модель транспортной тележки для перемещения столов 3D-принтеров представлена на рисунке 6а.

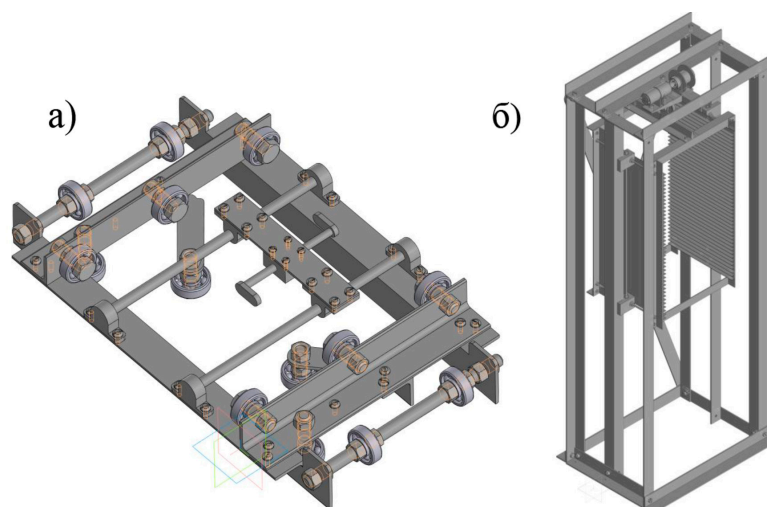


Рис. 6. Транспортно-накопительная система
а – конструкция транспортной тележки; б – эскизная модель стеллажа с подъемником

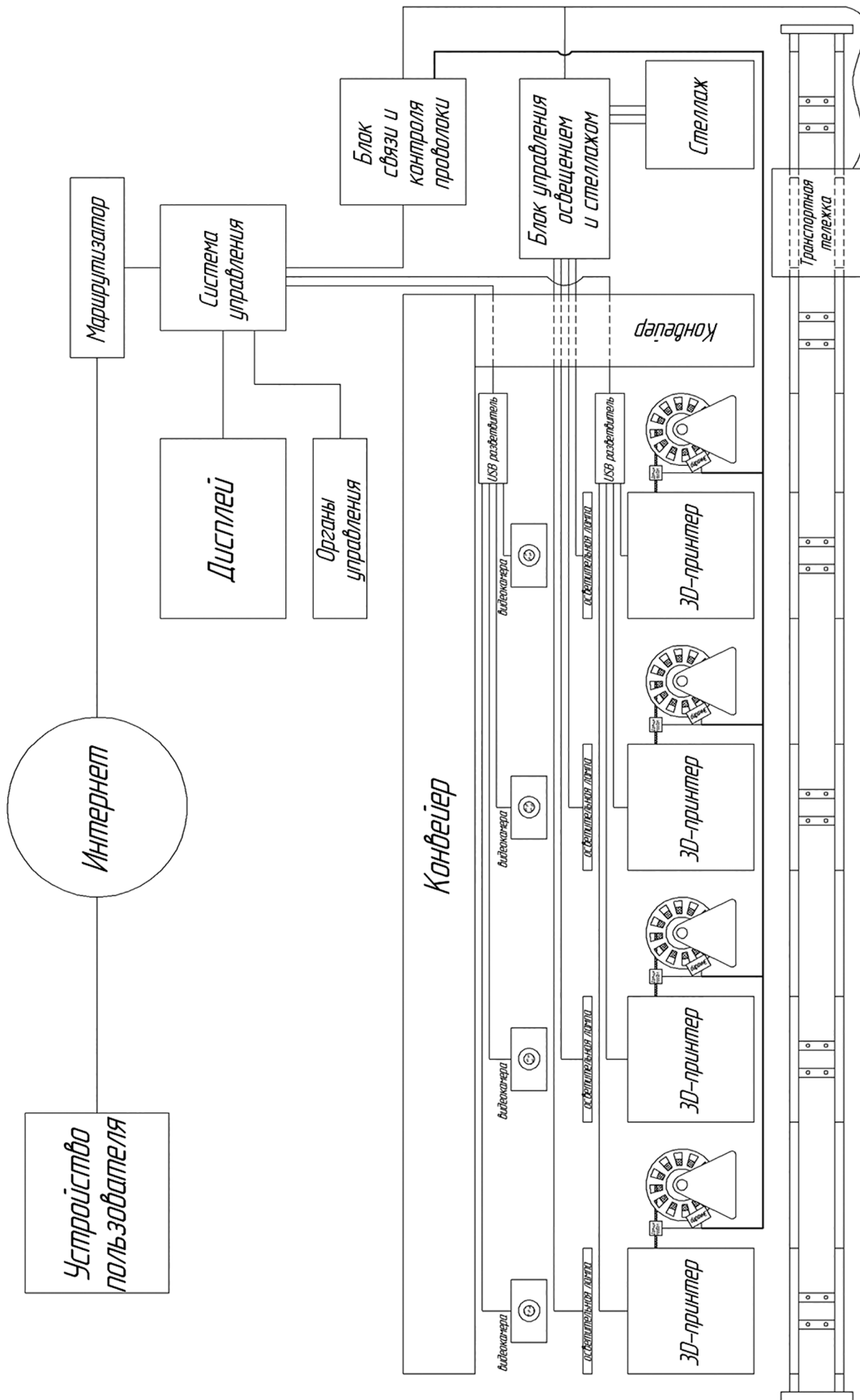


Рис. 7. Схема системы автоматизации аддитивного участка

Основой данной тележки является металлическая рама, сделанная из углового профиля и скрепленная винтами. Помимо исполнительных механизмов, на раме установлены блок управления тележкой и набор датчиков для контроля состояния и точного позиционирования.

Механизм захвата стола состоит из двух направляющих стержней, по которым на линейных подшипниках перемещается платформа с двумя лапками-захватами. Сами лапки представляют собой небольшие валы с установленными на них флажками, которые при повороте входят в специальную выемку на столе. Для компактности используются два флажка по торцам вала, что позволяет перемещать стол на достаточное расстояние в два действия. В качестве рельсов для данной тележки предусмотрено использование металлической профильной трубы квадратного сечения. Концевые выключатели для определения крайних положений на рельсах расположены сзади и спереди тележки и включены в схему таким образом, чтобы при срабатывании двигатель отключался независимо от системы управления, что повышает безопасность и отказоустойчивость системы. Для выхода платформы захвата стола в нулевую точку предназначен отдельный концевой выключатель.

Подготовленные пустые столы размещаются в отдельном многоярусном стеллаже. Возможность перегрузки стола с любого яруса обеспечивается перемещением стеллажа по высоте (рис. 6б). Хранение столов с деталями можно реализовать несколькими способами: на одноярусном линейном складе, на многоярусном линейном складе, на поворотном столе, на конвейере. В проекте предусмотрено использование конвейера как самого простого варианта в реализации и управлении.

Для расчета количества ячеек многоярусного стеллажа на период непрерывной работы участка определим максимальное и минимальное количество деталей, которые могут быть напечатаны за смену на одном принтере:

$$N_{\text{смен}} = F_{\text{смен}} / T_{\text{шт}}, \quad (14)$$

где $N_{\text{смен}}$ – количество деталей, которые могут быть напечатаны за одну смену, шт.;

$T_{\text{шт}}$ – время изготовления одной детали, мин.;

$F_{\text{смен}}$ – продолжительность одной смены, мин.

Подставив в (14) наименьшее и наибольшее время печати, можно получить наибольшую и наименьшую емкость склада соответственно. Примем продолжительность смены 480 минут. Так как послойное

изготовление изделий занимает значительное время, примем минимальное время изготовления 30 минут, а максимальное – 360 минут. В этом случае по формуле (14) получим минимальное изготавливаемое количество 1,333, максимальное – 16 штук за смену. В среднем получается 8,667 изделия за смену для каждого принтера. Для обеспечения безлюдной работы участка в течение смены примем емкость склада 40 ячеек. Толщина стекла пустого столика 3 мм, толщина крепления для захвата стола 2 мм, максимальная толщина составляет 5 мм, с учетом запаса в 5 мм высота одной позиции составит 10 мм. Для размещения 40 позиций понадобится стеллаж высотой 400 мм без учета рамы подъемника.

Результаты исследования и их обсуждение

Предложенная методика автоматизации участка аддитивного производства, основанная на применении комплексного мультипликативного критерия эффективности, позволила разработать систему, повышающую автономность работы аддитивного участка, которую отличают простота конструкции, доступность материалов и элементной базы. Предложенный проект системы автоматизации аддитивного участка, включающего четыре 3D-принтера, схема которой представлена на рисунке 7, отвечает заявленным требованиям минимизации энергоемкости, стоимости, занимаемой площади; требованиям по размещению максимального количества изделий и наличию оборудования или комплектующих для ее изготовления. В то же время система автоматизации аддитивного участка обладает широким функционалом, возможностью масштабирования.

Заключение

Предложенная методика автоматизации участка аддитивного производства позволила разработать систему автоматизации, обеспечивающую его автономную работу на период, соответствующий количеству позиций в складе, длительность которого увеличится с 8 ч до 16–20 ч в сутки с учетом времени на замену катушек с материалом для печати, подготовку столов-спутников и техническое обслуживание оборудования. Предложен оригинальный критерий, совокупно оценивающий элементы структуры с учетом различных вариантов реализации. Для формализации критериев оценки предложено использовать принципы нечеткой логики и нечеткого вывода. В перспективе дальнейших исследований планируются проработка вопросов, связанных с автома-

тизацией замены катушек с материалом, и разработка проектных решений для автоматизации складирования столов с напечатанными на них деталями.

Список литературы

1. Иванов Ю.Ф., Осинцев К.А., Громов В.Е., Коновалов С.В., Панченко И.А. Деформационное поведение высокоэнтропийного сплава системы Al – Co – Cr – Fe – Ni, изготовленного методом проволоочно-дугового аддитивного производства // Известия вузов. Черная металлургия. 2021. Т. 64, № 1. С. 68–74.
2. Кабалдин Ю.Г., Аносов М.С., Шатагин Д.А., Колчин П.В. Получение хладостойких металлов наномодифицированием при 3D-печати электродуговой наплавкой с использованием квантово-механического и нейросетевого моделирования // Вестник машиностроения. 2022. № 9. С. 75–80.
3. Шекшеев М.А., Полякова М.А., Корчунов А.Г., Константинов Д.В. Анализ тенденций развития технологий 3D-печати порошковыми материалами на основе металлов // Металлург. 2022. № 10. С. 87–92.
4. Царицон Н.И. Основы автоматизации 3D печати на производстве // Меридиан. 2020. № 14(48). С. 288–290.
5. Михайленко, А. Автоматизация в FDM. Что нам мешает печатать 24/7? // Аддитивные технологии. 2022. № 1. С. 8–11.
6. Mass Portal Dynasty™ Automated Printfarm [Электронный ресурс]. URL: <https://www.massportal.com/3d-printers/dynasty-automated-printfarm> (дата обращения: 07.02.2024).
7. Geared for Success: Ford Now Operates 3D Printers Autonomously, Increasing Efficiency and Reducing Cost [Электронный ресурс]. URL: <https://media.ford.com/content/fordmedia/fna/us/en/news/2022/03/16/ford-now-operates-3d-printers-autonomously.html> (дата обращения: 14.02.2024).
8. Корнвейц А. 3D-печать и будущее мелкосерийного производства [Электронный ресурс]. URL: <https://www.if24.ru/3d-pechat-i-budushhee-melkoserijnogo-proizvodstva/?ysclid=ltfw54slpb228601704> (дата обращения: 07.02.2024).
9. William C.J. Autonomous Material Refill for Swarm 3D Printing // Mechanical Engineering Undergraduate Honors [Электронный ресурс]. URL: <https://scholarworks.uark.edu/meeguht/115> (дата обращения: 12.02.2024).
10. Кириков М.Р., Сергеев А.И. Повышение производительности 3D-печати на основе автоматизированной системы смены столов-спутников // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: сб. материалов X Всерос. конф. (Оренбург, ноябрь 2021 г.). Оренбург: ОГУ, 2021. С. 120–123.
11. Дожделев А.М., Лаврентьев А.Ю. Особенности 3D печати металлических изделий // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2021. № 6-1(57). С. 18–20. DOI: 10.24412/2500-1000-2021-6-1-18-20.

УДК 004.891:658.562
DOI 10.17513/snt.39953

УСТАНОВЛЕНИЕ ДИАПАЗОНОВ ОТНЕСЕНИЯ ОСНОВНЫХ ИНДИКАТОРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ЗАДАЧ ПОСТРОЕНИЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ПРЕДВЕСТНИКОВ ОТКАЗОВ

Тихонов М.Р.

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

Аннотация. Разработка экспертной системы сопровождается выбором параметров и диапазонов их значений. Они связаны с термами функции принадлежности и используются в модели нечеткого вывода при формировании итогового выходного значения. В экспертной системе обнаружения предвестников отказов в качестве параметров могут быть применены индикаторные показатели процессов, анализ диапазонов отнесения которых представлен в данной работе. Проанализированы основные индикаторные показатели процессов. Установлены и оценены граничные значения индикаторов как без, так и с учетом их деления на термы. Оценена направленность значений основных индикаторных показателей процесса. Установлены промежуточные значения границ диапазонов отнесения значений основных индикаторных показателей процессов для каждого термина. Согласован выбор диапазонов отнесения термов как с основными принципами построения экспертных систем обнаружения предвестников отказов на основе индикаторных показателей процесса, так и применяемыми типами функций принадлежности. Сформирован и проанализирован типовой график термов функции принадлежности на примере значений индекса воспроизводимости стабильного по разбросу среднего процесса без учета положения. Представленные в работе положения могут быть использованы при построении соответствующих экспертных систем в части разработки параметров модели нечеткого вывода.

Ключевые слова: отказ, предвестники отказов, автоматизированное управление, диапазоны отнесения, функции принадлежности, экспертная система

SETTING RANGES FOR RELATIONSHIP OF MAIN INDICATORS OF PROCESSES FOR THE TASKS OF BUILDING AN EXPERT SYSTEM FOR DETECTING PRECURSORS OF FAILURES

Tikhonov M.R.

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

Annotation. The development of an expert system is accompanied by the selection of parameters and ranges of their values. They are associated with the terms of the membership function and are used in the fuzzy inference model when generating the final output value. In the expert system for detecting failure precursors, indicator indicators of processes can be used as parameters, the analysis of the ranges of which is presented in this work. The main indicators of the processes are analyzed. Boundary values of indicators were established and assessed both without and taking into account their division into terms. The direction of the values of the main indicators of the process was assessed. Intermediate values of the boundaries of the ranges for assigning values of the main indicator indicators of processes for each term have been established. The choice of ranges for assigning terms has been coordinated both with the basic principles of constructing expert systems for detecting failure precursors based on process indicators, and with the types of membership functions used. A typical graph of terms of the membership function was generated and analyzed using the example of the reproducibility index values of a scatter-stable average process without taking into account position. The provisions presented in the work can be used in the construction of corresponding expert systems in terms of developing the parameters of the fuzzy inference model.

Keywords: failure, failure precursors, automated control, assignment ranges, membership functions, expert system

При построении любой экспертной системы, основанной на нечеткой логике, важной задачей является установление как общих диапазонов отнесения, так и диапазонов отнесения значения выбранных параметров к конкретному терму функции принадлежности. Такие диапазоны в последующем, в ходе эксплуатации системы, участвуют в формировании нечеткого вывода в соответствующих моделях при расчете степени отнесения значения входных и вы-

ходных параметров экспертной системы. Для каждого выбранного параметра экспертной системы необходимо устанавливать свои диапазоны, количество которых зависит от принятой на этапе проектирования такой системы градации. Учитывая важность такой задачи, установление граничных значений диапазонов отнесения для построения экспертной системы обнаружения предвестников отказов является актуальным. В частном случае необходимо

определить такие диапазоны для основных индикаторных показателей процессов, взятых за основу и в качестве параметров экспертной системы обнаружения предвестников отказов [1].

Цель исследования – установление диапазонов отнесения термов функций принадлежности основных индикаторных показателей процесса, заложенных в основу экспертной системы обнаружения предвестников отказов.

Материалы и методы исследования

К основным индикаторным показателям процессов [2–4], применяемым в рассматриваемых экспертных системах и на практике в рамках статистического управления процессами, относятся следующие:

– индекс воспроизводимости стабильного по разбросу среднего процесса без учета положения C_p . Рассчитывается как отношение разности границ допуска к произведению собственной изменчивости процесса и коэффициента управляемости. Показатель описывает долю попадающих в допустимые границы значений на основе табличных коэффициентов и применяется для симметричного нормального распределения значений выборки;

– индекс воспроизводимости стабильного процесса по верхней границе C_{pU} . Рассчитывается как отношение разности верхней границы допуска и значения средних арифметических подгрупп выборки к произведению собственной изменчивости процесса и половине коэффициента управляемости. Показатель применяется для ассиметрично распределенных значений выборки, не подпадающих под нормальное распределение;

– индекс воспроизводимости стабильного процесса по нижней границе C_{pL} . Рассчитывается как отношение разности значения средних арифметических подгрупп выборки и нижней границы допуска к произведению собственной изменчивости процесса и половине коэффициента управляемости. Показатель применяется для ассиметрично распределенных значений выборки, не подпадающих под нормальное распределение;

– индекс воспроизводимости стабильного по разбросу и настройке процесса C_{pk} . Является максимальным значением между индексами воспроизводимости стабильного процесса по границам. Применяется для группировки этих индексов и получения общего заключения по воспроизводимости процесса с ассиметричным распределением значений выборки;

– коэффициент воспроизводимости процесса C_R . Является обратным значением к индексу воспроизводимости стабильного

по разбросу среднего процесса без учета положения. Наряду с другими показателями этот коэффициент применяется для формирования представления о воспроизводимости процесса;

– индекс пригодности процесса без учета положения среднего P_p . Рассчитывается как отношение разности границ допуска к произведению полной изменчивости процесса и коэффициента управляемости. Показатель описывает долю попадающих в допустимые границы значений на основе математически рассчитываемых средних значений и применяется для симметричного нормального распределения значений выборки;

– индекс пригодности процесса по верхней границе P_{pU} . Рассчитывается как отношение разности верхней границы допуска и значения средних арифметических подгрупп выборки к произведению полной изменчивости процесса и половине коэффициента управляемости. Показатель применяется для ассиметрично распределенных значений выборки, не подпадающих под нормальное распределение;

– индекс пригодности процесса по нижней границе P_{pL} . Рассчитывается как отношение разности значения средних арифметических подгрупп выборки и нижней границы допуска к произведению полной изменчивости процесса и половине коэффициента управляемости. Показатель применяется для ассиметрично распределенных значений выборки, не подпадающих под нормальное распределение;

– индекс пригодности процесса с учетом положения среднего P_{pk} . Является максимальным значением между индексами пригодности процесса по границам. Применяется для группировки этих индексов и получения общего заключения по пригодности процесса с ассиметричным распределением значений выборки;

– коэффициент пригодности процесса P_R . Является обратным значением к индексу пригодности процесса без учета положения среднего. Наряду с другими показателями применяется для формирования представления о воспроизводимости процесса.

Каждый из этих индикаторов несет в себе свою информацию об анализируемом процессе, и каждый является важным в обеспечении точности последующей оценки вероятности отказа, проводимой в экспертной системе.

Помимо данных индикаторов, для уточнения представления о рассматриваемом процессе применяются дополнительные показатели:

– индекс стабильности процесса P_s ;

- индекс дрейфа центра группирования P_d ;
- индекс нелинейности смещения центра группирования P_n ;
- индекс динамики рассеяния выборочной изменчивости P_{dR} ;
- индекс неустойчивости рассеяния выборочной изменчивости P_{nR} ;
- индекс максимального рассеяния P_{mR} .

На основе анализа особенностей расчета индикаторов, нормативных документов и стандартов, практики применения и расчетов данных из открытых источников [5–7], возможно выявление граничных значений показателей без учета их деления на логические термы. Индикатор, увеличение значения которого подразумевает улучшение показателей процесса, имеет прямое направление изменения, иначе – обратное.

Для задач построения экспертной системы обнаружения предвестников отказов было принято решение о применении пяти термов для каждого параметра, соответствующих логической пятибалльной оценке значения, где 1 – «плохое» значение (свойственное неуправляемому процессу или имеющему высокую степень variability), а 5 – «отличное» значение (свойственное управляемому и контролируемому процессу). В связи с этим возникает необходимость в делении каждого из общих диапазонов на пять частей. Однако для выбора граничных значений каждой части необходимы экспертные знания предметной области, связанной с индикаторами процессов (управление процессами, управление качеством, управление рисками и несоответствиями, теория variability и т.д.). Для получения таких знаний был

проведен опрос экспертов соответствующих областей и анализ общедоступных, публичных источников и данных процессов. На основе результата анализа возможно выделение границ термов, представленных в таблице. Граничные термы в экспертной системе обнаружения предвестников отказов представлены ассиметричными функциями принадлежности (линейными Z- и S-образными), в связи с этим минимальные и максимальные значения бесконечны (подпадают любые значения ниже, чем заданные, для левых термов или выше, чем заданные, для правых термов). Для индикаторов обратной направленности минимальные и максимальные значения инвертированы для обеспечения согласованности с логической пятибалльной шкалой.

В целях сохранения непрерывности отнесения значений к функции принадлежности и повышения точности последующего расчета вероятности отказа рассматриваемого объекта, сумма вероятности отнесения значения каждого индикатора по каждому терму в любой точке диапазона допустимых значений должна равняться единице:

$$\forall x \in X : \mu(x) = \sum_{i=1}^5 \mu_i(x) = 1,$$

где x – значение основного индикаторного показателя процесса; X – множество допустимых значений основного индикаторного показателя процесса; $\mu(x)$ – значение функции принадлежности основного индикаторного показателя процесса в точке x ; $\mu_i(x)$ – значение i -го терма функции принадлежности основного индикаторного показателя процесса в точке x .

Граничные значения основных индикаторных показателей процессов с учетом деления на термы для задач построения экспертной системы обнаружения предвестников отказов

Индикатор	Направление	Термы и граничные значения									
		1		2		3		4		5	
		min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
C_p	Прямое	0,4	0,77	0,5	1,18	0,77	1,51	1,18	1,67	1,51	1,75
C_{pU}	Прямое	0,4	0,77	0,5	1,18	0,77	1,51	1,18	1,67	1,51	1,75
C_{pL}	Прямое	0,4	0,77	0,5	1,18	0,77	1,51	1,18	1,67	1,51	1,75
C_{pk}	Прямое	0,4	0,77	0,5	1,18	0,77	1,51	1,18	1,67	1,51	1,75
C_R	Обратное	2,1	1,53	2	0,88	1,53	0,68	0,88	0,6	0,68	0,5
P_p	Прямое	0,9	1,18	1	1,51	1,18	1,85	1,51	2	1,85	2,1
P_{pU}	Прямое	0,9	1,18	1	1,51	1,18	1,85	1,51	2	1,85	2,1
P_{pL}	Прямое	0,9	1,18	1	1,51	1,18	1,85	1,51	2	1,85	2,1
P_{pk}	Прямое	0,9	1,18	1	1,51	1,18	1,85	1,51	2	1,85	2,1
P_R	Обратное	1,05	0,88	1	0,68	0,88	0,56	0,68	0,5	0,56	0,45

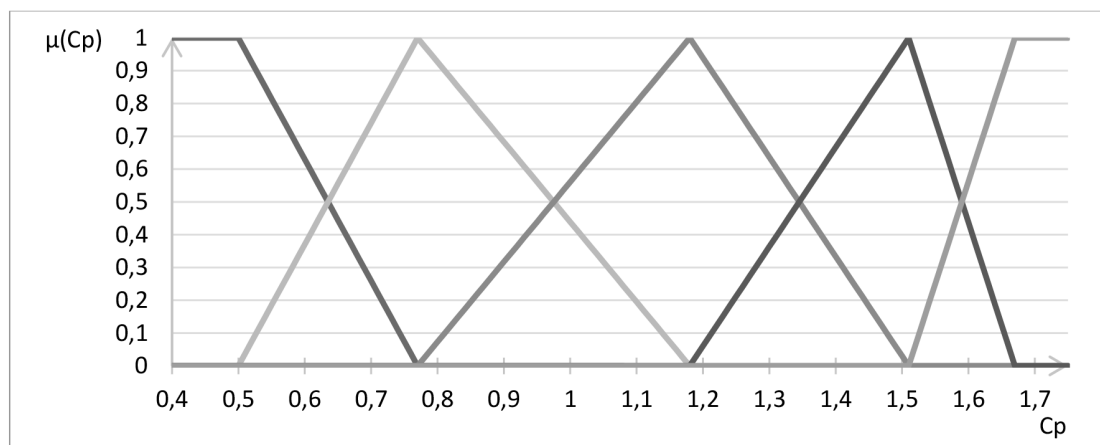


График термов функции принадлежности индекса воспроизводимости стабильного по разбросу среднего процесса без учета положения

На основе представленных положений возможно построение функций принадлежности и их термов для основных индикаторных показателей процессов, выступающих параметрами экспертной системы обнаружения предвестников отказов. Типовой график функции, описывающий распределение вероятности отнесения к термам значений индекса воспроизводимости стабильного по разбросу среднего процесса без учета положения, отображен на рисунке. При построении такой функции учтены пересечения термов, необходимые для непрерывности функции принадлежности на всем диапазоне значений параметра (сумма вероятностей отнесения соседних пересекающихся термов равна единице). В экспертной системе обнаружения предвестников отказов, основанной на индикаторных показателях процесса, левые граничные термы представлены линейной Z-образной функцией, правые граничные термы – линейной S-образной функцией, а остальные – симметричными треугольными функциями. Такой выбор связан с экспериментальными данными и соотношен с распределениями принадлежностей по логической пятибалльной шкале.

Применение таких функций в экспертной системе обнаружения предвестников отказов позволяет получить значение вероятности отказа в рамках модели нечеткого вывода и постобработки данных системы.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследования были решены следующие задачи:

1. Проанализированы основные индикаторные показатели процессов. Каждый из рассмотренных индикаторных показате-

лей $C_p, C_{pU}, C_{pL}, C_{pk}, C_R, P_p, P_{pU}, P_{pL}, P_{pk}, P_R$ описывает определенные ситуации в рассматриваемом процессе, что позволяет оценить его статистическую управляемость. Показатели взаимосвязаны, но расчет каждого из них необходим для более точной оценки объекта исследования.

2. Проанализированы граничные значения функций принадлежности индикаторных показателей процессов в экспертной системе обнаружения предвестников отказов. Граничные значения установлены в соответствии с общими практиками и нормативными документами по статистическому управлению процессами. Теоретически возможен выход значения индикаторного показателя за эти границы, однако в таком случае процесс является неуправляемым и подлежит обработке другими инструментами и средствами.

3. Выявлены направления изменения значений основных индикаторных показателей процессов в согласованности с последовательностью термов. Прямое направление предполагает отнесение параметра к большему терму при большем значении. Для обратно направленных параметров значения инвертированы.

4. Установлены промежуточные значения границ диапазонов отнесения значений основных индикаторных показателей процессов для каждого терма. Границы каждого терма каждого параметра определяют будущие отнесения значения параметра при построении и выполнении модели нечеткого вывода. Границы термов соотносятся с общими границами параметров и логической пятибалльной оценке значения.

5. Сформирован и проанализирован типовой график термов функции принадлеж-

ности на примере значений индекса воспроизводимости стабильного по разбросу среднего процесса без учета положения. Набор схожих графиков и функций отнесения является основой для построения базы знаний экспертной системы обнаружения предвестников отказов. Параметры каждого термина каждого индикаторного показателя участвуют при расчете и формировании итогового значения экспертной системы.

Заключение

Рассмотренные диапазоны значений основных индикаторных показателей являются достаточно универсальными и могут быть использованы при построении схожих экспертных систем для любого управляемого процесса. Они согласуются с общей теорией управления качеством и статистическими методами, в частности контрольными картами Шухарта. Граничные значения крайних термов могут быть лимитированы общими минимальными и максимальными значениями показателей, однако уместнее рассматривать все возможные значения, которые могут быть получены от пользователя. Представленные же в таблице значения в большей степени ориентированы на статистически управляемые процессы.

Представленные в работе положения могут быть применены при построении различных экспертных систем, параметрами которых выбраны индикаторные показатели процессов. Помимо основных индикаторов возможно применение и дополни-

тельных индикаторов, диапазоны которых также нуждаются в установлении и анализе граничных значений. Результаты работы согласованы с основными принципами организации экспертной системы обнаружения предвестников отказов, а также применяемыми в ней функциями принадлежности.

Список литературы

1. Тихонов М.Р. Принципы организации экспертной системы выявления предвестников отказов в микроэлектронном производстве // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2022. Т. 11, № 3 (59). С. 15–18. DOI: 10.46548/21vek-2022-1159-0002.
2. Шпер В.Л. Индексы воспроизводимости процессов – зачем они нужны и как их применять? // Контроль качества продукции. 2020. № 3. С. 46–54.
3. Минченко Т.А. Определение индекса воспроизводимости через неопределенность // XXV Региональная конференция молодых ученых и исследователей Волгоградской области. Сборник материалов конференции. Волгоград, 2021. С. 64–66.
4. Скаков А.С. Анализ показателей индексов воспроизводимости процесса // Тенденции развития современной науки: сборник трудов научно-практической конференции студентов и аспирантов Липецкого государственного технического университета: в 2 ч. Липецк, 2021. С. 114–116.
5. Галахтина Е.М. Использование индексов пригодности процесса для принятия решения о его оптимизации // Инновационные подходы к решению технико-экономических проблем: сборник трудов международной конференции (Москва, 02 июня 2020 г.). М.: Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», 2020. С. 231–236.
6. Смелов В.Ю., Шпер В.Л. Шухарт + Тагути vs контроль допусков: два подхода к оценке качества // Стандарты и качество. 2022. № 8. С. 107–109.
7. Дандыбаев С.Т. Нечеткие множества с нечеткими функциями принадлежности // Теория и практика современной науки. 2021. № 1 (67). С. 130–133.

СТАТЬИ

УДК 376.37
DOI 10.17513/snt.39954

СИНТАКСИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПРЕДЛОЖЕНИЙ В УСТНОЙ И ПИСЬМЕННОЙ РЕЧИ ПАЦИЕНТОВ С АФАЗИЕЙ

¹Алмазова А.А., ^{1,2}Корецкая Е.С., ^{1,2}Крыжановская Е.Б.

¹ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет»,
Москва, e-mail: i@elenakor.ru;

²ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий»
Федерального медико-биологического агентства, Москва, e-mail: i@elenakor.ru

Аннотация. Эффективное общение является важнейшим аспектом человеческого существования, представляя собой многогранную и сложную форму взаимодействия между людьми. В сфере общения обмен информацией, идеями, мыслями и эмоциями происходит как вербальным, так и невербальным способом. Основной единицей речи является фраза (предложение), включаемая в состав более крупных единиц – высказываний и текстов, что обеспечивает выполнение коммуникативных целей. Данная статья посвящена характеристике синтаксических особенностей фразовой устной и письменной речи пациентов с разными формами афазии. Научно обоснованы методика исследования и критериальный аппарат, определены параметры оценки речевой продукции. Фраза рассматривается в аспекте ее структурных, семантических и коммуникативных характеристик. Дополнительно высказывание в целом оценивается с точки зрения семантико-грамматической однородности (тема и рема предложения соответствуют гипертеме и гипер реме сообщения или текста), связности, цельности и информативности. Анализ данных показал, что наблюдается неравномерность, вариативность нарушений фразовой речи с позиций структурного, семантического и коммуникативного синтаксиса, а также их сочетаний при различных формах афатических расстройств. Авторы считают, что разноаспектный лингвистический анализ речи поможет оптимизировать методы логопедического воздействия при восстановительном обучении пациентов с афазией.

Ключевые слова: логопедия, афазия, синтаксис, коммуникация, нарушения устной речи, нарушения письменной речи, диагностика письменной речи

SYNTACTIC STRUCTURE OF SENTENCES IN ORAL AND WRITTEN SPEECH OF PATIENTS WITH APHASIA

¹Almazova A.A., ^{1,2}Koretskaya E.S., ^{1,2}Kryzhanovskaya E.B.

¹Moscow Pedagogical State University, Moscow, e-mail: i@elenakor.ru;

²Federal center of brain research and neurotechnologies
of the Federal Medical Biological Agency, Moscow, e-mail: i@elenakor.ru

Annotation. Effective communication is a critical aspect of human existence, representing a multifaceted and complex form of interaction between people. In the field of communication, the exchange of information, ideas, thoughts and emotions occurs in both verbal and non-verbal ways. The basic unit of speech is a phrase (sentence), which is included in larger units – statements and texts, which ensures the fulfillment of communicative goals. This article is devoted to characterizing the syntactic features of phrasal oral and written speech of patients with different forms of aphasia. The research methodology and criterial apparatus are scientifically substantiated, and the parameters for assessing speech production are determined. The phrase is considered from the point of view of structural, semantic and communicative characteristics. Additionally, the statement as a whole is assessed from the point of view of semantic and grammatical homogeneity (the topic and rheme of the sentence correspond to the hypertheme and hyperrheme of the message or text), coherence, integrity and information content. Analysis of the data showed that there is unevenness and variability in violations of phrasal speech and in terms of structural, semantic and communicative syntax, as well as their combinations in various forms of aphasic disorders. Multi-aspect linguistic analysis of speech will help optimize methods of speech therapy in the rehabilitation education of patients with aphasia.

Keywords: speech therapy, aphasia, syntax, communication, oral speech disorders, written speech disorders, written speech diagnostics

Важнейшим аспектом человеческого существования является эффективное общение, которое представляет собой многогранное взаимодействие между людьми. Обмен информацией, идеями, мыслями и эмоциями происходит с использованием как вербальных, так и невербальных средств. Однако основным средством этого

обмена служит язык. Для реализации коммуникативных задач используются языковые компоненты в виде фраз, предложений, которые объединяются в высказывания и тексты и существуют в речи как в устной, так и в письменной форме [1].

Устная и письменная речь отличаются по своим лингвистическим, психологиче-

ским, коммуникативным характеристикам. Устная речь предполагает звуковое выражение, тогда как письменная речь документируется графически. Создание письменной речи требует тщательной подготовки и вдумчивого рассмотрения, часто с использованием сложных синтаксических структур и расширенных фраз. Литературные нормы особенно строги в письменной речи [2]. Напротив, нормы устной речи проявляют большую гибкость, допуская повторы и неполноту. Эффективность устной речи повышается за счет использования дополнительных выразительных элементов, таких как интонация, модуляция голоса, логические ударения, стратегические паузы и другие риторические приемы [1, 3]. Таким образом, то, как человек говорит, заметно отличается от того, как пишет, и наоборот.

В опубликованных научных работах представлен анализ теории коммуникации и ее лингвистических основ, который способствует пониманию сложностей, присущих человеческому общению [4-6]; однако данная проблема в ситуации распада речи при афазии исследована недостаточно глубоко.

В области изучения речевой патологии фраза приобретает значение как точка отсчета для понимания сущности и определения возможных путей устранения различных нарушений. Такое расстройство, как афазия, возникающее в результате органического повреждения головного мозга, оказывает глубокое влияние на коммуникативный процесс, накладывает серьезные социальные ограничения на индивида. Трудности в общении имеют далеко идущие последствия, влияют на качество жизни человека независимо от возраста и социального положения. Последующая изоляция, депрессия и социальная отстраненность способствуют значительному снижению общего благополучия пациентов с афазией [7-9].

Классификация А.Р. Лурии:

- при афферентной моторной афазии поражение локализуется в нижнетеменной области коры левого полушария (доминантного по речи), разрушая кинестетическую основу речи; в этом случае первично страдает экспрессивная речь, вторично – понимание; нарушение проявляется в трудностях артикуляции, смещении и заменах звуков, близких по месту и способу образования;

- при эфферентной моторной афазии поражение в заднелобных отделах коры слева влечет нарушение кинетической организации речи, появление кинетической орально-артикуляционной апраксии; вторично может страдать понимание речи; симптома-

тически расстройство проявляется в perseverациях, пропусках слов или их элементов, скандированности речи;

- при динамической афазии нарушение заднелобной коры левого полушария проявляется дефектами предикативности внутренней речи в виде речевой адинамии, глагольного дефицита, трудностей порождения высказывания;

- при сенсорной афазии повреждение заднего отдела верхней височной извилины влечет нарушение фонематического анализа; при этом первично страдает импрессивная речь, вторично – экспрессивная; расстройство проявляется в непонимании обращенной речи, дефектах звукоразличения, множественных литеральных заменах;

- при акустико-мнестической афазии поражение в области средней височной извилины коры левого полушария (доминантного по речи) влечет нарушение слухоречевой памяти, проявляется в трудностях актуализации названий предметов;

- при семантической афазии поражение теменно-височно-затылочных отделов коры левого полушария приводит к нарушению понимания пространственных отношений в речи, речевое расстройство проявляется в непонимании и неиспользовании предлогов, приставок, суффиксов, логико-грамматических конструкций [10-12].

После тщательного изучения как отечественной, так и зарубежной литературы в области лингвистики и логопедии, особенно касающейся изучения синтаксиса речи у пациентов с афазией, авторы пришли к пониманию того, что в существующих исследованиях недостаточно представлен всесторонний анализ фразовой речи [7, 12, 13]. Такое исследование, на взгляд авторов, должно охватывать различные аспекты, включая структурные, семантические и коммуникативные характеристики фразы, а также исследовать их взаимодействие и взаимное влияние.

Изучение отличительных особенностей устной и письменной речи при различных формах афазии дает понимание о сложном взаимодействии языковых функций и неврологических нарушений. Это понимание предоставляет возможность разработки персонализированных стратегий реабилитации.

Целью данного исследования является выявление специфики нарушений фразовой устной и письменной речи у пациентов с разными формами афазии. Авторский подход предполагает целостное исследование фразовой речевой продукции с учетом структурных, семантических и коммуникативных аспектов синтаксиса.

Материалы и методы исследования

В ходе логопедических обследований, проводимых в отделении медицинской реабилитации (ОМР) Федерального центра мозга и нейротехнологий Федерального медико-биологического агентства России (ФЦМН), были собраны образцы речевой продукции пациентов, поступивших на комплексную реабилитацию после перенесенного острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК).

На первом этапе исследования, направленном на определение речевого статуса пациентов, авторы использовали программу нейропсихологического блиц-обследования, разработанную Т.Г. Визель [14]. Эта комплексная диагностическая программа предусматривает оценку различных видов и форм речи, включая импрессивную, экспрессивную и письменную.

В результате логопедического обследования для второго этапа исследования отобраны 50 пациентов с диагностированной афазией средней степени выраженности с учетом локализации очага поражения:

- с передними формами (ПФ) афазии:
 - 1) комплексная моторная – 10 человек;
 - 2) эфферентная моторная – 10 человек;
 - 3) динамическая – 10 человек;
- с задними формами (ЗФ) афазии:
 - 1) сенсорная – 10 человек;
 - 2) акустико-мнестическая – 10 человек.

Возраст участников составлял от 30 до 65 лет, в исследовании участвовали 78% мужчин и 22% женщин.

На втором этапе исследования был проведен анализ синтаксической структуры предложений в устной и в письменной речи у пациентов с выявленной афазией.

Речевая продукция собиралась в ходе логопедического обследования, включающего оценку импрессивной речи (понимание речи в диалоге, понимание инструкций, внеситуативных и парадоксальных вопросов, понимание значения слов, фраз, логико-грамматических и предложных конструкций и пр.), экспрессивной речи (воспроизведение автоматизированных и дезавтоматизированных рядов, договаривание фраз с жестким контекстом, называние предметов и действий, повторная речь, произвольная фразовая речь), письменной речи (чтение и письмо), а также составление устного и письменного рассказа по сюжетной картинке.

Использовались программа нейропсихологического блиц-обследования (Т.Г. Визель) [14], а также разработанный сотрудниками ФЦМН и апробируемый в настоящее время инструмент «Диагностика письменной речи» (ДПР) [15]. Отметим, что исполь-

зование ДПР у пациентов с афазией дает возможность в реальном времени фиксировать ошибки письменной речи, что сокращает время, необходимое для первичного и последующего анализа динамики восстановления после проведения логопедической работы.

В процессе выполнения задания устный рассказ пациентов фиксировался в виде диктофонной записи с последующим декодированием с учетом произносительных трудностей пациентов. Образцы письменной речи фиксировались в бланках ДПР.

В дальнейшем все записи были расшифрованы и осуществлен анализ фразовой речи с позиций структурного, семантического, коммуникативного синтаксиса.

При анализе структуры фразы в процессе оценки речевой продукции учитывались следующие аспекты: количество слов во фразе; состав фразы, включающий главные и второстепенные члены предложения; тип предложения: нераспространенное или распространенное, односоставные или двусоставные, простые или сложные, полные или неполные; синтаксическая связь слов; наличие клише и стереотипных речевых формул.

Оценка семантического содержания фразы включала в себя такие параметры, как: предикативный признак, наличие субъекта и объекта; пропозиция, нарушение смысловой организации предложения.

Коммуникативную направленность фразы авторы рассматривали через призму теории актуального членения предложения: выделение темы и ремы фразы; определение речематического ударения, цели высказывания.

Дополнительно оценивались характеристики текста: соответствие темы и ремы отдельного предложения характеру гипертемы и гиперреме сообщения/текста (семантико-грамматическая однородность), связность, цельность, информативность высказывания в целом.

По каждому параметру проводилась количественная оценка ошибок, допущенных пациентом во фразовой речи, в их процентном соотношении к общему объему как устной, так и письменной речевой продукции, а также давалась их качественная характеристика.

Результаты исследования и их обсуждение

Сравнительный анализ ошибок при разных формах афазии показал сложное взаимодействие коммуникативных, семантических и структурных параметров фразы, что влияет на понимание характеристик афазии и способствует развитию лингвистически обоснованных подходов к восстановлению синтаксиса фразовой речи.

В ходе исследования авторами были выделены две группы пациентов в соответствии с формами афазии с учетом локализации очага поражения:

– группа 1 (Г1): комплексная моторная, эфферентная моторная и динамическая афазия;

– группа 2 (Г2): сенсорная и акустико-местическая афазия.

Анализ структурного синтаксиса у пациентов Г1 показывает, что как в устной речи, так и в письменной фразы состоят из 3–5 слов, основу составляют простые двусоставные распространенные предложения, отмечается нарушение синтаксической связи слов в виде пропусков предлогов и глаголов, реже номинаций.

Оценка семантического аспекта предложений в устной и письменной речи показала, что смысл предложения нарушен в связи с пропуском предиката, искажением семантики лексических единиц. Отмечаются длительные латентные периоды при нахождении подходящей лексико-семантической единицы.

С точки зрения коммуникативного синтаксиса по цели высказывания предложения повествовательные, невопросительные, во фразах выявляются пропуски ремы. При этом коммуникативно-синтаксическая организация правильно построенных фраз реализуется в прогрессивной последовательности (в начале фразы – тема) и совпадает с параметрами структурного синтаксиса (темой является подлежащее, а рема – сказуемым). В связи с тем, что экспрессивная речь маломодулирована, тема-рематическая ударность нарушена.

Таким образом, устные фразы имеют нарушения структурного характера. В письменной речи специфические характеристики предложения сочетаются с литеральным параграфизмом и пропусками букв, слов, их перестановками и недописываниями, персеверациями, что затрудняет понимание написанного. Тем не менее, преобладающим считаем сочетание нарушенного структурного синтаксиса с коммуникативным. Высказывание в целом, как в устной, так и в письменной речи, состоит из фраз, фрагментарно описывающих стимульный материал, в связи с чем нарушаются основные признаки текста (связность, цельность, информативность высказывания).

Анализ структуры фраз у пациентов Г2 показывает, что в устной речи количество слов в них от 3 до 18, предложения в основном простые, двусоставные, полные, распространенные, отмечаются отдельные попытки построения сложносочиненных и сложноподчиненных предложений,

но фразы деформированы в связи с пропусками подлежащего и/или дополнения, большим количеством вводных слов, что перегружает конструктивно-синтаксическую организацию предложения. Построение фразы затрудняется поиском нужного слова. В письменной речи преобладают простые двусоставные распространенные предложения, редко сложноподчиненные; состоящие из 3–8 слов, пропуски членов предложения встречаются редко. Следует отметить, что в полученных образцах письменной речи структура предложения нарушена меньше, чем при устной речи.

Оценка семантических характеристик предложений в устной речи показала, что по цели высказывания фразы повествовательные, невопросительные, имеют предикативный признак. Смысл предложений нарушается в связи с пропуском субъекта и/или объекта, парафазиями, множественными перечислениями лексических единиц. В письменной речи подобные нарушения встречаются реже.

Анализ коммуникативных характеристик устной фразы выявил нарушения актуального членения в сочетании с семантическими или структурными попарно либо комплексно. В письменной речи коммуникативные характеристики предложения нарушены в сочетании с семантическими. Высказывание в письменной речи имеет тенденцию к семантико-грамматической однородности и более информативно, чем в устной, однако связность высказывания также нарушена.

Заключение

Таким образом, отличительные особенности синтаксиса устной и письменной речи у пациентов с разными формами афазии вариативны и проявляются неравномерно, что обнаруживается при разноаспектном (структурном, семантическом, коммуникативном) анализе. Образование полноценной коммуникативно значимой единицы (фразы), несущей смысл и реализующей коммуникативное намерение говорящего, обеспечивается в ситуации преодоления афазии во взаимосвязи с восстановлением структурной и семантико-синтаксической организации предложения.

Восстановление устной и письменной речи у пациентов с афазией требует продолжительной работы, однако, учитывая малые сроки госпитализации пациентов в стационары реабилитационных центров, авторы считают, что необходима разработка стратегии применения персонализированного подхода, которая оптимизирует эффективность логопедического воздействия.

Разноаспектный лингвистический анализ фразовой речи позволяет определить сильные и слабые стороны синтаксического оформления устных и письменных высказываний пациентов с афазией, выявляет соотношения нарушенных характеристик фразовой речи (коммуникативных, семантических, структурных), что поможет оптимизировать процесс восстановления коммуникации, обеспечить его дифференцированность, персонализацию, оперативность и эффективность.

Список литературы

1. Алмазова А.А., Орлова О.С. Лингвистические аспекты изучения речевых нарушений // Межотраслевые подходы в организации обучения и воспитания лиц с ограниченными возможностями здоровья. М.: Спутник+, 2014. С. 4-15.
2. Лурия А.Р. Очерки психофизиологии письма. М.: Издательство Акад. пед. наук РСФСР, 1950. 83 с.
3. Крылова О.А. Коммуникативный синтаксис русского языка. 2-е изд., испр. М.: ЛЕНАНД, 2018. 176 с.
4. DeVito J.A. The Interpersonal Communication Book. Pearson, 2018. 430 p.
5. Griffin E. A First Look at Communication Theory. McGraw-Hill Education, 2018. 557 p.
6. Wood J.T. Communication in Everyday Life: A Social Interpretation. Cengage Learning, 2019. 432 p.
7. Корецкая Е.С. Лингвистические аспекты исследования фразовой речи пациентов с афазией // Специальное образование. 2023. № 2 (70). С. 52-64.
8. Крыжановская Е.Б. Вариативность нарушений процессов письма у взрослых пациентов с афазией // Специальное образование. 2023. № 3(71). С. 16-28.
9. Ларина О.Д., Шевцова Е.Е. Социально-коммуникативный потенциал пациентов с речевыми нарушениями, обусловленными органическим поражением головного мозга различного генеза // Специальное образование. 2015. № 1. С. 25-36.
10. Бердникович Е.С. Восстановление речи у больных с афазией // Социально-гуманитарные знания. 2015. № 2. С. 206-215.
11. Визель Т.Г. Основы нейропсихологии. Теория и практика. 2-е издание, переработанное, расширенное. М.: АСТ, 2024. 544 с.
12. Лурия А.Р. Письмо и речь. Нейролингвистические исследования. М.: ИД «Академия естествознания», 2002. 352 с.
13. Шкловский В.М., Визель Т.Г. Восстановление речевой функции у больных с разными: методическое пособие. М.: В. Секачев, 2017. 96 с.
14. Визель Т.Г. Нейропсихологическое блиц-исследование. М.: В. Секачев, 2022. 24 с.
15. Алмазова А.А., Крыжановская Е.Б. Применение инновационных диагностических инструментов в реабилитации пациентов с афазией // Коррекционная педагогика: взгляд в будущее: сборник научных статей. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2023. С. 63-66.

УДК 378.147.34
DOI 10.17513/snt.39955

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ-ЛИНГВИСТОВ ПУБЛИЧНЫМ ВЫСТУПЛЕНИЯМ С УЧЕТОМ ПРОСОДИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ НА МАТЕРИАЛЕ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА

Боднар С.С., Яценко Г.С.

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань,
e-mail: Svetlana.Bodnar@kpfu.ru

Аннотация. Статья посвящена обучению студентов-лингвистов публичным выступлениям на материале английского языка. Авторы рассматривают сущность основных понятий исследования, раскрывают базовые и специфические особенности публичных выступлений на английском языке. Публичная речь характеризуется композиционной сложностью, требует строгой логики и последовательности изложения материала. Особое внимание следует уделить поэтапному формированию речевых действий, подготовке текста презентации и собственно выступлению, так как каждая из композиционных частей публичного выступления связана с использованием определенных речевых формул, а также значительную роль играют и экстралингвистические средства воздействия на аудиторию, а именно: изменение тона, темпа речи, использование пауз. В результате исследования были сформулированы методические рекомендации и предложен комплекс упражнений, направленных на овладение студентами-лингвистами стратегиями публичных выступлений на английском языке с учетом просодических особенностей. Представлены задания на речевые структуры английского языка, необходимые для построения доклада и презентации; упражнения на голосообразование, артикуляционную гимнастику и на ритмическую организацию речи; задания на рецепцию и репродукцию интонационных моделей английского языка. Задания определяются фонетическими задачами, поэтому их выполнение требует точного соблюдения фразового ударения, членения на синтагмы, наибольшего приближения к оригиналу.

Ключевые слова: публичное выступление, публичная речь, английский язык, просодические характеристики речи, прием обучения, средства обучения

TECHNIQUES FOR TEACHING PUBLIC SPEAKING TO STUDENTS-LINGUISTICS IN CONSIDERATION OF ITS PROSODIC CHARACTERISTICS OF THE ENGLISH LANGUAGE

Bodnar S.S., Yatsenko G.S.

Kazan (Volga Region) Federal University, e-mail: Svetlana.Bodnar@kpfu.ru

Annotation. The article is devoted to teaching students-linguistics public speaking based on the material of the English language. The authors consider the essence of the basic concepts of the study, reveal the basic and specific features of public speech in English. A public speech characterized by compositional complexity, requires strict logic and consistency of presentation of the text. Special attention should be paid to the step-by-step formation of speech actions, the preparation of the text of the presentation and the actual performance, since each of the compositional parts of the public speech is associated with the use of certain speech formulas and extralinguistic means, that is: changing the tone, tempo of speech, the use of pauses. As a result of the research, some recommendations were formulated and a set of exercises was proposed aimed at mastering the strategies of the public speaking in English by students-linguistic, taking into account its prosodic features. Tasks are determined by phonetic norms, therefore, their implementation requires precise observance of sentence stress, division into syntagmas, and the closest approximate pronunciation to the original.

Keywords: public speaking, public speech, English, prosodic characteristics of speech, teaching methods, teaching tools

Подготовка и публичная презентация различных материалов студентами представляют собой значительную часть образовательного процесса по иностранному языку в вузе, в результате чего реализуются ключевые компетенции XXI в. – 4К компетенции («4 Cs»), а именно: коммуникация (communication), критическое мышление (creative thinking), кооперация (cooperation), креативность (creativity), необходимые для успешной социальной реализации личности [1, с. 59]. Концепция 4К нашла свое отражение и во ФГОС ВО 3++ по направлению 45.03.02 Лингвистика, в котором кри-

тическое мышление вынесено на передний план, а также в числе универсальных компетенций рассматриваются коммуникация, межкультурное взаимодействие [2].

Цель исследования – выявление эффективных приемов обучения студентов-лингвистов публичным выступлениям с учетом просодических особенностей на материале английского языка.

Материалы и методы исследования

В статье применяются следующие методы исследования: анализ научно-методической литературы по проблеме развития

навыков публичных выступлений на иностранном языке; а также обобщение накопленного педагогического опыта – для выявления оптимальных условий в целях овладения навыком публичных выступлений на английском языке.

Результаты исследования и их обсуждение

Публичное выступление становится тщательно продуманным актом коммуникации, анализ особенностей которого представляет несомненный научный интерес. Обратимся к определению понятия «публичное выступление» – устная речь монологического характера, обращенная к слушателям с целью донести до них актуальную информацию и сформировать ответную реакцию аудитории на поставленные вопросы [3, с. 126].

Классификацию публичных выступлений по цели можно разделить на четыре вида [4, с. 65]:

1) информационное выступление (научный доклад, сообщение, лекция, ответ студента на занятии);

2) протоколно-этикетное выступление (приветствие официальной делегации, вступительное слово перед официальным мероприятием, официальный тост);

3) развлекательное выступление (неофициальные тосты, речи на банкетах);

4) убеждающая речь (выступления в научных и политических дискуссиях, предвыборные, агитационные, рекламные выступления).

Публичная речь должна иметь продуманную структуру, где должна быть четко определена последовательность составных частей, среди которых различают такие структурные компоненты, как: введение, основная часть, выводы. Во введении очерчивается проблема, в основной части объясняется главная идея выступления, приводятся аргументы и доказательства, в выводах подводятся итог выступления, повторяется главная мысль и содержится призыв к аудитории о поддержке того тезиса, на котором основывается доклад. Каждая из композиционных частей связана с использованием определенных речевых формул. Собственно структурные части выступления необходимо обозначать особыми вербальными формулами. Например, *Good afternoon dear participants of our workshop! First of all, let me thank you all for coming here today.* Немаловажную роль играют и экстралингвистические средства воздействия на аудиторию. В классической риторике рассматриваются следующие ключевые фонетические параметры зву-

чащей публичной речи: дикция и качество артикуляции, звучность голоса, основанная на правильном дыхании, чистота голоса, мелодия, регулируемый темп речи, умелое использование пауз, ритмическая организация речи, регулируемая громкость [5, с. 69].

Смысл сказанного в пределах интонационной группы определяется комбинацией тональных уровней ее отдельных частей: предшкалы, шкалы, ядра. С точки зрения ритма интонационная группа высказывания имеет в английской речи подобную просодическую организацию:

1) начало ритмических единиц характеризуется максимумом тонального уровня и интенсивности и замедленным темпом;

2) в конце ритмическая единица обозначается тональным и динамическим минимумом, замедлением темпа, обычно нисходящим терминальным тоном и паузой;

3) ядерному сегменту предшествует высокая или средняя шкала.

Ключевым моментом с точки зрения смысла является ядерный тон интонационной группы. Для англоязычного публичного выступления характерны такие ядерные тоны, как низкий нисходящий (Low-Fall), низкий восходящий (Low-Rise), ровный тон (Mid-Level) и нисходяще-восходящий (Fall-Rise). При этом низкий восходящий тон, а также ровный тон наиболее характерны для формальной части выступления (например, вступительной), в то время как нисходяще-восходящий тон обычно используется в основной части доклада.

Смысл сообщения формируется также под влиянием такого фактора, как громкость – это параметр, который позволяет градуировать звук от тихого к громкому. В целом слишком тихий или слишком громкий голос может привести к нарушению коммуникативной связи между докладчиком и аудиторией, поскольку слишком громкий голос может раздражать или восприниматься как превосходство, а слишком тихий голос – наряду с трудностями восприятия и понимания информации – ассоциируется с нехваткой энтузиазма со стороны докладчика. При отсутствии динамической вариативности сообщение воспринимается как монотонное и скучное, а также затрудняется выделение ключевой идеи. Подобно тональному уровню, громкость обычно повышается для подчеркивания важной информации и снижается для второстепенной. Вариативность громкости позволяет говорящему контролировать внимание аудитории и сосредотачивать его на ключевых моментах.

Докладчик также может целенаправленно пользоваться таким параметром, как темп – понятие, которое употребляется для

обозначения скорости речи. Несмотря на свойственные разным речевым культурам и отдельным индивидам различия по скорости артикулирования, темп речи можно регулировать для создания конкретного семантического эффекта или достижения некой прагматической цели. В частности, в пределах высказывания более важные части произносятся медленнее, тогда как менее важные – быстрее.

Темп речи предполагает также учет такого параметра, как пауза. С помощью пауз – полных перерывов в звучании – поток речи разбивается на интонационные группы. При этом пауза декодируется так же, как и любое другое вербальное или невербальное сообщение. С одной стороны, принято считать, что любой пробел в потоке речи воспринимается негативно и ассоциируется с чувствами неуверенности и стеснения, с другой стороны, паузы могут оживлять выступление или создавать драматический эффект, способствовать размышлениям слушателя на обсуждаемую тему, прогнозированию мысли и адаптации к ней. В контексте подготовки публичного выступления играют роль ситуативные паузы, среди которых выделяют паузы поиска, паузы хезитации, эмотивные паузы и паузы выделения текстовых блоков.

При обучении студентов-лингвистов просодической стороне речи рекомендуют:

- прослушивать оригинальные фрагменты текстов, определять в них коммуникативный центр, фразовое ударение, вариации тонов;
- чередовать чтение с прослушиванием образцов для сравнения;
- соотносить определенные просодические средства с ситуацией общения, анализировать их;
- использовать схемы для наглядности;
- записывать собственную речь на аудио и анализировать ее.

Проигрывание какой-либо из ролей в процессе учебного публичного выступления так или иначе является искусственным, однако основано на модели реальной ситуации, и это обуславливает пользу обучения публичному выступлению для будущего возможного опыта иноязычного взаимодействия. Публичное выступление – это устное монологическое высказывание, обращенное к большой аудитории. Это условие требует от выступающего широкого использования сверхсегментных средств. Итак, важно исследовать закономерности интонационной организации публичного выступления, того набора лингвистических средств языкового воздействия, который касается непосредственно просодии.

Публичное выступление – это грамотное информирование слушателей с целью выделить проблему, наметить эффективные пути ее решения и, в случае необходимости, привлечь слушателей к решению сопутствующих проблеме задач. На наш взгляд, для достижения этой цели необходима определенная тренировка как вербального, так и невербального характера, направленная на преодоление недостатков, которые наиболее часто выявляются в ходе обсуждения презентации. Количество и характер заданий и упражнений могут быть расширены в зависимости от уровня знаний студентов и времени, выделяемого для аудиторной и самостоятельной работы. Так, Н.А. Алексеева выделяет следующие этапы подготовки и осуществления публичного выступления: техническая разработка публичного выступления, техника вербального оформления публичной речи; техника произнесения речи, техника ведения публичных дискуссий [6, с. 310].

Представим задания на освоение лексики и речевых структур на английском языке, необходимых для построения доклада и презентации. Обучение публичной речи неизменно связано с использованием упражнений, направленных на улучшение стратегий начала, развития и завершения темы презентации. На наш взгляд, эффективность представляют анализ видеозаписей публичной речи, поиск эффективных стратегий, речевых формул, которые характерны для определенной композиционной части публичного выступления. Также необходима постоянная речевая практика.

1. Прослушайте слова и словосочетания и повторите их за диктором. Запишите новые слова и словосочетания в транскрипции. (Listen to new words and phrases and repeat them after the teacher. Transcribe new words and phrases.) Утверждения, показывающие сходство и различие: *similarly, in the same way, in other words; however, on the other hand, in opposition, another view is that.*

2. Подготовьте вступление. Используйте слова, приведенные ниже (Prepare your own introduction. Use the words below):

I'd like to talk (to you) about...

The subject of my presentation ...

The purpose of this talk is to ... This talk is designed to ...

3. Работая с партнером, придумайте как минимум пять аналогий, которые можно было бы использовать как часть эффективного введения к любой из тем (Working with a partner, create at least five analogies that could be used as part of an effective introduction for any of the topics).

4. Составьте речь, используя в заключительной части следующие слова (Construct a speech using the following words in the closing part):

That brings me to the end of my presentation.

That covers all I wanted to say...

I'll briefly summarize the main points.

5. Обозначьте паузы, значимые слова. Прочитайте, изменяя громкость, темп (Intone parts of introductions marking pauses, prominent words and foci. Read them changing loudness, tempo):

This talk should serve as the springboard for a discussion of the benefits and drawbacks of these savings.

My aim is to update you on recent research findings and to draw some tentative conclusions.

I've divided up my presentation into three parts: firstly, ...; secondly...; and finally ...

6. Подготовьте собственную презентацию. Используйте слова, приведенные ниже (Prepare your own presentation. Use the words below):

I've divided my presentation into four parts/sections. They are ...

The subject can be looked at under the following headings...

We can break this area down into the following fields:

Для тренировки голосовых возможностей, достижения четкой и верной артикуляции следует выполнять соответствующие задания. Представим задания на голосообразование, артикуляционную гимнастику и на ритмическую организацию речи [7]:

1. Произнесите каждое из следующих предложений 3 раза, начинайте медленно и постепенно увеличивайте темп. Говорите тихо, но отчетливо, произнося каждый из согласных звуков. (Speak the following 3 times each, start slowly and gradually increase your speed. Speak very quietly but from each of the consonant sounds distinctly.)

The tip of the tongue, the teeth and the lips.

Two flew through the window.

Clean the carcass as quickly as you can.

2. Считайте от 1 до 10, начиная с низкой ноты и повышая тон с каждой цифрой. Затем высота тона и цифры уменьшаются с 10 до 1. (Count from 1 to 10 beginning on a low note and getting higher on each number. Then the pitch and the numbers descend from 10 to 1.)

3. Используйте технику постепенного удлинения предложения, чтобы попрактиковаться в беглости (Use the technique of gradual lengthening to practise the fluency):

Come.

Come and have dinner.

Come and have dinner with us.

Come and have dinner with us on Thursday.

Для автоматизации действий обучающихся в части соблюдения интонации используются упражнения на рецепцию интонационных моделей.

1. Отметьте паузу. Определите эмоции. Определите интонацию (Identify the pause. Identify the intonation.)

2. Перенесите фразовое ударение с одного слова на другое, меняя смысл предложения, наделяя ту же последовательность слов оттенками заинтересованности, нетерпеливости, сарказма и т.д. (Transfer sentence stress from one word to another, changing the meaning of the sentence, endowing the same sequence of words with shades of interest, impatience, sarcasm, etc.), например:

*Why don't you ask him? Why **don't** you ask him? Why don't **you** ask him? Why don't you ask **him**? Why don't you ask **him**!*

Отметьте, что, помимо эмоциональных оттенков, предложение может приобретать совершенно разные смыслы (Note that in addition to emotional shades, a sentence can take on completely different meanings):

I don't think he should get the job. (Кто-то другой считает, что он должен получить эту работу).

*I **don't** think he should get the job. (Неправда, что я считаю, что он должен получить эту работу).*

*I don't **think** he should get that job. (Я не уверен, что он получит эту работу).*

*I don't think **he** should get that job. (Кто-то другой должен получить эту работу).*

*I don't think he **should** get that job. (По моему мнению, то, что он собирается получить эту работу, неправильно).*

*I don't think he should **get** that job. (Он должен заслужить эту работу).*

*I don't think he should get **that** job. (Он должен получить другую работу).*

*I don't think he should get **that job**. (Возможно, ему следует заняться чем-то другим).*

Приведем дополнительные примеры формулировок заданий:

1. Прослушайте фразы и покажите соответствующим жестом интонацию говорящего. (Listen to the phrases and show the melody with a gesture.)

2. Прослушайте фразы и соотнесите их с графическим обозначением интонаций. (Graphic designation of intonation.)

3. Прослушайте фразы (с печатной опорой) и отметьте интонацию / подчеркните слова, выделенные фразовым ударением / разделите их на синтагмы (Analyze the phrase).

4. Прослушайте две фразы и объясните, чем они отличаются. (What is the difference?)

5. Прослушайте фразы и отступите ритм, хлопая в ладоши. (Show the rhythm.)

6. Прослушайте и повторите три фразы с тремя различными интонационными моделями. (Show the intonation.)

7. Прослушайте текст (с печатной опорой) и отметьте паузы.

Приведем упражнения, направленные на работу с паузацией и использованием различных тонов.

1. Выделите ключевые слова в следующих известных цитатах. (Contrast the key words in the following famous quotations):

"To decide not to decide is a decision. To fail to decide is a failure." (George Patton)

"I like the dreams of the future better than the history of the past." (Thomas Jefferson)

"Success is getting what you want. Happiness is wanting what you get." (Benjamin Franklin)

2. Используйте предложенную интонацию в следующих предложениях. Меняйте тон, тембр, громкость и высоту звука, чтобы звучать более убедительно (Use the suggested intonation pattern in the following sentences. Vary the tone, timber, loudness and pitch to sound more persuasive.):

Actually,| it's a matter of extensive research.

Actually,| that's not really my field, but I think.

I 'quite a'gree with ,you,| that the boundary lies clause.

Задания и упражнения составлены с учетом наибольшей экономии времени на занятии и фактически позволяют студентам овладеть материалом во время самостоятельной работы.

Выводы

Таким образом, при обучении публичным выступлениям с учетом просодических особенностей на материале английского языка рекомендуется использовать оригинальные образцы публичных выступлений на английском языке; многократно повторять эталон интонационной модели; использовать средства звукозаписи; применять средства наглядности, схематически изображая смену тона; использовать в комплексе упражнения на узнавание, дифференциацию, идентификацию просодических средств, на имитацию, подстановку, трансформацию и на самостоятельное употребление.

Список литературы

1. Saleh S. 4Cs in the EFL Classroom. 2019. No. 4. P. 57-80.
2. ФГОС 45.03.02 Лингвистика Приказ Минобрнауки России от 12.08.2020 № 969 Зарегистрировано в Минюсте России 25 августа 2020 г. № 59448. [Электронный ресурс]. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-45-03-02-lingvistika-969/?ysclid=ls8mmt16ts58940288> (дата обращения: 05.02.2024).
3. Соболева О.С., Савицкая Т.П. Методические аспекты подготовки публичного выступления на английском языке в неязыковом вузе // Педагогика и психология образования. 2020. № 4. С. 124–136.
4. Стернин И.А. Практическая риторика. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 272 с.
5. Овганова М.А., Боднар С.С. Фонетическая культура публичных выступлений (на материале английского языка) // Tetra Linguae: сб. науч. ст. Вып. 2. Казань: ТАИ, 2015. С. 68-71.
6. Алексеева Н.А. Публичное выступление на занятиях по иностранному языку как средство развития коммуникативных свойств личности // Проблемы современного педагогического образования. 2018. № 2. С. 308-311.
7. Фрейдина Е.Л. Основы публичной речи. М.: Владос, 2002. 96 с.

УДК 378.147.88
DOI 10.17513/snt.39956

АНАЛИЗ ГОТОВНОСТИ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ «ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА» К ОБУЧЕНИЮ ДЕТЕЙ 9–10 ЛЕТ СПОРТИВНОМУ ОРИЕНТИРОВАНИЮ

Воронова Е.К.

*ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», Петрозаводск,
e-mail: voroova_helena@mail.ru*

Аннотация. В статье описывается опыт организации и проведения исследования готовности студентов направления подготовки «Физическая культура» института физической культуры, спорта и туризма Петрозаводского государственного университета к профессиональной деятельности в роли тренера по спортивному ориентированию. Изучение учебной дисциплины «Спортивное ориентирование» соответствует задачам профессиональной подготовки специалистов по физической культуре. Цель исследования – изучить готовность студентов направления подготовки «Физическая культура» института физической культуры, спорта и туризма Петрозаводского государственного университета к деятельности тренера по спортивному ориентированию. В ходе исследования были использованы общеизвестные методы: анкетирование, педагогический эксперимент, контент-анализ и обобщение полученных результатов; анализ научной, научно-методической литературы, анализ нормативных и программно-методических документов, анкетирование, педагогический эксперимент, контент-анализ и обобщение полученных результатов. Представлены результаты анкетирования студентов. Были рассмотрены вопросы общей характеристики спортивного ориентирования как отдельного и самостоятельного вида спорта, изучены вопросы видов спортивной подготовки в спортивном ориентировании, изучены вопросы психолого-педагогической и анатомо-физиологической характеристики детей 9–10 лет, рассмотрены вопросы готовности студентов к ведению будущей профессиональной деятельности. В статье описываются результаты практической работы студентов выпускного курса в роли тренера по спортивному ориентированию. Представленная в исследовании организация педагогического эксперимента позволила сделать заключение о том, что спортивное ориентирование по своему содержанию отличается от других спортивных дисциплин, изучаемых студентами направления подготовки «Физическая культура», и требует включения дополнительных теоретических и практических занятий в учебную программу спортивного вуза.

Ключевые слова: физическая культура, спортивное ориентирование, дети 9–10 лет, студенты направления подготовки «Физическая культура»

ANALYSIS OF THE READINESS OF STUDENTS OF THE DIRECTION OF PREPARATION “PHYSICAL EDUCATION” FOR TEACHING CHILDREN 9–10 YEARS OLD SPORTS ORIENTEERING

Voronova E.K.

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, e-mail: voroova_helena@mail.ru

Annotation. The article describes the experience of organizing and conducting a study of the readiness of students in the “Physical Culture” training direction of the Institute of Physical Culture, Sports and Tourism of Petrozavodsk State University for professional activities as an orienteering coach. The study of the academic discipline “Orienteering” corresponds to the tasks of professional training of specialists in physical culture. Purpose of the study: to study the readiness of students in the “Physical Culture” training direction of the Institute of Physical Culture, Sports and Tourism of Petrozavodsk State University to act as an orienteering coach. During the study, well-known methods were used: questionnaires, pedagogical experiments, content analysis and generalization of the results obtained. In the course of the study, well-known methods were used: analysis of scientific, scientific and methodological literature, analysis of regulatory and program and methodological documents, questionnaires, pedagogical experiment, content analysis and generalization of the results obtained. The results of a student survey are presented. Issues of the general characteristics of orienteering as a separate and independent sport were considered, issues of types of sports training in orienteering were studied, issues of psychological, pedagogical and anatomical-physiological characteristics of children aged 9–10 years were studied, issues of students’ readiness to conduct future professional activities were considered. The article describes the results of practical work of graduate students in the role of orienteering coach. The organization of the pedagogical experiment presented in the study allowed us to conclude that orienteering differs in its content from other sports disciplines studied by students in the “Physical of additional theoretical and practical classes in the curriculum of a sports university. Education” training direction and requires the inclusion

Keywords: physical education, orienteering, children 9–10 years old, students of the “Physical Education” training direction

В процессе обучения студентов высших учебных заведений одной из главных проблем является проблема качественной профессиональной подготовки. При этом обу-

чение в спортивном вузе направлено на подготовку не только учителей физической культуры, но и тренеров по тому или иному виду спорта.

Эта проблема важна в аспекте освоения студентами направления подготовки «Физическая культура» государственных программ обучения на уровне не ниже Федерального государственного стандарта высшего образования для данной специальности.

Студенты высших учебных заведений, обучающиеся по педагогическим направлениям подготовки, в частности по направлению «Физическая культура», к моменту завершения обучения должны четко представлять, что выбранная профессиональная деятельность предъявляет ряд определенных требований к ним как к специалистам [1]. Следовательно, будущим педагогам и тренерам по различным спортивным специальностям важно понимать, что успешность ведения педагогической и тренерской деятельности определяется не только соответственным желанием, но и наличием освоенных профессиональных компетенций, знаний, умений и навыков.

Спортивное ориентирование по своему содержанию является видом спорта, отличающимся от других видов физических упражнений. Спортивное ориентирование относят к циклическим видам спорта. Занятия спортивным ориентированием предъявляют высокие требования к проявлению общей и специальной выносливости организма спортсмена [2]. Главная отличительная черта спортивного ориентирования заключается в том, что бег выполняет вспомогательную роль. Для успешного преодоления дистанции ориентировщик должен не только быстро бежать, но и быть способным на ходу читать карту, определять положение контрольных пунктов, замечать ключевые ориентиры [3].

Это предопределяет особое отношение к подготовке тренерского состава и не позволяет использовать опыт других видов спорта без специальной подготовки будущих тренеров.

Для определения уровня специальной подготовленности студентов к тренерской работе по спортивному ориентированию существует проблема подбора и использования валидных прогностических методик и достоверных критериев оценки полученных результатов [4].

Проблема качественной профессиональной подготовки будущих тренеров по спортивному ориентированию является актуальной и требует комплексного изучения с использованием научных знаний в области педагогики, психологии, теории и методики физической культуры и спорта. Однако, несмотря на отсутствие валидных и репрезентативных методик, следует на-

ходить частные ответы на поставленные вопросы.

Цель исследования – изучить готовность студентов направления подготовки «Физическая культура» института физической культуры, спорта и туризма Петрозаводского государственного университета к деятельности тренера по спортивному ориентированию.

Материалы и методы исследования

В ходе исследования были использованы общеизвестные методы: анализ научной, научно-методической литературы, анализ нормативных и программно-методических документов, анкетирование, педагогический эксперимент, контент-анализ и обобщение полученных результатов.

Исследование на предмет выявления готовности студентов к обучению детей 9–10 лет спортивному ориентированию было проведено в период с сентября 2022 г. по апрель 2023 г.

Результаты исследования и их обсуждение

В исследовании приняли участие 28 чел. ($n = 28$) – студенты 341 группы очного отделения Института физической культуры, спорта и туризма Петрозаводского государственного университета, занимающиеся различными видами спорта и имеющие разный уровень квалификации: мастер спорта России – 1 студент; кандидаты в мастера спорта – 3 студента; перворазрядники – 4 студента, остальные студенты имеют массовые разряды.

Первоначально был проведен опрос студентов. Затем студенты были включены в педагогический процесс проведения спортивных тренировок по спортивному ориентированию с детьми 9–10 лет на базе детско-юношеской спортивной школы г. Петрозаводска.

Теоретический этап исследования проходил в период с сентября 2021 г. по февраль 2022 г. В течение этого срока был проведен анализ научной и научно-методической литературы по теме исследования. Были рассмотрены вопросы общей характеристики спортивного ориентирования как отдельного и самостоятельного вида спорта, изучены вопросы видов спортивной подготовки в спортивном ориентировании, изучены вопросы психолого-педагогической и анатомо-физиологической характеристики детей 9–10 лет, рассмотрены вопросы готовности студентов к ведению будущей профессиональной деятельности.

На основе анализа источников литературы по теме исследования можно заключить,

что важным условием формирования готовности личности, в том числе и студента как будущего специалиста (тренера по ориентированию), к деятельности является ее адаптация к реальным условиям педагогического процесса. Следовательно, критериями готовности студентов к обучению детей 9–10 лет ориентированию могут служить:

- знание возрастных особенностей детей указанного возраста (анатомо-физиологических и психологических);
- знание теории и методики подготовки спортсменов в дисциплине «спортивное ориентирование»;
- владение навыками спортивного ориентирования;
- способность адаптироваться к условиям реального педагогического процесса;
- сформированная мотивационная готовность к тренерской (преподавательской) деятельности.

По итогам теоретического этапа работы была сформулирована основополагающая проблема исследования, выдвинута гипотеза работы, были сформулированы основные теоретические положения и отобраны необходимые методы исследования. Анализ литературы по теме исследования проводился и на последующих этапах исследования (диагностическом и практическом) для актуализации описанных теоретических положений и внесения новых данных.

На диагностическом этапе исследования был проведен опрос студентов. В авторскую анкету вошли вопросы, ответы на которые помогли определить уровень готовности студентов к будущей профессиональной деятельности в качестве тренера по спортивному ориентированию. Опрос включал в себя пять блоков вопросов по пяти укрупненным категориям:

1. Знания анатомо-физиологических и психологических особенностей детей младшего школьного возраста.
2. Знание проблемы спортивного отбора детей 9–10 лет для занятий в секции спортивного ориентирования.
3. Владение знаниями и умениями спортивного ориентирования.
4. Знание методики начальной подготовки юных ориентировщиков.
5. Оценка личной заинтересованности в деятельности тренера по спортивному ориентированию.

Например, для блока оценки личной заинтересованности к деятельности тренера по спортивному ориентированию использовались следующие утверждения и вопросы:

- *Изучение учебной дисциплины «Спортивное ориентирование» меняет мое отношение к спортивному ориентированию*

как виду спорта, туризму, тренерской работе в данной области.

- *Навыки, полученные в процессе изучения учебной дисциплины «Спортивное ориентирование», могут быть полезны мне в моей будущей профессиональной деятельности, в повседневной жизни.*

– *Спортивное ориентирование не имеет отношения к тому, как я вижу свою будущую профессиональную деятельность.*

- *Чтобы понять/изменить свое отношение к спортивному ориентированию, я иногда хожу в туристические походы с друзьями.*

– *При возможности выбора отдам свое предпочтение профессии тренера по спортивному ориентированию, если будет достойная оплата.*

- *Причины заинтересованности/незаинтересованности в работе тренером по спортивному ориентированию.*

Следующий этап исследования состоял в обработке собранных данных, их анализе и подведении итогов работы.

Получены следующие результаты опроса студентов по пяти укрупненным направлениям.

Установлено, что:

1. Опрошенные студенты обладают знаниями анатомо-физиологических особенностей детей младшего школьного возраста – 85,7% (24 студента) дали полные и развернутые ответы на поставленные вопросы, однако затрудняются определить психологические особенности, характерные для детей младшего школьного возраста – 67,8% (19 студентов).

2. Теоретические знания студентов проблемы спортивного отбора детей для занятий спортивным ориентированием можно оценить как недостаточно сформированные. Только 57,14% (16 чел.) дали верные ответы на большинство вопросов.

3. Владение знаниями и умениями спортивного ориентирования – студенты знают технику безопасности на занятиях по спортивному ориентированию, знают, что такое контрольный пункт (100%), необходимую экипировку ориентировщика (46%); умеют правильно ориентировать карту (57,14%).

4. Опрос студентов по направлению «Знание методики начальной подготовки юных ориентировщиков» показал, что все студенты осваивают практику и методику спортивного ориентирования на высоком уровне; владеют умениями отбирать учебный материал для начального курса освоения спортивного ориентирования детьми 9–10 лет, особенно в части общей физической подготовленности; владеют принципами дозирования физической нагрузки

(89% – 26 опрошенных); знают, тренировочные нагрузки какой мощности необходимы юным ориентировщикам (100%).

5. После проведения опроса были установлены причины невысокой заинтересованности студентов в тренерской работе по спортивному ориентированию. По мнению студентов, к ним относятся:

- большая заинтересованность и желание стать тренером в выбранном виде спорта, по которому присвоены спортивные звания и разряды (82,14%);
- низкий уровень развития ориентировки в пространстве (71,42%);
- высокий уровень ответственности за жизнь и здоровье детей (96,42%).

Таким образом, на основании полученных в результате опроса студентов данных можно сделать вывод, что они обладают базовой теорией спортивного ориентирования, имеют представление о закономерностях построения спортивной тренировки в спортивном ориентировании и способах дозирования нагрузки в данном виде спорта.

Профессиональный рост тренера по спортивному ориентированию в современных условиях прогрессирует во время ведения педагогической деятельности. Но основы для планомерного и непрерывного роста педагогического мастерства закладываются во время обучения в высших учебных заведениях, поэтому студентам выпускного курса было предложено провести 10 тренировочных занятий по спортивному ориентированию с детьми 9–10 лет.

Следует отметить, что возраст 9–10 лет – оптимальный для начала занятий спортивным ориентированием. Младший школьный возраст сопровождается определенными психофизиологическими особенностями и, в частности, особенностями типа нервной системы. В своем исследовании Е.Е. Хвацка [5] установила, что в младшем школьном возрасте абсолютное большинство детей имеют слабый или средне-слабый тип нервной системы, что, в свою очередь, отражается на саморегуляции, особенно в проявлении и поддержании активности в затрудненных условиях. В этом возрасте значительная часть детей имеет преобладание процессов возбуждения – они активны, энергичны, быстро разминаются, выполняют задания, часто не дослушав инструкцию до конца. Другая часть детей демонстрирует пассивность, спокойствие, безразличие, их трудно заинтересовать спортивными упражнениями. Данная характеристика детей 9–10 лет вносила дополнительные сложности в процесс педагогической деятельности студентов в качестве тренера по спортивному ориентированию.

Взаимодействие с детьми 9–10 лет непосредственно в «затрудненных полевых условиях» на начальном этапе показало, что студенты в роли тренеров по спортивному ориентированию занимают пассивную позицию и пытаются выступать только в роли наблюдателей рядом с профессиональными тренерами. Однако на занятиях по общей физической подготовке многие студенты выступают в активной роли. Анализ действий студентов по общей физической подготовке показал, что абсолютное большинство использует авторитарный стиль руководства детьми. Различия состоят лишь в том, что студенты-девушки проводят занятия более эмоционально, используют музыкальное сопровождение и больше используют подвижные игры. Студенты-юноши чаще используют методы круговой тренировки, соревновательные методы. Все студенты испытывали большие трудности в обучении детей.

Общими недостатками в процессе обучения детей основам спортивного ориентирования для всех студентов являются:

- неумение видеть и учитывать индивидуальные особенности детей;
- неумение организовать общение с детьми 9–10 лет, а также неумение организовать коммуникацию детей между собой;
- неумение использовать в своей профессиональной деятельности различные современные методы обучения спортивным упражнениям;
- низкий уровень развития ориентировки на местности (особенно у студентов-девушек).

Еще одним условием профессионального становления тренера по спортивному ориентированию является умение объективно оценить свои педагогические способности, поэтому на заключительном этапе исследования студентам было предложено оценить свои профессиональные и личностные качества и оценить свою профессиональную деятельность за первую тренировку, за самую удачную тренировку, за самую несостоятельную тренировку, за 10 тренировочных занятий. Также студентам было предложено констатировать и оценить не только конкретные факты проведения тренировочных занятий, но и свои чувства и мысли.

Анализируя результаты самоанализа студентов, можно сделать вывод, что абсолютное большинство (27) студентов высказало мнение о том, что тренерская работа по спортивному ориентированию является очень сложной и ответственной. Следует отметить что студенты-девушки более адекватно оценивают свои недостатки и достоинства, чем студенты-юноши.

Заключение

Прежде всего, в ходе обучения в высшем учебном заведении у студентов формируется базовое представление о спортивном ориентировании как самостоятельном виде спорта. Студенты также знакомятся с видами ориентирования, правилами и способами ориентирования на местности, принципами работы со спортивной картой и компасом, методике организации и проведения соревнований по спортивному ориентированию, принципами физической подготовки спортсменов-ориентировщиков.

На основе анализа источников литературы по теме исследования можно заключить, что важным условием формирования готовности личности, в том числе студента как будущего специалиста (тренера по ориентированию), к деятельности является ее адаптация к реальным условиям педагогического процесса.

Таким образом, на основании полученных в результате исследования данных можно сделать вывод, что студенты обладают базовой теорией спортивного ориентирования, имеют представление о закономерностях построения спортивной тренировки в спортивном ориентировании и способах дозирования нагрузки в данном виде спорта.

Практическая деятельность студентов в роли тренеров по спортивному ориентированию показала, что студенты слабо владеют современными (квест-технологией

и др.) практическими методами организации тренировочных занятий по спортивному ориентированию с детьми 9–10 лет.

Систематическое проведение теоретических и практических занятий, организация практических и методических семинаров по спортивному ориентированию, участие студентов в круглых столах и конференциях по вопросам спортивного ориентирования активизирует у студентов знания, умения и навыки, полученные в ходе обучения в вузе, поможет в дальнейшем профессиональном самоопределении, поддержит интерес к туризму в целом и к спортивному ориентированию в частности.

Список литературы

1. Орехова Е.В., Плесневич С.Г., Мачехина О.Н. Методические семинары как ресурс развития профессиональной компетентности педагогов в условиях индивидуализации обучения // Наука и школа. 2023. № 5. С. 184–194.
2. Ботяев В.Л., Скворцова Е.П., Ботяев С.В. Анализ деятельности научно-консультационного центра отбора и диагностики спортивной предрасположенности детей и подростков // Ученые записки университета Лесгафта. 2018. № 3 (157). С. 54–58.
3. Бугреев В.В., Донина О.И. Генезис спортивного ориентирования как вида физической культуры // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. 2021. № 4. С. 25–31.
4. Губа В.П., Попов Г.И., Пресняков В.В., Леонтьева М.С. Педагогические измерения в спорте: методы, анализ и обработка результатов. М.: Спорт, 2021. 324 с.
5. Хвацкая Е.Е. Психологический компонент в структуре первичного спортивного отбора детей // Ученые записки университета Лесгафта. 2019. № 12 (178). С. 436–441.

УДК 373.1
DOI 10.17513/snt.39957

АДАПТАЦИЯ ДЕТЕЙ МИГРАНТОВ К ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ ПОСРЕДСТВОМ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТ-КАРТ

Гильманшина С.И., Дарземанова Д.Л.

*ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань,
e-mail: gilmanshina@yandex.ru*

Аннотация. В современных условиях усиления миграционных процессов востребованы умения современных учителей работать с детьми мигрантов, осуществлять их педагогическую адаптацию в русскоязычной образовательной среде. Данное исследование посвящено выявлению особенностей применения технологии интеллект-карт для адаптации детей мигрантов из стран Средней Азии к естественнонаучной информации на русском языке на примере обучения химии и географии. Ведущим подходом в исследовании является спиральный подход, позволяющий изучать естественнонаучные теории и их применение для решения практических задач в разных классах с постепенным усложнением и детализацией теории по мере взросления и развития обучающихся, методично расширять и углублять естественнонаучные понятия. Выявлены три педагогических условия адаптации детей мигрантов к естественнонаучной информации на русском языке: адаптация практических работ для обучения первоначальным естественнонаучным понятиям; разработка и запись видеоопытов; применение интеллект-карт для обучения теории и практике решения естественнонаучных экспериментальных и расчетных задач (с целью адаптации обучающихся к текстовой информации на русском языке). Выявлены основные последовательные действия, необходимые для применения интеллект-карт в обучении. Установлена необходимость прохождения трех последовательных позиций для педагогической адаптации детей мигрантов к естественнонаучной информации на русском языке посредством технологии интеллект-карт. Особенности применения интеллект-карт для обучения детей мигрантов связаны с соблюдением определенных организационно-педагогических условий. Применение педагогической технологии интеллект-карт в обучении детей мигрантов в русско-татарской школе г. Казани дало обнадеживающие результаты в плане повышения их мотивации и качества знаний по химии и географии, а также расширения творческих способностей обучающихся.

Ключевые слова: естественнонаучное образование, школа, дети мигрантов, педагогическая адаптация, педагогическая технология, интеллект-карта

ADAPTATION OF MIGRANT CHILDREN TO NATURAL SCIENCE INFORMATION IN RUSSIAN THROUGH TECHNOLOGY MIND MAPS

Gilmanshina S.I., Darzemanova D.L.

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, e-mail: gilmanshina@yandex.ru

Annotation. In modern conditions of increasing migration processes, the skills of modern teachers to work with migrant children, to carry out their pedagogical adaptation in the Russian-speaking educational environment are in demand. This study is devoted to identifying the features of using technology mind maps to adapt migrant children from Central Asian countries to natural science information in Russian using the example of teaching chemistry and geography. The leading approach in the study is the spiral approach, which allows to study natural science theories and their application to solve practical problems in different classes with a gradual complication and detailing of the theory as students grow up and develop, methodically expand and deepen natural science concepts. Three pedagogical conditions for the adaptation of migrant children to natural science information in Russian have been identified: adaptation of practical works for teaching initial natural science concepts; development and recording of video experiments; application of mind maps for teaching theory and practice of solving natural science experimental and computational problems (in order to adapt students to text information in Russian). The main sequential actions necessary for the use of mind maps in training are identified. The necessity of passing three consecutive positions for pedagogical adaptation of migrant children to natural science information in Russian through technology mind maps has been established. The peculiarities of using the mind maps for teaching migrant children are associated with compliance with certain organizational and pedagogical conditions. In general, the use of pedagogical technology mind maps in teaching migrant children in the Russian-Tatar school of Kazan has given encouraging results in terms of increasing motivation and the quality of knowledge in chemistry and geography, as well as expanding the creative abilities of students.

Keywords: natural science education, school, children of migrants, pedagogical adaptation, pedagogical technology, mind map

Образование является важным элементом общей культуры человека, включая мигрирующих граждан. В современных условиях миграционных процессов важным становится создание благоприятной обра-

зовательной среды для всех обучающихся, включая школьников из стран Средней Азии. Речь идет об их психолого-педагогической, социальной и языковой адаптации в российском обществе, развитии личност-

ных качеств, создании условий для принятия российской культуры, понимания сути изучаемых в школе теорий и закономерностей, включая естественнонаучную область знаний.

В нормативно-правовых документах Российской Федерации [1] обращается внимание на такой важный аспект, как умение современных учителей работать с «различными контингентами учащихся» и детьми мигрантов в том числе, применять педагогические технологии «для адресной работы» [1]. О трудностях в психологической, языковой и социальной адаптации детей мигрантов в русскоязычных школах пишут современные педагоги Г.Е. Зборовский [2], Т.В. Куприна [3]. В работе Д.Л. Дарземановой [4] обучение иностранных учащихся (детей мигрантов) обоснованно приравнивается к инклюзивной педагогике. В ранее опубликованных работах авторов настоящего исследования с коллегами [5, 6] рассматриваются вопросы педагогической адаптации детей мигрантов к русскоязычной информационной среде при изучении естественнонаучных предметов в школе. Адаптировать детей мигрантов к естественнонаучной информации на русском языке при обучении химии, биологии и географии можно разными способами. В исследовании [5] данный процесс осуществлялся с помощью проектной деятельности по естественнонаучным предметам, в работе [6] – посредством адаптированных практических работ на примере изучения первоначальных химических понятий.

Однако обучение естественнонаучным предметам многогранно и требует применения комплекса педагогических технологий. Представляет интерес использование на уроках по естественнонаучным предметам для педагогической адаптации детей мигрантов к естественнонаучной информации на русском языке известной технологии интеллект-карт или ментальных карт (или ассоциативных карт, или mind maps). Общеизвестно, что человек мыслит ассоциациями и образами, благодаря этому при обучении проще запоминается схема интеллект-карты, где информация представлена лаконично в концентрированном виде, чем несколько страниц текста. Особенно это актуально для обучающихся основной и средней школы.

Интеллект-карты (ментальные или ассоциативные карты) предложены психологом Тони Бьюзеном [7]. Согласно исследованиям А. Voley David [8], «оценки обучающихся, которые пользуются ментальными картами в обучении, выше на 12 %» [8]. Применение педагогической технологии интеллект-карт в российском образовании рассмотрено

в трудах М.В. Самофаловой и Н.В. Сурковой [9], Е.Н. Дроновой [10], в коллективном учебном пособии [11], при обучении школьной химии – в работах М.Н. Васильевой [12], Л.М. Ильязовой и Г.И. Якушевой [13], при обучении географии – в публикации Н.В. Бусаровой и Ю.А. Шабаровой [14]. Однако не встречается анализа особенностей применения интеллект-карт при обучении детей мигрантов, испытывающих сложности в русскоязычной среде общего естественнонаучного образования.

Таким образом, проблема исследования следующая: каковы особенности применения технологии интеллект-карт в теории и практике естественнонаучного образования детей мигрантов для их успешной адаптации в русскоязычной информационной среде.

Цель исследования – выявить особенности применения технологии интеллект-карт для адаптации детей мигрантов из стран Средней Азии к естественнонаучной информации на русском языке на примере обучения химии и географии.

Материалы и методы исследования

Методологической основой исследования служит спиральный подход, позволяющий изучать естественнонаучные теории и их применение для решения практических задач в разных классах с постепенным усложнением и детализацией теории по мере взросления и развития обучающихся.

В данном исследовании спиральный подход позволяет, опираясь на первоначальные предметные знания, методично расширять и углублять соответствующие понятия. При этом, когда обучающийся неоднократно повторяет определенную тему, информация дополняется, усложняется и закрепляется. Происходит логический переход от простого к более сложному с использованием ранее полученных теоретических знаний, умений и навыков. Что весьма благоприятно для обучения детей мигрантов, испытывающих трудности во владении русским языком.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате исследования выявлено три педагогических условия адаптации детей мигрантов к естественнонаучной информации на русском языке в ходе общего естественнонаучного образования. Первое педагогическое условие, которое подробно представлено авторами в статье [6], связано с адаптацией практических работ, поясняющих первоначальные естественнонаучные понятия. Практические работы по есте-

ственнонаучным предметам обычно содержат перечисление необходимого оборудования и реактивов, ход выполнения эксперимента. Кроме того, иногда имеют место контрольные вопросы. Суть этого педагогического условия в упрощении стандартной инструкции, а именно: в применении простых коротких предложений в текстовой информации по содержанию работы и плану ее выполнения; добавлении QR-кода с ссылкой на видеофрагмент этой работы с инструкцией по технике безопасности; присутствии схем, рисунков, а также глоссария на родном для иностранного обучающегося языке [6]. Адаптированные таким образом для детей мигрантов практические работы по химии позволят обучающимся изучать предмет, опираясь на понятную им химическую терминологию.

Второе педагогическое условие (подробно описано авторами в [6]) связано с разработкой и записью видеоопытов. Они помогают детям мигрантов не только выполнить основные практические работы, но и закрепить безопасное поведение в школьной лаборатории и отработать умение методически грамотно и безопасно работать с веществами и оборудованием. Содержание части разработанных видеоопытов в некоторой степени выходит за рамки школьного курса предмета. Это мотивирует обучающихся к выполнению проектных работ по естественнонаучным дисциплинам (химии, биологии, географии) с последующим выступлением на конференциях учащихся различного уровня.

Третье условие связано с применением технологии интеллект-карт для обучения детей мигрантов теории и практике по решению естественнонаучных экспериментальных и расчетных задач. Суть педагогической технологии интеллект-карт проявляется в том, что посредством интеллект-карт облегчается структурирование и визуальное восприятие сложной текстовой информации с последующим ее пониманием. Следует пояснить, что решение расчетных естественнонаучных задач, в том числе по химии и географии, всегда сопровождалось определенными трудностями даже у тех обучающихся, у которых нет языкового барьера. Применение же интеллект-карт для структурирования и объяснения этапов решения типовых и творческих естественнонаучных расчетных задач в классе, где обучаются вместе с россиянами дети мигрантов, испытывающие языковые трудности, будет способствовать адаптации последних к естественнонаучной информации на русском языке и, как следствие, облегчению усвоения учебного материала.

Остановимся подробнее на педагогической технологии интеллект-карт при обучении детей мигрантов естественнонаучным предметам на примере обучения химии и географии.

Предварительно проведем анализ некоторых публикаций по применению интеллект-карт на уроках химии и географии для обучающихся, не испытывающих сложностей в усвоении естественнонаучных понятий на русском языке.

Возможность применения интеллект-карт при обучении химии в 8–9 классах россиян, хорошо владеющих русским языком, была исследована в магистерской диссертации М.Н. Васильевой [12], выполненной под руководством С.И. Гильманшиной – одного из авторов данной статьи. В работе [12] были разработаны и применены в обучении интеллект-карты в 8 классе по темам: «Типы химических реакций», «Периодическая таблица химических элементов», «Типы химической связи». Это были уроки открытия новых знаний, где ключевой идеей по первой теме служит понятие «химическая реакция», по второй – закон периодичности Д.И. Менделеева, по третьей – понятие «химическая связь». На этих уроках учитель демонстрирует процесс составления интеллект-карты на доске. В 9 классе по темам «Электролитическая диссоциация», «Реакции ионного обмена», «Окислительно-восстановительные реакции», «Гидролиз солей» обучающиеся сами составляют интеллект-карты как домашнее задание [12].

Для составления ментальных карт можно применить программу MindMeister. В учебном пособии [11] представлены разработанные К.Г. Бендюкевич и С.И. Гильманшиной интеллектуальные карты по наиболее сложным темам школьного курса химии, таким как «Химическое производство металлов», «Производство полимеров и волокон», «Производство серной кислоты», «Производство азотной кислоты», «Производство аммиака».

В публикации Л.М. Ильязовой и Г.И. Якушевой [13] не указаны темы, по которым были разработаны карты по школьному курсу химии, сообщаются только методические условия реализации данной технологии. Это «максимальная визуализация информации за счет создания атмосферы творческой свободы; использование разных типов интеллект-карт на всех этапах обучения (изучение нового материала, обобщение, актуализация знаний); сочетание фронтальной, групповой и индивидуальной форм работы» [13].

Н.В. Бусарова и Ю.А. Шабарова в своей работе [14] сделали акцент на анализе

сервисов, пригодных для конструирования интеллект-карт по географии материков и океанов, представили разработанные ментальные карты по этой теме.

Во всех проанализированных публикациях [9–14] и других подробно описывается история становления интеллект-карт и общие правила их конструирования, отмечается их эффективность. В некоторых из рассмотренных выше работ [11, 12, 14] приведены разработанные ментальные карты с помощью цветных карандашей, фломастеров или посредством компьютерных программ, которые учителя могут использовать в обучении.

Однако технология интеллект-карт, как любая педагогическая технология, включает последовательные действия (в данном исследовании выделены два основных действия), организационно-педагогические условия применения данной технологии в обучении и результат.

Первое необходимое действие – обучающимся следует ознакомиться с правилами конструирования интеллект-карт:

1. Разместите лист, на котором планируется разработка интеллект-карты, горизонтально. Так любому обучающемуся будет легче воспринимать информацию (мир видится нам горизонтально). А поскольку речь идет в данном случае о детях мигрантов, необходимо помнить, что в начале обучения в новой стране они запоминают информацию абстрактно и часто ассоциативно.

2. Напишите главное слово учебной темы посередине листа, а от центра отведите ответвления. В результате обучающийся будет дифференцировать информацию на основную и дополнительную, проще ее усваивать.

3. Выберите спокойный дизайн интеллект-карты. Главная цель интеллект-карты – помочь усвоить и запомнить новую информацию или систематизировать и обобщить полученную ранее. Слишком яркая и пестрая ментальная карта сосредотачивает внимание на цветах, а не на информации по определенной теме. Необходимо сочетать между собой цвета и не увлекаться только дизайном карты.

4. Соблюдайте иерархию в блок-схеме интеллект-карты. Необходимо отдельно в соответствующей логике раскрывать каждый блок темы. В итоге должна получиться структура, удобная для легкого прочтения, усвоения и запоминания сути русскоязычной информации обучающимся – ребенком-мигрантом.

Второе необходимое действие – важно понимать особенности и отличие интеллект-карт от обычных схем, а именно:

1. Интеллект-карты удобно использовать во время повторения или актуализации пройденного ранее материала. Они хороши для обобщения информации. При работе с детьми мигрантов следует придерживаться трех последовательных позиций с целью неонаучной педагогической адаптации к естественной информации на русском языке. Первая позиция – в качестве образца обучающимся дается готовая карта и предлагается по аналогии с ней воспроизвести тему прошлого урока. На второй позиции – по мере формирования навыков чтения информации посредством интеллект-карт – обучающиеся получают только «скелет» карты, им необходимо ее заполнить. Третья позиция связана с заданиями на разработку обучающимися интеллект-карт.

2. При построении интеллект-карты рекомендуется использовать как слова и словосочетания, так и инфографику, рисунки. Последнее помогает в установлении и укреплении ассоциативных связей. В свою очередь, ассоциации будут способствовать менее подготовленным обучающимся лучше понять и усвоить материал урока. Читать информацию, размещенную на интеллект-карте, принято по часовой стрелке (с правого верхнего угла).

3. Интеллект-карта должна быть универсальна. Благодаря этому правилу любой обучающийся сможет ее прочитать, что будет весьма полезно при подготовке к экзаменам по естественнонаучным предметам, даже если иностранный обучающийся вернется к себе на родину. Общеизвестно, что инвариант содержания школьных естественнонаучных предметов одинаков для разных стран.

В качестве примера рассмотрим некоторые из разработанных интеллект-карт по химии (рис. 1) и географии (рис. 2), которые помогают детям мигрантов актуализировать необходимые знания и обобщать ранее пройденный материал, тем самым успешно адаптироваться в русскоязычной образовательной среде.

Во время изучения количественных отношений на уроках химии в 8 классе применяются в качестве образцов разработанные авторские интеллект-карты для актуализации знаний в виде простых блок-схем с алгоритмом решения типовых химических задач. Для помощи в решении более сложных расчетных и экспериментальных задач предлагается только скелет ментальной карты, демонстрирующий логику рассуждений. В дальнейшем обучающийся сам неплохо справляется с разработкой ментальной карты по решению химических задач с элементом творчества под тьюторством учителя.

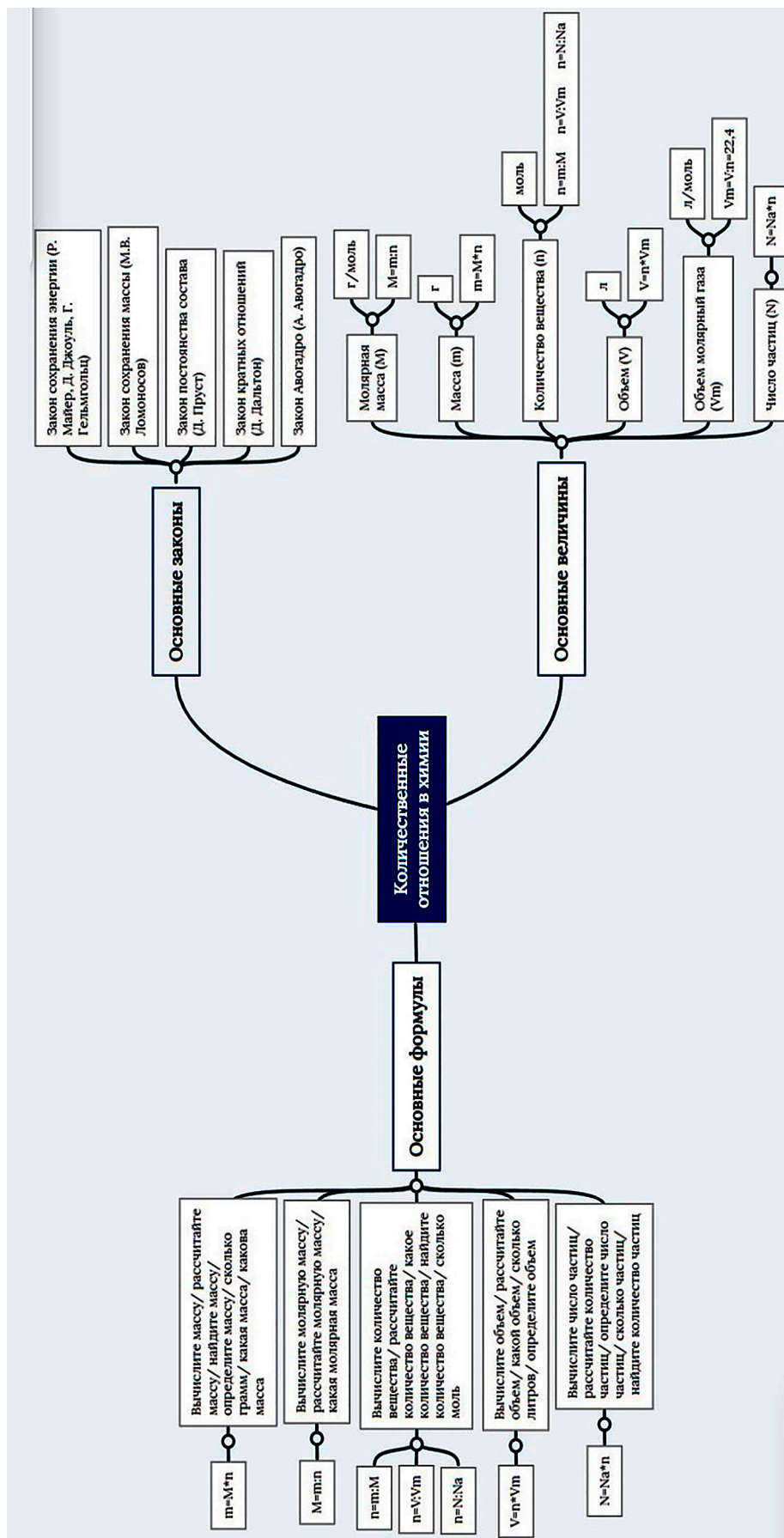


Рис. 1. Интеллект-карта по разделу «Количественные отношения в химии»



Рис. 2. Интеллект-карта по разделу «Агропромышленный комплекс»

При изучении раздела «Химия и жизнь» в 11 классе обучающимся предлагается обобщить учебный материал уже самостоятельно в виде ментальной карты. Опыт работы с детьми мигрантов показывает, что обычно они в центр карты помещают человека. От его различных органов рисуют ответвления, которые показывают концентрирование некоторых химических элементов в органах, тканях или биожидкостях. Таким образом, дополнительно происходит формирование межпредметных связей с биологией, что помогает обучающимся при подготовке к выпускному экзамену.

Следующий пример разработанной интеллект-карты на обобщение знаний по теме «Агропромышленный комплекс» по географии в 9 классе представлен на рис. 2.

Данная тема связана с большим объемом новой информации. Если обучающиеся, у которых нет проблем с языковой адаптацией, легко воспринимают данный информационный материал, то детям мигрантов приходится трудно. Для облегчения ситуации в качестве самостоятельной работы по данной теме им предлагается разработать ментальную карту. В ее центр обучающиеся без труда помещают словосочетание «агропромышленный комплекс», а от него рисуют ветви с таким продолжением, как сельскохозяйственные машины, минеральные удобрения (основная химия), мелиорация, селекция, земледелие, животноводство, легкая промышленность, пищевая промышленность. В результате школьник учится преобразовывать текстовую информацию в схему (блок-схему) в виде интел-

лект-карты. При этом тренируется память, а если данная работа происходит в группе, то еще и формируются коммуникативные учебные действия.

Таким образом, особенность применения педагогической технологии интеллект-карт (ментальных карт) на уроках по предметам естественнонаучного цикла (химии и географии) в классах, где одновременно с россиянами обучаются дети мигрантов, заключается в соблюдении следующих организационно-педагогических условий:

- Применение данной технологии только для актуализации и обобщения знаний на разных этапах урока, в отличие от хорошо владеющей русским языком аудитории, где ментальные карты целесообразно применять и при объяснении нового материала.

- Системное и систематическое обучение детей мигрантов работе с ментальными картами следует вести по трем позициям: воспроизводить пройденный материал в виде интеллект-карты по аналогии с выданным образцом; заполнять готовый «скелет» карты при систематизации учебного материала; выполнять задания на разработку интеллект-карты при решении прикладных расчетных и экспериментальных задач.

- Организация работы с интеллект-картами с целью формирования у обучающихся метапредметных универсальных учебных действий по работе с информацией посредством сочетания на уроках разных форм учебной деятельности – фронтальной, групповой, индивидуальной.

Применение данной технологии в обучении химии и географии детей мигрантов

в русско-татарской школе № 111 г. Казани дало обнадеживающие результаты. Зафиксировано следующее: повышение мотивации к изучению естественнонаучных предметов (показатель – посещение внеурочных курсов и мероприятий по естественнонаучным предметам) и качества знаний, выявленное по результатам проверочных работ, а также расширение творческих способностей обучающихся (показатель – наглядность и дизайн ментальных карт).

Заключение

Выявлено два основных последовательных действия, необходимых для применения интеллект-карт в обучении: ознакомление обучающихся с правилами конструирования интеллект-карт и объяснение особенности и отличия интеллект-карт от обычных схем.

Установлена необходимость прохождения трех последовательных позиций для педагогической адаптации детей мигрантов к естественнонаучной информации на русском языке посредством технологии интеллект-карт. Это обучение конструированию интеллект-карты по пройденному материалу по аналогии с выданным образцом; заполнение выданного «скелета» интеллект-карты при систематизации и решении расчетных и экспериментальных естественнонаучных задач и упражнений; выполнение заданий на самостоятельную разработку обучающимися интеллект-карт по теории и практике естественнонаучного образования.

Выявленные особенности применения технологии интеллект-карт для обучения детей мигрантов (на примере обучения химии и географии) связаны с соблюдением определенных организационно-педагогических условий. Такими условиями являются: а) применение данной технологии только для актуализации и обобщения знаний на разных этапах урока; б) системное и систематическое обучение работе с ментальными картами в соответствии с принципом «воспроизводство по аналогии с образцом – заполнение готового “скелета” карты при систематизации и решении задач – самостоятельная разработка интеллект-карт»; в) организация работы с интеллект-картами посредством фронтальной, групповой, индивидуальной работы с целью адаптации к текстовой информации на русском языке и формирования метапредметных уни-

версальных учебных действий по работе с информацией.

Список литературы

1. Профессиональный стандарт от 8 октября 2013 г. № 544н «Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)» [Электронный ресурс]. URL: https://school3.kchr.edu.ru/media/2020/02/11/12_50875158/Profstandart_Pedagog.pdf (дата обращения: 17.03.2024).
2. Зборовский Г.Е. Обучение детей мигрантов как проблема их социальной адаптации // Социологические исследования. 2013. № 2. С. 80–91.
3. Куприна Т.В. Обучение детей мигрантов в школах России: проблемы и пути их решения // Многоязычие в образовательном пространстве. 2017. № 9. С. 65–74.
4. Дарземанова Д.Л., Гильманшина С.И. Особенности обучения детей мигрантов естественнонаучным дисциплинам // Преемственная система инклюзивного образования: материалы XI Международной научно-практической конференции (Казань, 16–18 марта 2022 г.). Казань: Изд-во Казанского инновационного университета, 2022. С. 48–51.
5. Дарземанова Д.Л., Космодемьянская С.С., Гильманшина С.И. Организационно-методические особенности обучения химии обучающихся мигрантов в Российской Федерации // Гуманитарные науки и образование. 2022. Т. 13, № 1 (49). С. 29–34.
6. Гильманшина С.И., Дарземанова Д.Л., Агзамова И.И. Технология адаптации практических работ по химии для обучения детей мигрантов в русскоязычной среде // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 11. С. 127–132.
7. Бьюзен Т. Интеллект-карты. Полное руководство по мощному инструменту мышления / Пер. с англ. Ю. Константиновой. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2019. 208 с.
8. Boley David A. Use of Premade Mind Maps to Enhance Simulation Learning. Nurse Educator. 2008. Vol. 33 (5). P. 220–223. [Электронный ресурс]. URL: https://journals.lww.com/nurseeducatoronline/Abstract/2008/09000/Use_of_Premade_Mind_Maps_to_Enhance_Simulation.14.aspx (дата обращения: 05.02.2024).
9. Самофалова М.В., Суркова Н.В. Использование ментальных карт в процессе обучения // Гуманитарные и социальные науки. 2020. № 3. С. 308–315.
10. Дронова Е.Н. Ментальные карты в учебном процессе: роль и основы разработки // Проблемы современного образования. 2017. № 2. С. 118–124.
11. Камалеева А.Р., Мухаметзянова Л.Ю., Грузкова С.Ю., Гильманшина С.И. и др. Конструкты понятийно-когнитивного моделирования в практике изучения учебного материала: учебное пособие. Казань: Изд-во ФГБНУ «ИППСП», 2019. 61 с.
12. Васильева М.Н. Развитие критического мышления учащихся девятых классов в процессе изучения химии: магистерская диссертация. Казань, 2019. [Электронный ресурс]. URL: https://kpfu.ru/student_diplom/10.160.178.20_RC5X6VF_L9JVI4ZNTUQ98K3A6SC6XED29WZVCQDD3J1PK27_80_F_VKR_44.04.01_PO_17.1_706_KhO_Vasileva_M.N._2019.pdf (дата обращения: 01.03.2024).
13. Ильязова Л.М., Якушева Г.И. Методика использования технологии составления интеллект карт в школьном курсе химии // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–1. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=19377> (дата обращения: 01.02.2024).
14. Бусарова Н.В., Шабарова Ю.А. Использование интеллект-карт на уроках географии в 7 классе // География в школе. 2020. № 5. С. 28–30.

УДК 377.1
DOI 10.17513/snt.39958

ТЕМАТИЧЕСКАЯ НЕДЕЛЯ КАК МЕТОДИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ИНКЛЮЗИВНОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО КОЛЛЕДЖА

¹Елагина В.С., ²Каменкова Н.В., ²Ильина С.В., ²Акулов В.А.

¹ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет»,
Челябинск, e-mail: V_275@mail.ru

²ГБПОУ «Миасский педагогический колледж», Миасс,
e-mail: nat_kamenkova@mail.ru, psyhei@mail.ru, akulov_1993@mail.ru

Аннотация. На современном этапе развития общества актуальность исследования продиктована развитием инклюзии, ориентированной на обеспечение качественного и доступного образования детям, имеющим инвалидность или ограничения возможностей здоровья, на всех уровнях современной системы образования. Аспектами инклюзивного образования выступают формирование инклюзивной культуры будущих педагогов, овладение широким спектром не только предметных знаний, но и психолого-педагогических дисциплин, что, в свою очередь, находит отражение и в содержании образовательных программ, и в организации образовательного процесса. Целью статьи является обобщение опыта проведения тематической недели, посвященной формированию инклюзивной культуры студентов педагогического колледжа. Для достижения поставленной цели авторами использовались теоретические (анализ научной литературы по теме исследования, обобщение) и эмпирические (анкетирование, наблюдение, метод интерпретации результатов опроса) методы. Одной из форм организации деятельности обучающихся в педагогическом колледже является тематическая неделя, представляющая собой систему мероприятий, посвященных актуальной теме. В статье представлено описание процесса формирования инклюзивной культуры через вовлечение студентов педагогического колледжа в проведение недели инклюзивной культуры «Давайте понимать друг друга!». Результаты проведенного эмпирического исследования уровня сформированности инклюзивной культуры у студентов педагогического колледжа убеждают авторов исследования в необходимости организации целенаправленного процесса формирования инклюзивной культуры студентов – будущих педагогов инклюзивного образования.

Ключевые слова: инклюзия, инклюзивное образование, инклюзивная культура, тематическая неделя

THEMATIC WEEK AS A METHODOLOGICAL TOOLS FOR THE FORMATION OF AN INCLUSIVE CULTURE OF PEDAGOGICAL COLLEGE STUDENTS

¹Elagina V.S., ²Kamenkova N.V., ²Ilyina S.V., ²Akulov V.A.

¹South Ural State University of Humanities and Pedagogy, Chelyabinsk, e-mail: V_275@mail.ru

²Miass Pedagogical College, Miass,
e-mail: nat_kamenkova@mail.ru, psyhei@mail.ru, akulov_1993@mail.ru

Annotation. At the present stage of society's development, the relevance of the study is dictated by the development of inclusion, focused on providing high-quality and affordable education to children with disabilities or disabilities at all levels of the modern education system. One of the aspects of inclusive education is the formation of an inclusive culture of future teachers, mastering a wide range of not only subject knowledge, but also psychological and pedagogical disciplines, which, in turn, is reflected in the content of educational programs and in the organization of the educational process. The purpose of the article is to summarize the experience of the thematic week dedicated to the formation of an inclusive culture of students of the pedagogical college. To achieve this goal, the authors used theoretical (analysis of scientific literature on the research topic, generalization) and empirical (analysis, observation, method of interpreting survey results) methods. One of the forms of organizing the activities of students at the pedagogical college is a thematic week, which is a system of events dedicated to an urgent topic. The article describes the process of forming an inclusive culture through the involvement of students of the pedagogical college in the week of inclusive culture «Let's understand each other!». The results of an empirical study of the level of formation of an inclusive culture among students of a pedagogical college confirm the authors of the study in the need to organize a purposeful process of forming an inclusive culture of students, future teachers of inclusive education:

Keywords: inclusion, inclusive education, inclusive culture, theme week

Одним из актуальных и активно обсуждаемых направлений современного образования является инклюзия, интегрирующая нормотипичных детей с детьми, имеющими инвалидность и ограниченные возможно-

сти здоровья (ОВЗ), и обеспечивающая активное включение их во все виды деятельности. Инклюзия кардинально меняет представления об организации образовательного процесса, ориентированного на создание

атмосферы доверия, взаимного уважения, солидарности, готовности оказать своевременную помощь своим сверстникам. Очевидно, что высокие образовательные результаты детей с ОВЗ зависят от уровня сформированности инклюзивной культуры педагога, качества его профессиональной подготовки, готовности к профессиональной деятельности в условиях инклюзии. Инклюзивная культура становится особой философией, когда ценности инклюзии приняты и разделяются всеми участниками образовательного пространства [1].

По мнению В.В. Хитрюк, инклюзивную культуру следует рассматривать как интегративное качество, включающее систему профессиональных знаний и умений, ценностных установок, социально-личностных и профессиональных компетенций, позволяющих педагогу эффективно работать в условиях инклюзивного образования [2].

Признаком сформированности инклюзивной культуры, как считает С.В. Алёхина, является готовность педагога «включиться» в процесс взаимодействия с другими, научиться быть открытыми для общения с ними, видеть необходимость своих изменений, уметь принять особенности и отличия других людей [3].

Безусловно, организация инклюзивного образования на гуманной основе требует высокого уровня готовности педагогов к принятию детей с ОВЗ, сформированности инклюзивной культуры и профессиональной компетентности. По мнению Т.В. Емельяновой и А.А. Синявской, инклюзивную культуру следует рассматривать как первый этап формирования готовности студентов педагогических вузов к работе в инклюзивной образовательной среде [4].

Формирование готовности будущего педагога к работе в новых профессиональных обстоятельствах является одной из первоочередных задач подготовки будущего специалиста, так как в этот период закладывается фундамент профессионального мышления, компетентности и педагогической культуры [2].

В своем исследовании О.А. Правдина, А.А. Рассказова отмечают, что проблема готовности педагогов к осуществлению инклюзивного образования лиц с ограниченными возможностями здоровья является наиболее дискуссионной проблемой. Кроме стандартного перечня необходимых для преподавания компетенций, педагоги, работающие с детьми с ОВЗ, должны обладать еще и инклюзивной компетентностью [5].

В связи с этим особую актуальность приобретает подготовка специалистов для работы с детьми, имеющими ограниченные

возможности здоровья. Подготовка специалистов к работе с разными категориями детей с отклонениями в развитии предполагает овладение широким спектром не только предметных, но и психолого-педагогических знаний, что, в свою очередь, находит отражение и в содержании образовательных программ, и в организации образовательного процесса.

В образовательных организациях, ориентированных на подготовку педагогов для инклюзивного образования, используются разнообразные методы и формы организации познавательной деятельности обучающихся: организация тренингов, разработка волонтерских проектов, просмотр и обсуждение художественных и документальных фильмов, решение кейсов, встречи с людьми, имеющими инвалидность или ОВЗ, конференции и семинары, викторины, конкурсы, олимпиады, круглые столы и др.

Цель настоящего исследования – обобщение опыта проведения тематической недели, посвященной формированию инклюзивной культуры студентов педагогического колледжа. Особенностью этого мероприятия является комплексный подход, ориентированный на развитие ценностной, мировоззренческой, когнитивно-поведенческой, коммуникативной и деятельностной составляющих инклюзивной культуры студентов.

Материалы и методы исследования

Одной из форм организации деятельности обучающихся в педагогическом колледже является тематическая неделя, представляющая собой систему мероприятий, посвященных актуальной теме. Неделя как методический инструмент позволяет «организовывать и проводить мероприятия с определенной направленностью и в некоей системе, делая их более привлекательными и целесообразными» [6].

Тематическая неделя обеспечивает формирование системы знаний в области инклюзивного образования, приобретение новых навыков и умений, расширение научного кругозора, развитие мотивации и интереса к образовательному процессу в педагогическом колледже, понимание смысла педагогической работы с детьми, имеющими ограниченные возможности здоровья или инвалидность.

Тематическая неделя в педагогической литературе рассматривается как форма учебно-воспитательной работы, интегрирующая творческую и исследовательскую деятельность педагогов и обучающихся. По мнению Т.Г. Самошкиной, главной задачей недели является создание уникальной коммуникативной системы, которая позволяет всем ее

участникам самовыражаться, самоутверждаться и самореализоваться [7].

Тематическая неделя, посвященная проблеме формирования у студентов инклюзивной культуры, имеет ряд особенностей, к которым авторы отнесли: 1) насыщенность образовательной среды, направленной на формирование знаний об инклюзии, инклюзивной культуре; 2) возможность погрузиться в проблему, рассмотреть различные ее аспекты; 3) включение каждого участника в активную познавательную деятельность; 4) развитие мотивации и интереса к инклюзивному образованию; 5) проявление своих творческих способностей; 6) создание условий для осознания необходимости формирования инклюзивной культуры, ее важности для работы в инклюзивной образовательной среде; 7) взаимодействие и сотрудничество, позволяющие сплотить всех участников вокруг проблемы.

Организация и проведение тематической недели осуществляются поэтапно. Первый этап включает выбор актуальной для обучающихся темы, определение и формулировку цели в соответствии с проблемой, осознание ее важности для профессиональной деятельности будущих педагогов инклюзивного образования. Включение студентов в обсуждение и выбор темы позволяет учесть их интересы и потребности в участии в тематической неделе, связанные, в том числе, и с будущими профессиональными запросами, развить мотивацию и привлечь к проведению недели.

На втором этапе осуществляется планирование мероприятий, реализующих его цели и содержание. На этом этапе студенты активно включаются в подготовку необходимых материалов, разработку заданий, развитие идей. Создание атмосферы сотрудничества способствует развитию самостоятельности, творческой активности, коллективной вовлеченности, формированию умений работать в команде, взаимодействовать друг с другом.

Реализация плана мероприятий предполагает использование интерактивных и активных методов, таких как: дискуссии, мастер-классы, тренинги, творческие конкурсы, проекты и иные, взаимосвязь которых не только придает образовательному процессу увлекательность, но и способствует достижению поставленных целей. На третьем этапе подводятся итоги тематической недели, анализируются результаты тестирования и анкетирования студентов, проводится рефлексия.

Безусловно, тематическая неделя – довольно интересный методический инструмент, имеющий целый ряд преимуществ перед традиционными формами об-

учения и воспитания. Во-первых, в рамках ее проведения появляется возможность сплотить студентов вокруг актуальной проблемы, объединить их общей целью, интересами, деятельностью, создать атмосферу сотрудничества и сотворчества. Во-вторых, в течение недели студенты погружаются в проблемы инклюзивного образования, осмысление его ценностей, понимание важности инклюзивной культуры. В-третьих, тематическая неделя позволяет развить креативность обучающихся, вовлечь их в обсуждение особенностей инклюзивного образования, поиск оптимальных решений проблем инклюзии. В-четвертых, тематическая неделя способствует привлечению новых участников, заинтересованных в данной проблеме. Для достижения поставленной цели авторами использовались теоретические (анализ научной литературы по теме исследования, обобщение) и эмпирические (анкетирование, наблюдение, метод интерпретации результатов опроса) методы.

Результаты исследования и их обсуждение

Проведение ежегодной недели инклюзивного образования, участниками которой являются студенты и педагоги, стало традиционным для педагогического колледжа. Востребованность такой формы организации процесса формирования инклюзивной культуры объясняется востребованностью педагогов, готовых к работе в инклюзивном образовании, с одной стороны, и высокими требованиями к уровню их педагогической подготовки – с другой.

Цель организации тематической недели заключается в формировании у будущих учителей начальной школы и воспитателей дошкольных образовательных организаций инклюзивных ценностей, персональных компетенций: личностной направленности на реализацию инклюзивных идей и практик, коммуникабельности, толерантности, уважения разнообразия, сотрудничества, развития инклюзивной культуры.

Достижение цели осуществлялось путем решения следующих задач:

1) расширить знания студентов об особенностях общения с людьми, имеющими инвалидность и ограниченные возможности здоровья (ОВЗ);

2) содействовать усвоению основных этических требований и норм поведения;

3) формировать навыки толерантного отношения к людям с ОВЗ;

4) реализовать социокультурные практики, направленные на развитие инклюзивной культуры, с привлечением всех субъектов образовательного процесса.

План мероприятий для проведения тематической недели
инклюзивного образования «Давайте понимать друг друга»

№	Название мероприятий	Форма проведения
1.	«Повяжи белую ленточку»	Акция
2.	«Мы разные, но мы вместе» «Легко ли быть не таким, как другие...»	Конкурс творческих работ – эссе
3.	«Мир безграничных возможностей»	Онлайн-викторина
4.	«Они добились успеха»	Встречи с людьми с инвалидностью: победителями различных конкурсов, спортсменами, представителями разных профессий, победителями конкурса профессионального мастерства «Абилимпикс»
5.	«Кино без барьеров»	Групповой (коллективный) просмотр студентами колледжей художественных фильмов, которые не только рассказывают о жизни людей с инвалидностью, а наглядно демонстрируют их потенциальные возможности и разнообразие интересов
6.	«Волшебная мультипликация» «Мир чудес»	Мастер-класс для людей с инвалидностью и ОВЗ
7.	«Доступная среда»	Общероссийская акция (тотальный тест)
8.	«Смотри на меня как на равного»	Тренинг для студентов по формированию толерантности
9.	«Готов ли я к инновационной деятельности?»	Анкетирование студентов

Планирование тематической недели основывалось на предварительной диагностике студентов, направленной на определение тех мероприятий, которые вызывали у них интерес и мотивировали к активному участию на всех этапах подготовки и организации тематической недели (таблица).

Одним из мероприятий Недели является организация анкетирования студентов с целью изучения их отношения к проблеме инклюзивного образования, а именно: готовы ли студенты принять его ценности; насколько они толерантны и уважительны к людям с ограниченными возможностями здоровья; есть ли у них потребность в развитии инклюзивной культуры как важной составляющей педагогической культуры и педагогической деятельности.

В анкетировании принимали участие 262 студента 1–4-х курсов. Содержание вопросов анкеты позволило определить степень осведомленности студентов педагогического колледжа в области инклюзивного образования, выявить их отношение к инклюзии.

Подавляющее большинство студентов (72,0%) отмечают, что в своей повседневной жизни редко сталкиваются с людьми, имеющими ограниченные возможности здоровья или инвалидность, при этом 24,0% респондентов стараются избегать общения с ними. Более 65,0% опрошенных не знают или частично знают, что такое инклюзия, из них 45,0% студентов считают проблему инклюзивного образования актуальной. Более

70,0% респондентов согласны с утверждением, что все обучающиеся должны иметь равные права, в том числе на обучение в образовательной организации среднего профессионального образования (колледже). Однако 33,0% из них считают, что студенты с инвалидностью или ограниченными возможностями все-таки должны обучаться отдельно от других студентов в специальных классах или группах.

Одним из важных факторов реализации инклюзивного образования в образовательных организациях общего среднего и дошкольного образования является профессиональная готовность, которая предполагает формирование у будущих педагогов необходимых компетенций. Проведенное авторами анкетирование установило, что только 37,0% респондентов готовы в будущем работать с детьми, имеющими нарушения в физическом и (или) психическом развитии, при этом отмечая, что им необходимо получить определенный уровень профессиональных знаний и навыков, хотя психологически в момент прохождения анкетирования они еще не ощущают своей уверенности в желании в дальнейшем работать с такими детьми.

Около 26,0% опрошенных студентов уверены, что не готовы ни психологически, ни профессионально обучать детей с ОВЗ и инвалидностью. При этом 32,0% считают, что инклюзивное образование полезно условно здоровым студентам, так как развивает толерантность к людям с ограничен-

ными возможностями, пробуждает в них чувство эмпатии, формирует духовно-нравственные качества. В то же время более 6,0% опрошенных с данным утверждением не согласны.

При ответе на вопрос: «Что вы понимаете под инклюзивной культурой педагога?» – только 44,0% студентов раскрыли сущность и содержание данного понятия, остальные затруднились дать исчерпывающий ответ. На вопрос: «Должен ли педагог обладать высоким уровнем инклюзивной культуры?» – утвердительно ответили только 51,0% опрошенных.

Таким образом, результаты анкетирования позволяют сделать вывод о недостаточной готовности будущих педагогов к деятельности в условиях инклюзивного обучения, убеждают в актуальности проблемы инклюзивного образования и необходимости разработки программы, ориентированной на целенаправленное формирование инклюзивной культуры, которая дает студентам возможность овладеть знаниями об инклюзивной культуре; приобрести навыки, необходимые для реализации инклюзивного образования лиц с инвалидностью и ОВЗ в будущей профессиональной деятельности; принять ценности инклюзии, находясь непосредственно в педагогической деятельности; применить знания и практические навыки в процессе обучения детей с инвалидностью и ОВЗ, а также оказать им поддержку и помощь.

Заключение

Таким образом, проблема формирования инклюзивной культуры студентов педагогического колледжа является приоритетным направлением реализации среднего профессионального образования. Одной из форм формирования инклюзивной культуры может быть организация тематической недели, которая позволила бы привлечь внимание обучающихся к проблеме инклюзии, задуматься о своем отношении и готовности к инклюзивной деятельности,

приобрести знания, развить самостоятельность и креативность.

Благодаря организации тематической недели студенты колледжа смогли больше узнать об инклюзивной культуре, о людях разных профессий, имеющих ограничения возможностей здоровья, раскрыть свой потенциал в данном аспекте деятельности. Проведенное мероприятие, включающее участие студентов колледжа, имеющих ограничения возможностей здоровья, способствовало воспитанию толерантного отношения, созданию атмосферы уважения, взаимопонимания и поддержки. Тематическая неделя может стать отличной возможностью для повышения мотивации и интереса к профессиональной подготовке в качестве педагога инклюзивного образования, а также для развития дополнительных навыков и знаний.

Список литературы

1. Полянский А.И., Мартиросян В.Д. Инклюзивная культура в образовательной организации // Научные труды Московского гуманитарного университета. 2018. № 1. С. 68–70.
2. Хитрюк В.В. Инклюзивная готовность педагогов: генезис, феноменология, концепция формирования: монография. Барановичи: БарГУ, 2015. 276 с.
3. Алехина С.В., Шеманов А.Ю. Инклюзивная культура как ценностная основа изменений высшего образования // Развитие инклюзии в высшем образовании: сетевой подход. М., 2018. С. 5–13.
4. Емельянова Т.В., Синявская А.А. Инклюзивная культура будущих педагогов «включенного» образования // Современные тенденции развития науки и технологий: сб. науч. тр. по материалам VII Междунар. науч.-практ. конф., 31 октября 2015 г.: в 10 ч. / под общ. ред. Е.П. Ткачевой. Белгород: ИП Ткачева Е.П., 2015. № 7, часть X. С. 38–41.
5. Правдина О. А., Рассказова А. А. Проблемы готовности участников образовательного процесса к внедрения инклюзивного образования в вузах // XXII Царскосельские чтения: материалы международной научной конференции. СПб.: Ленинградский государственный университет им. А.С. Пушкина, 2018. С. 111–115.
6. Палагута Т. А., Конькова Н. В. Организация и проведение предметной недели: методические рекомендации. 2-е изд. доп и испр. Курск: ОБПОУ «КАТК», 2017. 19 с.
7. Самошкина Т.Г. Предметная неделя как средство развития индивидуальности личности // Педагогическое мастерство: материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Москва, февраль 2014 г.). М.: Буки-Веди, 2014. С. 133–136.

УДК 371
DOI 10.17513/snt.39959

ОЦЕНКА УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ СОЦИАЛЬНО-ЛИЧНОСТНЫХ КАЧЕСТВ У ДЕТЕЙ 5–7 ЛЕТ

Куманина Н.Ю.

*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
Белгород, e-mail: n.cumanina@yandex.ru*

Аннотация. Предметом данного исследования выступает определение уровня оценки сформированности социально-личностных качеств у детей старшего дошкольного возраста. В первой части статьи показана значимость социально-личностных качеств у дошкольников 5–7 лет, проведен научно-теоретический анализ феномена «социально-личностное качество» в психолого-педагогической литературе зарубежных и отечественных авторов. Анализ данного феномена показывает, что необходим индивидуальный подход к оценке и формированию социально-личностных качеств у детей старшего дошкольного возраста, учитывая их возрастные особенности и индивидуальные потребности. Теоретико-методологический анализ проблемы оценки уровня сформированности социально-личностных качеств у детей 5–7 лет позволил определить критерии и показатели социально-личностных качеств у детей старшего дошкольного возраста. Для достижения цели исследования были использованы методики для оценки уровня сформированности социально-личностных качеств у детей 5–7 лет. Результаты исследования показали, что у детей 5–7 лет высокоразвиты следующие компоненты: мотивационно-эмоциональный, коммуникативно-когнитивный, деятельностно-творческий. Представленные результаты эмпирического исследования, проведенного с целью выявления основных аспектов социально-личностных качеств, показывают уровень социальной активности, коммуникативных навыков, эмоциональной устойчивости и других важных качеств у детей дошкольного возраста. Значимость исследования заключается в изучении уровня сформированности социально-личностных качеств у детей старшего дошкольного возраста с целью оптимизации педагогического процесса и поддержки полноценного развития личности ребенка.

Ключевые слова: социальное качество, личностное качество, социально-личностное качество, личность, старший дошкольный возраст

ASSESSMENT OF THE LEVEL OF FORMATION OF SOCIAL AND PERSONAL QUALITIES IN CHILDREN AGED 5–7 YEARS

Kumanina N.Yu.

Belgorod State National Research University, Belgorod, e-mail: n.cumanina@yandex.ru

Annotation. The subject of scientific study of this study is the determination of the level of assessment of the formation of socio-personal qualities in older preschool children. The first part of the article shows the importance of socio-personal qualities in preschoolers aged 5–7 years; a scientific and theoretical analysis of the phenomenon of “socio-personal quality” in the psychological and pedagogical literature of foreign and domestic authors is carried out. The analysis of this phenomenon shows that an individual approach to the assessment and formation of socio-personal qualities in older preschool children is necessary, taking into account their age characteristics and individual needs. The theoretical and methodological analysis of the problem of assessing the level of formation of socio-personal qualities in children aged 5–7 years allowed us to determine the criteria and indicators of socio-personal qualities in older preschool children. To achieve the purpose of the study, methods were used to assess the level of formation of social and personal qualities in children aged 5–7 years. The results of the study showed that the following components are highly developed in children aged 5–7 years: motivational-emotional, communicative-cognitive, activity-creative. The presented results of an empirical study conducted to identify the main aspects of socio-personal qualities show the level of social activity, communication skills, emotional stability and other important qualities in preschool children. The significance of the study is to study the level of formation of socio-personal qualities in older preschool children in order to optimize the pedagogical process and support the full development of the child’s personality.

Keywords: social quality, personal quality, social and personal quality, personality, older preschool age

Современное дошкольное «образование, ориентированное на личность ребенка, предполагает освоение окружающего мира не как изолированной объективной реальности от человека, а как взаимосвязанного, взаимозависимого, целостного мира природы и внутреннего мира человека» [1]. В старшем дошкольном возрасте у детей преобладают следующие социально-личностные качества: «1) ориентация в социальных категориях; 2) понимание необходимости со-

блюдать общепринятые традиции и нормы общества; 3) осознание ценностей человеческих отношений; 4) стремление к установлению связей с окружающими людьми; 5) проявление интереса к сверстникам, родителям, педагогам» [2]. Следует подчеркнуть, что «старший дошкольный возраст является одним из важных этапов в дошкольном детстве» [2]. Сформированность социально-личностных качеств у детей старшего дошкольного возраста проявляет-

ся в обогащении социального и личностного опыта детей, формировании собственного мнения и социальной уверенности.

Методологическая проблема сформированности социально-личностных качеств у детей старшего дошкольного возраста широко исследуется в отечественной и зарубежной психолого-педагогической литературе. Анализ литературы по проблеме исследования обусловил необходимость установления взаимосвязи между понятиями «социальное качество», «личностное качество» и их влияние на формирование личности ребенка в возрасте 5–7 лет.

В концепции европейского исследователя А. Волкера под социальным качеством понимается «степень, в которой люди способны участвовать в социальной и экономической жизни сообществ на условиях, способствующих повышению их благосостояния и индивидуальных возможностей» [3].

В научно-исследовательской статье Е.Е. Шестаковой отмечается, что социальное качество стремится «соединить и качество жизни, и качество общества (качество социальных отношений) в единую модель» [4].

Т.П. Лобзина в психолого-педагогическом исследовании «Формирование социальных качеств старших дошкольников и младших школьников в семье» показала значимость и сущность социальных качеств детей старшего дошкольного возраста [5]. «Социальные качества детей дошкольного возраста – это базисные характеристики личности, определяющие состояние социального развития (активность, инициативность, самостоятельность, произвольность поведения, умение взаимодействовать, сотрудничать, осуществлять самооценку, позитивный эмоциональный настрой» [5].

Проблемой личностного становления ребенка дошкольного возраста занимались К.Д. Ушинский, П.Ф. Каптерев, П.Ф. Лесгафт, К.Н. Вентцель, Л.К. Шлегер, С.Т. Шацкий, Е.А. Аркин, В.А. Сухомлинский. На основе достижений русских педагогов-гуманистов были изучены концептуальные положения личностного становления дошкольника в возрасте 5–7 лет.

В педагогическом словаре Г.М. Коджаспирова качества личности определяются как «сложные социально и биологически обусловленные структурные компоненты личности, вбирающие в себя психические процессы, свойства, образования, устойчивые состояния и предопределяющие устойчивое поведение личности в социальной и природной среде» [6].

Многолетние исследования Л.И. Божович по проблемам формирования личности ребенка раскрывают условия и движущие

силы формирования личности ребенка. Л.И. Божович к движущим силам формирования личности дошкольника относит личностные качества. «Личностные качества – это психологические характеристики личности, проявляющиеся через отношения к окружающему и к самому себе в поведении и деятельности человека» [7].

При изучении теоретической базы по проблеме оценки уровня сформированности социально-личностных качеств у детей старшего дошкольного возраста было выявлено, что «социально-личностные качества дошкольника 5–7 лет – это компоненты личности, предопределяющие ее устойчивое поведение в социокультурной среде жизнедеятельности» [7]. Проведенный анализ зарубежной и отечественной психолого-педагогической литературы позволил выделить основные социально-личностные качества ребенка старшего дошкольного возраста:

1) эмоциональный интеллект – умение распознавать, понимать и контролировать свои эмоции, а также эмпатия и умение создавать и поддерживать положительные отношения с другими людьми;

2) саморегуляция – умение контролировать свое поведение, эмоции и воспитывать терпение, а также развитие стратегий преодоления трудностей и усидчивости в достижении поставленных целей;

3) способность к взаимодействию и сотрудничеству с другими – умение слушать, выражать свои мысли и идеи, уважение к мнению других и готовность работать в команде.

Необходимо отметить, что «социально-личностные качества детей старшего дошкольного возраста обусловлены не только возрастом ребенка, но и его развитием, социализацией и воспитанием, а также особенностями социокультурной среды» [7].

Необходимо отметить, что понятия «социальное качество» и «личностное качество» взаимосвязаны и взаимодополняют друг друга. С одной стороны, социальное качество относится к отношениям ребенка старшего дошкольного возраста с окружающими людьми, включая семью, друзей и педагогов. С другой стороны, личностное качество связано с внутренними чертами личности, такими как уверенность, доброта, ответственность.

Большое значение для формулирования концепции исследования имеет федеральный государственный образовательный стандарт дошкольного образования. В федеральном государственном образовательном стандарте дошкольного образования обозначены «аспекты социально-личностного воспитания:

1) повышение социального статуса дошкольного образования; формирование общей культуры личности детей, в том числе ценностей здорового образа жизни, развитие их социальных, нравственных, эстетических, интеллектуальных, физических качеств, инициативности, самостоятельности и ответственности ребенка, формирование предпосылок учебной деятельности;

2) формирование социокультурной среды, соответствующей возрастным, индивидуальным, психологическим и физиологическим особенностям детей;

3) объединение обучения и воспитания в целостный образовательный процесс на основе духовно-нравственных и социокультурных ценностей и принятых в обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества;

4) формирование общей культуры личности детей, в том числе ценностей здорового образа жизни, развитие их социальных, нравственных, эстетических, интеллектуальных, физических качеств, инициативности, самостоятельности и ответственности ребенка, формирование предпосылок учебной деятельности» [8].

Материалы и методы исследования

Детям старшего дошкольного возраста был предложен следующий диагностический материал для определения уровня сформированности социально-личностных качеств у детей 5–7 лет: методика «Лесенка» (вариант Я.Л. Коломинского, М.И. Лисиной), методика «Социальная активность детей дошкольного возраста» В.Г. Мараловой, В.И. Ситаровой, методика «Сюжетные картинки» Р.М. Калининой. Выбранные методики для диагностики уровня сформированности социально-личностных качеств у детей 5–7 лет позволяют выявить следующее: 1) представления ребенка о том, как он оценивает себя сам, как, по его мнению, его оценивают другие люди и как соотносятся эти представления между собой; 2) нравственные нормы (щедрость, отзывчивость, дружелюбие, аккуратность); 3) анализ личности и ее место в обществе, социальную активность ребенка.

В исследовании приняли участие 498 детей в возрасте от 5 до 7 лет. Анализ оценки уровня сформированности социально-личностных качеств у детей 5–7 лет проводился при помощи методов количественной оценки педагогических явлений.

Результаты исследования и их обсуждение

На основании исследований А.Р. Уразовой можно выделить следующие критерии

уровня сформированности социально-личностных качеств у детей старшего дошкольного возраста: «мотивационно-эмоциональный компонент, коммуникативно-когнитивный компонент, деятельностно-творческий компонент. Каждый компонент (мотивационно-эмоциональный, коммуникативно-когнитивный, деятельностно-творческий) оценивался тремя уровнями: оптимальный, допустимый, недопустимый. Оптимальный уровень – 3 балла, допустимый уровень – 2 балла, недопустимый – 1 балл. Максимальная оценка по всем критериям составила 18 баллов. Шкала оценок была разделена на 4 оценочных уровня: 1–3 баллов – недопустимый уровень; 4–6 – допустимый уровень; 7–9 баллов – оптимальный уровень социально-личностных качеств личности» [9].

Для выявления мотивационно-эмоционального компонента социально-личностных качеств у детей 5–7 лет была использована методика «Лесенка» (вариант Я.Л. Коломинского, М.И. Лисиной). Данная методика помогает выявить следующее: 1) представления ребенка о том, как он оценивает себя сам, как, по его мнению, его оценивают другие люди и как соотносятся эти представления между собой; 2) насколько ребенок готов к взаимодействию с другими людьми, насколько он умеет справляться с различными жизненными ситуациями, а также насколько развиты его эмоциональные и коммуникативные навыки.

Детям 5–7 лет раздается бланк с нарисованной лесенкой. Лесенка состоит из семи ступенек. Ребенку предлагается несколько вариантов расположения фигурки: «1) поместить фигурку на ту ступеньку, которой соответствует он сам; 2) расположить фигурку на ту ступеньку, куда, по его мнению, его поставит педагог, мама, друзья. На первой ступеньке стоят самые хорошие ребята, на второй и третьей ступеньке – хорошие, на четвертой ни плохие, ни хорошие ребята, на пятой и шестой ступеньке плохие, на седьмой ступеньке – самые плохие» [10]. Для выявления уровня сформированности социально-личностных качеств у детей старшего дошкольного возраста ребенку предлагается поместить фигурку (мальчика или девочки) на одну из семи ступенек. Затем педагог проводит беседу с испытуемым и выясняет, почему ребенок расположил фигурку именно на этой ступеньке.

В процессе анализа результатов было выявлено, что у большинства детей допустимый уровень составляет 43 %, оптимальный уровень выявлен у 31 % детей, недопустимый уровень показали 26 % дошкольников.

В ходе анализа полученных данных было выявлено, что у детей 5–7 лет сформированности

ровано положительное отношение к себе, умение оценивать себя и свою деятельность. На 4–6 ступени ставили себя дети, имеющие определенную психологическую проблему (заниженная самооценка, проблемы во взаимоотношениях в семье). Стоит отметить, что недопустимый уровень не всегда свидетельствует о низкой самооценке детей 5–7 лет. Во время проведения диагностики у испытуемого может ситуативно занижаться самооценка. На заниженную самооценку может повлиять ссора с другом, замечание мамы, неудачно нарисованный рисунок.

Следующий компонент, коммуникативно-когнитивный был проанализирован с помощью методики «Социальная активность детей дошкольного возраста» В.Г. Мараловой, В.И. Ситаровой. Данная методика позволяет выявить социальную активность детей 5–7 лет, а именно стремление к самостоятельным действиям, приводящим к общественно значимым результатам.

Данная методика основана на наблюдении за поведением детей и их взаимодействием с окружающими. Благодаря диагностическому инструментарию, который предложен в методике, можно выявить, насколько активно ребенок проявляет социальные навыки в общении с другими детьми и взрослыми, насколько он готов к сотрудничеству и взаимопомощи.

В результате диагностики полученных данных было выявлено, что оптимальный уровень прослеживается у 53% детей. Ребенок эффективно взаимодействует со средой, ориентируется в выборе социального поведения в детской и окружающей среде, свободно входит в систему общения и социального поведения.

Допустимый уровень был выявлен у 32% дошкольников. Данный показатель свидетельствует о том, что ребенок в процессе общения не проявляет эмоции переживания, восторга и разочарования, но стоит отметить, что компетентен в нормах социального поведения, знает, «что такое хорошо и что такое плохо».

Недопустимый уровень наблюдается у 15% детей в возрасте от 5 до 7 лет. Полученный результат свидетельствует о том, что ребенок не ориентируется в выборе социального поведения в детской и окружающей среде, не умеет свободно входить в систему общения и социального поведения, испытывает трудности при проявлении социальных качеств.

В целом при диагностике коммуникативно-когнитивного компонента в рамках социально-личностных качеств у детей 5–7 лет обнаруживается положительная динамика. Результаты методики «Социальная

активность детей дошкольного возраста» позволяют проанализировать и увидеть индивидуальные особенности сформированности социально-личностных качеств детей дошкольного возраста, взаимоотношения со средой, поведенческие проблемы.

В результате исследования был изучен третий компонент социально-личностных качеств у дошкольников старшего возраста, деятельностно-творческий, с помощью диагностической методики «Сюжетные картинки» Р.М. Калининой. Методика «Сюжетные картинки» представляет собой специальные картинки, которые отображают различные ситуации из жизни детей. Ребенку старшего дошкольного возраста предлагается рассказать историю, вдохновленную данными картинками. По этой истории можно судить о развитии у ребенка социально-личностных качеств, его воображении, эмоциональном и языковом развитии.

Для определения уровня социально-личностных качеств дошкольникам необходимо было выбрать картинки, на которых дети ведут себя хорошо и плохо. Картинки предлагались попарно (щедрость – жадность, отзывчивость – равнодушие, дружелюбие – конфликтность, аккуратность – неаккуратность). После показа каждой пары картинок детям дошкольного возраста задавался вопрос: «Почему ты так думаешь?»

Апробация полученных результатов методики «Сюжетные картинки» показывает, что дети в возрасте от 5 до 7 лет имеют разные уровни сформированности деятельностно-творческого компонента социально-личностных качеств. «Оптимальный уровень наблюдается у 64% детей, допустимый уровень продемонстрировали 19%, недопустимый уровень – 17%» [10].

Обобщив полученные данные методики «Сюжетные картинки», выявили, что «у дошкольников прослеживается низкая сформированность мотивационно-эмоционального компонента социально-личностных качеств. Во время проведения диагностики дошкольники правильно раскладывали картинки, но эмоциональные реакции при оценке поступков были слабо выражены» [10]. Можно предположить, что у детей 5–7 лет не сформированы представления о правилах и нормах поведения, характере детских взаимоотношений. Исследование показало, что дети не всегда готовы к целеполаганию и планированию собственных действий, что свидетельствует о недостаточной самостоятельности дошкольников.

Результаты комплексной диагностики уровня социально-личностных качеств у детей старшего дошкольного возраста позволили выявить, что у испытуемых прослежи-

вается высокий уровень сформированности мотивационно-эмоционального компонента (43%), коммуникативно-когнитивного компонента (53%), деятельностно-творческого компонента (64%).

Заключение

Старший дошкольный возраст играет ключевую роль в формировании социальных и личностных черт, которые могут оказать значительное влияние на последующие жизненные устремления и отношения.

Предложенный диагностический материал: методика «Лесенка» (вариант Я.Л. Коломинского, М.И. Лисиной), методика «Социальная активность детей дошкольного возраста» В.Г. Мараловой, В.И. Ситаровой, методика «Сюжетные картинки» Р.М. Калининой – является эффективным инструментом для определения оценки уровня сформированности социально-личностных качеств у детей старшего дошкольного возраста. Методики позволяют более точно и всесторонне оценить социальные навыки, эмоциональное и коммуникативное развитие детей, а также выявить их готовность к взаимодействию с окружающим миром.

Проведенное исследование показывает, что социально-личностные качества включают в себя широкий спектр навыков и характеристик, которые формируются в социальных взаимодействиях и определяют способы, которыми дети общаются и взаимодействуют с окружающими. Эти качества являются основополагающими для успешного адаптивного поведения в обществе и эмоционального благополучия.

Итак, оценка уровня сформированности социально-личностных качеств у дошкольников старшего возраста показала, что комплекс этих качеств оказывает влияние на эмоциональное состояние и отношения детей

с окружающими. Представленные методики в исследовании помогают выявить области, требующие поддержки социально-личностных качеств у детей старшего дошкольного возраста, а также способствуют созданию благоприятной среды для их дальнейшего роста и успеха.

Список литературы

1. Сажина С.Д. Интегрированный подход как основа проектирования содержания дошкольного образования: монография. Сыктывкар: Изд-во СГУ им. П. Сорокина, 2015. 176 с.
2. Уразова А.Р. Педагогическое сопровождение социально-личностного развития детей дошкольного возраста: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Челябинск, 2016. 22 с.
3. Волкер А. Принципы развития европейской социальной модели: минимальные стандарты или социальное качество // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 11–1 (65). С. 58–61.
4. Бобков В.Н., Дегтярев Г.П. От социального обеспечения к социальному качеству: о научном творчестве Валентина Дементьевича Роица // Уровень жизни населения регионов России. 2021. № 1. С. 143–153.
5. Лобзина Т.П. Формирование социальных качеств старших дошкольников и младших школьников в семье: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Челябинск, 2021. 24 с.
6. Карабанова О.Н., Трескин М.Ю., Хабарова Е.Н. Характеристика понятия «социально значимые качества личности» // Проблемы современного педагогического образования. 2018. № 79 (4). С. 137–138.
7. Ширина О.А. Перечень личностных качеств младших школьников // Молодой ученый. 2017. № 32 (166). С. 108–112.
8. Приказ Министерства образования и науки РФ от 17 октября 2013 г. № 1155 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта дошкольного образования» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/70512244> (дата обращения: 02.03.2024).
9. Уразова А.Р. Модель педагогического сопровождения социально-личностного развития детей дошкольного возраста // Вестник Бурятского государственного университета. 2014. № 3. С. 151–155.
10. Шкуричева Н.А. Трудности общения у младших школьников и способы их преодоления // Начальная школа. 2014. № 9. С. 7–11.

УДК 378.6
DOI 10.17513/snt.39960

РЕФЛЕКСИВНО-ЦЕННОСТНЫЙ КОМПОНЕНТ ВОЕННО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ МОТИВАЦИИ КУРСАНТОВ ВУЗОВ РОСГВАРДИИ

Лымарев В.Н.

*ФГКВООУ ВО «Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации»,
Пермь, e-mail: vitaliy_1981_03@mail.ru*

Аннотация. Раскрываются теоретические положения, обуславливающие сущность содержательного наполнения рефлексивно-ценностного компонента военно-профессиональной мотивации. Опираясь на исследования ряда ученых, представленных в работе, определены специфические требования к структуре личности современного офицера войск национальной гвардии, выступающего эталоном профессионала, посредством выявления ценностного содержания процесса формирования структуры личности. Терминальные военно-профессиональные ценности, выступающие детерминантой профессиональной активности обучающихся военных учебных заведений, способствуют достижению личностных профессиональных целей. Содержательное наполнение терминальных военно-профессиональных ценностей консолидирует ценности общего и военно-профессионального характера. Инструментальные военно-профессиональные ценности обуславливают успешное освоение выбранной профессии военнослужащего и достижение высоких результатов профессионализма. Содержательное наполнение инструментальных военно-профессиональных ценностей включает ценности, связанные с жизненными целями курсантов и с целями военно-профессиональной деятельности. Процесс интеграции личностных и военно-профессиональных ценностей и смыслов направлен на приобщение к традициям, ценностям, патриотизму военно-профессионального сообщества, выступающего важнейшей целью формирования структуры личности курсанта войск национальной гвардии, и включает в себя личностные и военно-профессиональные ценности. Результаты рассмотрения содержательного наполнения рефлексивно-ценностного компонента военно-профессиональной мотивации способствуют выстраиванию личностной структуры будущего офицера войск национальной гвардии, способной к успешному выполнению задач в любой обстановке.

Ключевые слова: военно-профессиональная мотивация, курсанты вузов Росгвардии, инструментальные и терминальные военно-профессиональные ценности, интеграция личностных и военно-профессиональных ценностей и смыслов

REFLECTIVE-VALUES COMPONENT OF MILITARY PROFESSIONAL MOTIVATION OF RUSSIAN GUARDIAN UNIVERSITY CADET STUDENTS

Lymarev V.N.

*Perm Military Institute of the National Guard Troops of the Russian Federation,
Perm, e-mail: vitaliy_1981_03@mail.ru*

Annotation. Theoretical provisions are revealed that determine the essence of the content of the reflexive-value component of military-professional motivation. Based on the research of a number of scientists presented in the work, specific requirements for the personality structure of a modern officer of the National Guard troops, who serves as the standard of a professional in his field, are determined by identifying the value content of the process of forming the personality structure. Terminal military-professional values, which act as a determinant of the professional activity of students in military educational institutions, contribute to the achievement of personal professional goals. The content of terminal military-professional values consolidates values of a general and military-professional nature. Instrumental military-professional values determine the successful development of a military personnel's chosen profession and the achievement of high professional results. The content of instrumental military-professional values includes values associated with the life goals of cadets and with the goals of military-professional activity. The process of integration of personal and military-professional values and meanings is aimed at introducing the traditions, values, and patriotism of the military-professional community, which is the most important goal of forming the personality structure of a cadet of the National Guard troops and includes personal and military-professional values. The results of considering the content of the reflexive-value component of military-professional motivation contribute to building the personal structure of the future National Guard officer, capable of successfully performing tasks in any situation.

Keywords: military-professional motivation, cadets of universities of the Russian Guard, instrumental and terminal military-professional values, integration of personal and military-professional values and meanings

Кардинально новый подход к военно-профессиональной подготовке курсантов вузов Росгвардии, обусловленный современными требованиями к офицеру силовой структуры, определяет ключевой вектор ориентации на мотивационную сферу

личности, обладающей устойчивыми ценностно-смысловыми ориентациями и немедлительной готовностью к выполнению воинского долга. Мотивационная сфера личности, выступающая фундаментальной основой формирования военно-професси-

ональной мотивации, обуславливает процесс функционирования таких личностных свойств субъектов образовательной деятельности, как установки, эмоции, направленность, управление и другие психологические характеристики, ориентированные на управление рассматриваемого феномена через осознание профессионального интереса, удовлетворенность результатами индивидуальной профессиональной деятельности, а также через соотношение внутренних и внешних мотивов [1]. Социальная трансформация ценностных ориентаций современной молодежи, выступая такими приоритетными целями, как сохранение исторических ценностей, формирование новых ценностей в рамках обеспечения безопасности социума, находит свое отражение и в вопросе повышения престижа воинской службы в Росгвардии, задавая условия для формирования устойчивой и целостной структуры личности субъекта образовательного процесса силовой структуры, в том числе посредством интеграции профессиональных и военно-профессиональных ценностей, смыслов и личностных качеств, выступающих фундаментальной основой военно-профессиональной мотивации. Военно-профессиональная мотивация, успешно сформированная в период обучения курсантов в вузе Росгвардии, обеспечивает эффективность последующей военно-профессиональной деятельности, высокий уровень профессионализма, выступающего гарантом обеспечения национальной безопасности, результативность гибких личностных качеств, посредством способности к адаптации к любым условиям обстановки с целью успешного выполнения служебно-боевых задач.

Цель исследования – определить сущность содержания рефлексивно-ценностного компонента феномена военно-профессиональной мотивации курсантов силовой структуры и представить функциональность выявленных составляющих.

Материалы и методы исследования

Анализ нормативно-правовой, методической и научной литературы, обобщение исходных данных, определение выводов, представление содержательного наполнения рефлексивно-ценностного компонента феномена военно-профессиональной мотивации курсантов вузов Росгвардии.

Результаты исследования и их обсуждение

Одним из оснований разработки содержательной модели военно-профессиональной мотивации курсантов вузов Росгвардии вы-

ступает идея о том, что применение рефлексивно-ценностного компонента обуславливает эффективность процесса консолидации профессиональных и военно-профессиональных ценностей, формирования рефлексивно-ценностных ориентаций структуры личности будущего защитника Отечества.

Рассмотрим содержательное наполнение представленного компонента военно-профессиональной мотивации, включающего терминальные военно-профессиональные ценности, инструментальные военно-профессиональные ценности и интеграцию личностных и военно-профессиональных ценностей и смыслов.

Исследования авторов А.А. Алехина, В.С. Альметьевой, А.А. Мошкиной, А.В. Петкина, О.А. Полякова и др., посвященные специфическим особенностям службы в Росгвардии, а также обучению в вузах силовой структуры, способствуют выявлению требований, предъявляемых к личностным качествам офицеров Росгвардии, а также ведущих мотивов и ценностей, обуславливающих успешность прохождения военной службы.

Терминальные военно-профессиональные ценности

Данные ценности детерминируют социальную, образовательную и военно-профессиональную активность курсантов, как субъектов деятельности, направленной на достижение личностных и профессиональных целей. Курсант при этом выступает субъектом целеполагания, способным определять собственные образовательные и профессиональные цели, он способен ориентироваться в средствах их достижения, управлять ресурсом собственного образовательного и военно-профессионального потенциала [2]. Терминальные ценности связаны с осознанным выбором курсантом своей будущей деятельности, престижем военной профессии, доминированием мотивов саморазвития и самосовершенствования в ней, приоритетом ценностей духовности и гражданственности у курсантов [3].

К группе терминальных ценностей курсантов вузов Росгвардии можно отнести активную жизненную позицию, мудрость, интерес к военной профессии, общественное признание, престиж профессии военного, саморазвитие, уверенность в себе и профессиональном будущем, познание, продуктивность в профессии [4]. Терминальные ценности включены в ценностный мир личности курсанта, которая «видит, запоминает, вспоминает, принимает решения, воспринимает, мыслит и переживает через призму собственных терминальных ценностей» [5, с. 18].

Таблица 1

Содержательное наполнение формирования терминальных военно-профессиональных ценностей курсантов вузов Росгвардии

Терминальные ценности общего характера	Терминальные ценности военно-профессионального характера
<ul style="list-style-type: none"> – потребность проявления лидерских качеств; – построение профессиональной карьеры; – защита чести и достоинства человека; – процветание и безопасность страны; – профессиональный интерес; – патриотизм и преданность Отечеству; – обеспечение безопасности государства и общества 	<ul style="list-style-type: none"> – верность присяге и воинскому долгу; – профессиональный интерес; – воинское товарищество и готовность к взаимопомощи; – ответственность за жизнь подчиненных; – толерантность к этнокультурным различиям; – необходимость действий по Уставу; – престижность военной профессии; – потребность в сохранении порядка и дисциплины; – построение профессиональной карьеры – возможность командования военнослужащими

Таким образом, терминальные военно-профессиональные ценности курсантов детерминируют их способность к целеполаганию, интерес к военной профессии и ее престиж для них, потребность в саморазвитии и самосовершенствовании в военно-профессиональной среде.

Терминальные военно-профессиональные ценности курсантов Росгвардии, как ценности-цели, «связаны со смысловой основой их военно-профессиональной деятельности, обуславливают профессиональные идеалы и специфику поведения будущих офицеров, предполагают смысловую и эмоциональную нагрузку, связанную с прохождением воинской службы» [6, с. 161].

В результате анализа источников научной литературы в табл. 1 представлено содержательное наполнение формирования терминальных военно-профессиональных ценностей курсантов вузов Росгвардии.

Терминальные военно-профессиональные ценности связаны с усвоением роли руководителя коллектива подчиненных в военной среде, поддержания их боевого духа, примера мужества и бесстрашия [7]. Терминальные ценности связывают общественные, личностные и военно-профессиональные ценностные ориентации курсантов, подразумевают их четкую иерархию [7]. Сформированность терминальных ценностей подразумевает непротиворечивость и цельность поведенческих реакций курсантов, совпадение личностных и военно-профессиональных целей, умение структурировать жизненные и служебные ситуации [8].

Инструментальные военно-профессиональные ценности

Инструментальные ценности выступают основой направленности мировоззрения

личности курсантов, обуславливая наивысший уровень направленности личности, в данном случае направленности на военно-профессиональную деятельность. Инструментальные военно-профессиональные ценности – это морально-этические средства достижения образовательных и профессиональных целей курсантов вузов Росгвардии. Инструментальные военно-профессиональные ценности позволяют консолидировать физиологический и психический потенциал курсантов вуза Росгвардии на освоение профессии офицера и достижение значительных результатов в военной деятельности [9]. Процесс формирования инструментальных ценностей курсантов Росгвардии связан с осознанием значимости военно-профессиональной деятельности для общества, большой и малой Родины, с формированием внутренних убеждений, связанных с причастностью к военной среде [10].

В результате анализа источников научной литературы в табл. 2 представлено содержательное наполнение формирования инструментальных военно-профессиональных ценностей курсантов вузов Росгвардии.

Инструментальные ценности курсантов во многом взаимосвязаны с их личностной и профессиональной устойчивостью, что обеспечивает успешное выполнение служебных обязанностей в стрессовой и эмоциональной обстановке [5]. Инструментальные военно-профессиональные ценности имеют для курсантов смысло-жизненный характер, это обусловлено тем, что «деятельность войск Росгвардии имеет выраженный деонтологический характер, что определяет значимость ее духовных, нравственных и морально-этических оснований» [11, с. 130].

Таблица 2

Содержательное наполнение формирования инструментальных военно-профессиональных ценностей курсантов вузов Росгвардии

Инструментальные ценности, связанные с жизненными целями курсантов	Инструментальные ценности, связанные с целями военно-профессиональной деятельности:
<ul style="list-style-type: none"> – активность; – целеустремленность; – ответственность; – дисциплинированность; – требовательность; – справедливость; – решительность и самообладание; – самоотверженность и готовность к самопожертвованию; – любовь к Родине 	<ul style="list-style-type: none"> – необходимость поддержания мира; – потребность поддержания справедливости и правопорядка; – возможность принесения пользы людям; – гражданская ответственность; – потребность проявлять законопослушание и порядочность; – потребность проявления социальной зрелости

Подводя итоги вышесказанного, отметим, что инструментальные военно-профессиональные ценности носят для курсантов смысло-жизненный характер, способствуют осознанию значимости военно-профессиональной деятельности для общества, успешному выполнению служебных обязанностей в сложной и эмоциогенной обстановке.

*Интеграция личностных
и военно-профессиональных
ценностей и смыслов*

Процесс интеграции складывается в период обучения курсантов в вузе Росгвардии и выступает основой для успешного процесса профессиональной идентичности с военной профессией, механизмом вхождения курсантов в военно-профессиональное сообщество [12]. Интеграция личностных и военно-профессиональных ценностей и смыслов выступает основой профессионального мировоззрения курсантов, является ядром их

военно-профессиональной мотивации, позволяет найти личностный смысл в будущей военной профессии [6]. Личностные и военно-профессиональные ценности и смыслы регламентируют образовательную и служебную деятельность курсантов, выступают основой для формирования устойчивой мотивации успешности в ней.

Процесс интеграции личностных и профессиональных ценностей связан с осознанием необходимости реализации военно-профессиональной деятельности с опорой на эталоны нравственности, гражданственности и патриотизма, ориентацией на реализацию личностного потенциала в ней [9].

В процессе профессионального самоопределения курсантов вузов Росгвардии ценности и смыслы военно-профессиональной деятельности сравниваются с их личностными актуальными и потенциальными возможностями, а в дальнейшем интегрируются с ними.

Таблица 3

Содержательное наполнение интеграции личностных и военно-профессиональных ценностей и смыслов курсантов вузов Росгвардии

Личностные ценности	Военно-профессиональные ценности
<ul style="list-style-type: none"> – долг и честь; – совесть; – справедливость и принципиальность; – патриотизм; – трудолюбие и добросовестность; – правопослушность и неподкупность; – коллективизм и сотрудничество; – общительность и вежливость; – решительность; – неконфликтность; – устойчивая идеология; – гуманность 	<ul style="list-style-type: none"> – самоотверженность и готовность к самопожертвованию; – любовь к Родине; – необходимость поддержания мира; – потребность поддержания справедливости и правопорядка; – возможность принесения пользы людям; – гражданская ответственность; – профессиональный интерес; – престижность военной профессии – профессиональные идеалы; – потребность проявления лидерских качеств; – построение профессиональной карьеры; – ответственность за жизнь подчиненных; – толерантность к этнокультурным различиям; – необходимость действий по Уставу

Военно-профессиональные ценности и смыслы выступают не только как характеристики личности, но и как ведущий фактор реализации личностного и профессионального потенциала будущего офицера в военно-профессиональной деятельности [13].

В результате анализа источников научной литературы в табл. 3 представлено содержательное наполнение интеграции личностных и военно-профессиональных ценностей и смыслов курсантов вузов Росгвардии.

Процесс интеграции личностных и военно-профессиональных ценностей и смыслов курсантов предполагает формирование их идеологических представлений, связанных с деятельностью будущих офицеров Росгвардии, а именно патриотизмом, потребностью в поддержании правопорядка, безопасности граждан и общества. Интеграция также связана с формированием профессионального мировоззрения курсантов, основанных на морально-нравственных ценностях, чувстве долга и военных принципах [13].

Таким образом, интеграция личностных и военно-профессиональных ценностей и смыслов курсантов выступает основой их профессионального мировоззрения, является ядром военно-профессиональной мотивации, а также позволяет найти личностный смысл в будущей военной профессии.

Заключение

Профессия офицера Росгвардии предъявляет высокие требования к убеждениям, ценностям и смыслам и включает широкое поле профессиональных знаний, ценностно-нравственных ориентаций и гражданские качества, что подтверждает значимость их военно-профессиональной мотивации.

Таким образом, представленная в работе классификация военно-профессиональных ценностей, выступающих содержательным наполнением рефлексивно-ценностного компонента, способствует изучению проблемы формирования военно-профессиональной мотивации курсантов Росгвардии через призму ценностей профессиональной деятельности, определению специфических педагогических ценностей, являющимися ориентирами профессиональной активности курсантов, обуславливая качественное и успешное выполнение задач по предназначению будущими офицерами, осознающими общественную ценность своей деятельности по предназначению и реализующими свои способности при качественном, эффективном выполнении должностных и специальных обязанностей в любой обстановке.

Инструментальные военно-профессиональные ценности носят для курсантов смысло-жизненный характер, способствуют осознанию значимости военно-профессиональной деятельности для общества, успешному выполнению служебных обязанностей в сложной и эмоциональной обстановке.

Терминальные военно-профессиональные ценности курсантов вузов Росгвардии связаны с престижем военной профессии, доминированием мотивов саморазвития и самосовершенствования в ней, подразумевает непротиворечивость и цельность поведенческих реакций курсантов, совпадение личностных и военно-профессиональных целей.

Интеграция личностных и военно-профессиональных ценностей и смыслов курсантов предполагает формирование их идеологических представлений, направленных на освоение будущей профессиональной деятельности офицеров Росгвардии, выступает основой профессионального мировоззрения, является ядром военно-профессиональной мотивации, позволяет найти личностный смысл в будущей военной профессии.

Список литературы

1. Лымарев В.Н., Уварина Н.В. Применение аксиологического подхода к проблеме формирования профессиональной мотивации военнослужащих Росгвардии // Инновационное развитие профессионального образования. 2022. № 3 (35). С. 72–81.
2. Шамионов Р.М., Бочарова Е.Е., Невский Е.В. Характеристики личности и активности студентов как предикторы степени реального и предпочтительного участия в образовательно-развивающей деятельности // Перспективы науки и образования. 2022. № 1 (55). С. 477–490. DOI: 10.32744/pse.2022.1.30.
3. Яницкий М.С. Система ценностных ориентаций личности и социальных общностей: структурно-динамическая модель и ее применение в психологических исследованиях и психологической практике // Вестник Кемеровского государственного университета. 2020. Т. 22, № 1 (81). С. 194–206.
4. Утюганов А.А., Фролова Л.В. Терминальные и инструментальные ценности курсантов военного института (на примере Новосибирского военного института войск национальной гвардии Российской Федерации) // Мир науки. Педагогика и психология. 2020. Т. 8, № 1. С. 57.
5. Наволокин И.И. Проблемы воспитания мотивационно-ценностного отношения учащихся старших классов к военной профессии и военной службе // Мир науки, культуры, образования. 2021. № 3 (88). С. 85–87. DOI: 10.24412/1991-5497-2021-388-85-87.
6. Савченков А.В., Уварина Н.В. Определение содержания мотивационно-ценностного компонента готовности будущих педагогов к воспитательной деятельности // Science for Education Today. 2021. Т. 11, № 2. С. 55–79. DOI: 10.15293/2658-6762.2102.03.
7. Суховеева О.И., Каршина И.Е. Восприятие служения как ценности в условиях внедрения принципов клиентоцентричности в государственном управлении. Анализ проблемы и пути решения // Научное мнение. 2022. № 11. С. 70–73. DOI: 10.25807/22224378_2022_11_70.

8. Ажиев М.В. Мотивация как основная функция овладения профессией // Мир науки, культуры, образования. 2018. № 4 (71). С. 317–319.
9. Шориков Е.В., Наумлюк А.Г. Мотивация как фактор успешности обучения в военном вузе // Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук. 2018. Т. 12, № 9. С. 94–97.
10. Федосеева И.А., Бушуев А.Ю. Роль мотивации в профессиональной подготовке военнослужащих // Философия образования. 2020. Т. 20, № 4. С. 141–152. DOI: 10.15372/PHE20200410.
11. Шевченко Н.Н., Колесов В.И., Смолонская А.Н. Акмеологический подход к профессиональной подготовке будущего учителя // Вестник Череповецкого государственного университета. 2020. № 6 (99). С. 206–216.
12. Сенько Ю.В., Фроловская М.Н., Шкунов В.Г. Гуманитарные основы модернизации непрерывного образования // Мир науки, культуры, образования. 2009. № 4. С. 192–196.
13. Ляхова Е.Г., Цацкина Е.П. Интенсификация учебной мотивации при обучении иностранному языку студентов-нелингвистов // Вестник Московского государственного лингвистического университета. 2018. № 6 (814). С. 89–102.

УДК 373.1:378
DOI 10.17513/snt.39961

МЕТОДИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЕДАГОГОВ, ИСПЫТЫВАЮЩИХ ЗАТРУДНЕНИЯ В НАПРАВЛЕНИИ ПАТРИОТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ КАДЕТ

Марковская Е.А., Рословцева М.Ю.

ФГКОУ «Санкт-Петербургский кадетский военный корпус имени князя Александра Невского»,
Санкт-Петербург, e-mail: marc.06@bk.ru, marisha_ros@mail.ru

Аннотация. В настоящий момент перед кадетскими образовательными организациями стоит задача повышения эффективности патриотического воспитания кадет. Качество формирования патриотических чувств и настроений воспитанников напрямую зависит от стремления и умения педагога создавать условия для становления гражданской компетентности и соответствующих ценностей у обучающихся. В то же время в кадетские образовательные учреждения приходят педагоги с различным уровнем готовности и опытом осуществления педагогической деятельности в условиях кадетского образовательного учреждения, имеющего строго патриотическую направленность. Как правило, каждый педагог, независимо от стажа и возраста, периодически испытывает затруднения в своей профессиональной деятельности. Перечень этих затруднений очень разнообразен. Недостаточный уровень готовности приводит к появлению педагогических дефицитов, вызывающих затруднения на пути достижения поставленных целей и задач патриотического воспитания кадет. Наиболее часто профессиональные дефициты педагога связаны с условиями педагогической деятельности и являются противоречием между необходимостью в деятельности и уровнем готовности педагога к деятельности. Это обуславливает необходимость оказания методической поддержки педагогам в восполнении имеющихся у них соответствующих педагогических дефицитов и потребностей. В статье представлено описание разработанной программы методического сопровождения деятельности педагогов, испытывающих затруднения в направлении патриотического воспитания кадет.

Ключевые слова: патриотизм, педагог, патриотическое воспитание, методическое сопровождение деятельности педагогов, развитие готовности педагогов

METHODOLOGICAL SUPPORT OF THE ACTIVITIES OF TEACHERS EXPERIENCING DIFFICULTIES IN THE DIRECTION OF PATRIOTIC EDUCATION OF CADETS

Markovskaya E.A., Roslovtseva M.Yu.

Prince Alexander Nevskiy Saint Petersburg Cadet Military Corps, Saint Petersburg,
e-mail: marc.06@bk.ru, marisha_ros@mail.ru

Annotation. At the moment, cadet educational organizations are faced with the task of increasing the effectiveness of patriotic education of cadets. The quality of the formation of patriotic feelings and moods of pupils directly depends on the desire and ability of the teacher to create conditions for the formation of civic competence and relevant values among students. At the same time, teachers with different levels of readiness and experience in carrying out pedagogical activities in a cadet educational institution with a strictly patriotic orientation come to cadet educational institutions. As a rule, every teacher, regardless of length of service and age, periodically experiences difficulties in their professional activities. The list of these difficulties is very diverse. Insufficient level of readiness leads to the appearance of pedagogical deficits that cause difficulties in achieving the goals and objectives of patriotic education of cadets. Most often, professional deficits of a teacher are associated with the conditions of pedagogical activity and are a contradiction between the need for activity and the level of readiness of a teacher for activity. This necessitates the provision of methodological support to teachers in filling their respective pedagogical deficits and needs. The article describes the developed program of methodological support for the activities of teachers who are experiencing difficulties in the direction of patriotic education of cadets.

Keywords: patriotism, teacher, patriotic education, methodological support of teachers' activities, development of teachers' readiness

Необходимость методического сопровождения деятельности педагогов, испытывающих затруднения в направлении патриотического воспитания кадет (далее – программа), обусловлена тем, что в настоящий момент перед кадетскими образовательными организациями стоит задача повышения эффективности патриотического воспитания кадет, а качество формирования патриотических чувств и настроений воспитанников напрямую зависит от стремле-

ния и умения педагога создавать условия для становления гражданской компетентности и соответствующих ценностей у обучающихся. Поэтому одним из важнейших механизмов решения поставленной задачи является развитие готовности педагогов к деятельности по патриотическому воспитанию кадет, рассматриваемого как педагогически организованный процесс, характеризующийся осознанием педагогами изменения собственных патриотических взгля-

дов, убеждений и чувств, их взаимосвязи с мотивами, педагогическими и организаторскими способностями, необходимости их проявления в виде активности и настойчивости в воспитании патриотизма. Недостаточный уровень их готовности приводит к появлению педагогических дефицитов, вызывающих затруднения на пути достижения поставленных целей и задач патриотического воспитания кадет. Применение дефицитарного подхода к развитию готовности педагогов к реализации полноценного и качественного патриотического воспитания позволяет выявить педагогические дефициты и потребности и организовать адресную методическую помощь педагогам, испытывающим затруднения в данном направлении работы.

Цель исследования – развитие готовности педагогов к деятельности по патриотическому воспитанию кадет через повышение их профессионализма, направленное на совершенствование компетенции, необходимой для достижения качественных изменений в процессе воспитания патриотизма.

Материалы и методы исследования

Для реализации поставленной цели была разработана программа методического сопровождения деятельности педагогов, испытывающих затруднения в направлении патриотического воспитания кадет, основные задачи которой: сформировать устойчивую мотивацию педагогов к деятельности по патриотическому воспитанию кадет; развить патриотическую позицию педагогов; повысить интерес и включенность педагогов в деятельность по патриотическому воспитанию обучающихся.

Результаты исследования и их обсуждение

Разработанная программа основывается на принципах дифференцированного обучения, единства сознания и деятельности, субъектной позиции педагога и цифровой дидактики. Данные принципы обеспечивают целенаправленное создание благоприятных условий для педагогов на всех этапах развития их готовности к деятельности по патриотическому воспитанию кадет через построение индивидуально-групповых траекторий развития готовности, адаптацию и конструирование элементов содержания, обеспечивающего учет и развитие индивидуального уровня готовности педагогов к патриотическому воспитанию кадет; связь знания и отношения, как системообразующих компонентов патриотического сознания педагога, и его проявление в педагогической деятельности; развитие

инициативности, способности к осознанному выбору содержания, форм и способов патриотического воспитания в соответствии с запросом времени и кадетской системы образования.

В результате освоения программы слушатель должен:

- знать различные подходы к пониманию мотивации человека и определению мотивов его поведения и деятельности; приоритетные направления в сфере патриотического воспитания; законы и иные нормативные правовые акты, регламентирующие деятельность по патриотическому воспитанию; традиционные российские духовно-нравственные ценности; цели, задачи и принципы патриотического воспитания; основные направления патриотического воспитания; характеристики различных форм, методов, приемов и средств вовлечения обучающихся в деятельность по основным направлениям патриотического воспитания;

- уметь определять мотив и причины поведения, находить источники мотивации для управления собственным поведением и деятельностью; соотносить индивидуальные мотивы и потребности с присвоенными культурными смыслами и нормами социальной среды [1]; ориентироваться в приоритетных направлениях в сфере патриотического воспитания; использовать законы и иные нормативные правовые акты, методические ресурсы по вопросам патриотического воспитания в педагогической деятельности; применять различные формы, методы, приемы и средства вовлечения обучающихся в деятельность по основным направлениям патриотического воспитания;

- владеть способами формирования различных вариантов поведения с помощью мотивационных подкреплений; способами развития самомотивации и повышения личной эффективности; способами воплощения собственного патриотического сознания в виде конкретных действий и поступков; эффективными инструментами патриотического воспитания с учетом возрастной группировки обучающихся.

Данная программа предназначена как для педагогов системы кадетского образования, так и для педагогических работников иных общеобразовательных организаций основного и среднего общего образования, реализующих деятельность по патриотическому воспитанию обучающихся: преподаватели, воспитатели, педагоги-организаторы. Программа ориентирована на слушателей, имеющих высшее педагогическое образование или высшее образование иного профиля с последующей профессиональной переподготовкой педагогической направленности.

Общий срок ее реализации составляет один учебный год.

Модульный принцип построения программы позволяет реализовывать входящие в ее содержание направленные на развитие профессионально-педагогической квалификации педагога, необходимой для осуществления воспитания патриотизма, взаимосвязанные и взаимодополняющие модули, как в комплексе, так и самостоятельными единицами.

Структура содержания включает:

1. Диагностический модуль.

2. Теоретико-практические модули: «Мотивация к деятельности по патриотическому воспитанию», «Патриотизм и патриотическое поведение», «Организация деятельности по патриотическому воспитанию».

3. Модуль «Микрообучение».

Программой предусмотрены теоретические и практические занятия, а также самостоятельная подготовка слушателей. Реализация программы может осуществляться как в очной форме, так и с применением дистанционных образовательных технологий (смешанная). В условиях дефицита свободного времени педагогов использование средств цифровой среды в развитии их готовности к деятельности по патриотическому воспитанию кадет позволит не только сократить затрачиваемое время и учитывать их личностные особенности, но и сделать этот процесс менее монотонным, более мотивирующим и увлекательным, что в совокупности обеспечивает его результативность.

Диагностический модуль программы не имеет запланированного объема трудоемкости, предполагает проведение оценочных мероприятий на основе диагностической карты, которая содержит комплекс разработанных или модифицированных диагностических методик, описание способов их обработки и интерпретации, предполагает проведение оценочных мероприятий как с группой педагогов, так и индивидуально (анкета «Патриотизм педагога», опрос «Роль педагога в патриотическом воспитании», опрос «Тип патриотического поведения педагога», анкета «Мотивация педагога к патриотической деятельности», анкета «Активность педагога в патриотической деятельности»). Методики диагностической карты позволяют выделить педагогические дефициты и потребности и выстроить целенаправленный процесс качественных личностных преобразований педагога для повышения эффективности его деятельности по патриотическому воспитанию. Выявление уровня патриотизма педагога осуществляется через оценку его собственных патриотических взглядов, убеждений и ка-

честв с помощью адаптированной анкеты «Патриотизм педагога» (по методике многоуровневого университетского комплекса ЮРГУЭС), вопросы которой отражают проявление патриотического сознания личности в отношении Отечества с точки зрения его защиты, преданности, уважения, ответственности и нравственности.

Выявление уровня активности педагога в реализации профессиональных и патриотических качеств через патриотическое воспитание в соответствии с приоритетными ценностями и интересами государства организуется при помощи авторской анкеты «Активность педагога в патриотической деятельности».

Уровень мотивации педагогов к деятельности по патриотическому воспитанию кадет определяется через оценку ответов на вопросы модифицированного тест-опросника «Мотивация педагога к патриотической деятельности» (по методике Т.Д. Дубовицкой), отражающих внутреннее осознание важности педагогического труда в формировании патриотического сознания подрастающего поколения и готовность осуществлять патриотическую деятельность из интереса к ней, субъективного ощущения ее ценности.

Диагностическая карта также содержит две методики, являющиеся информационными источниками вспомогательного характера, расширяющими представление о личностных и иных характеристиках педагогов. Так, авторский опросник «Роль педагога в патриотическом воспитании» фиксирует профессионально-патриотическую позицию педагога (представления о сущности патриотизма, его проявлениях и факторах, оказывающих влияние на его формирование и устойчивость), а также особенности процесса патриотического воспитания в образовательной организации. При помощи модифицированного опросника «Тип патриотического поведения педагога» (по методике О.В. Гордяковой, А.Н. Лебедева) выявляются характерные черты личности педагогов в соответствии с типом патриотического поведения [2]. Результаты диагностических мероприятий помогают выявить затруднения педагогов и определить необходимые направления развития их готовности к деятельности по патриотическому воспитанию кадет.

Объем трех основных теоретико-практических модулей программы («Мотивация к деятельности по патриотическому воспитанию», «Патриотизм и патриотическое поведение», «Организация деятельности по патриотическому воспитанию») составляет 36 академических часов. Возможна как реализация теоретико-практических мо-

дулей в полном объеме, так и изучение каждого модуля по отдельности в соответствии с выявленными дефицитами педагогов.

Модуль «Мотивация к деятельности по патриотическому воспитанию» посвящен проблеме формирования мотивации, которая составляет основу трудового потенциала каждого педагога и является важнейшим фактором результативности их работы, в том числе и в деятельности по патриотическому воспитанию. Эффективно управлять профессиональной деятельностью педагога возможно через понимание его мотивации. К источникам мотивации можно отнести как сам процесс деятельности, от которого педагог получает удовлетворение, так и различные факторы, определяющие его поведение: потребности, мотивы, цели, стремления, ценности и т.п. Педагоги, как правило, изначально мотивированы на педагогический труд, поэтому необходимо точно распознавать актуальные мотивы педагогов и создавать благоприятные условия для усиления их самомотивации как в профессиональном, так и в личностном развитии. Под самомотивацией мы понимаем активное побуждение к действию самого себя, эффективное выполнение работы, то есть внутреннюю мотивацию человека [3]. Развитие самомотивации необходимо для способности личности выполнять большее количество дел наиболее эффективным образом. На самомотивацию оказывает сильное влияние уровень энергии в человеке, который, в свою очередь, зависит от эмоционального состояния. Именно внутреннее состояние является показателем энергичности и результативности в жизни [4].

Современная система образования оказывает значительную информационную, интеллектуальную, эмоциональную и физическую нагрузку на личность педагога, что диктует новые требования к его профессиональной компетентности и эффективности [5]. К основным проблемам, с которыми сталкивается педагог при выполнении определенных задач, можно отнести переключение внимания, работу не в полную силу, потерю времени из-за его нерационального использования [6]. Для сохранения работоспособности и конкурентоспособности необходимо повышать личную эффективность для возможности четкой концентрации на выполнении профессиональных задач на максимальном уровне. Личная эффективность служит показателем деятельности и подразумевает наличие определенной цели и желания достичь ее [7]. В повышении мотивации педагогов в деятельности патриотической направленности также большое значение имеет стимулирование

обмена педагогическим опытом. Наблюдение и оценка успешных или неудачных практик других способствует получению новых знаний и осознанию собственных ошибок. Таким образом, мотивация является аккумулятором внутренней энергии человека, который позволяет достигать поставленных целей и получать удовольствие от результатов своей деятельности. Повышение мотивации педагогов приведет к их удовлетворенности работой, улучшению психологического климата и, как следствие, к повышению эффективности деятельности по патриотическому воспитанию кадет.

Модуль «Патриотизм и патриотическое поведение» предполагает развитие патриотической позиции личности педагога. Патриотизм является внутренним регулятором внешней патриотической активности личности. Определенный образ действий в отношении людей, общества, государства, Родины обуславливается патриотической позицией личности, формами проявления и элементами внутренней структуры которой являются патриотическое сознание, поведение и деятельность [8]. Патриотическое сознание представляет собой совокупность ценностных элементов индивидуального сознания личности, отражающих знания по проблематике патриотизма, представления, взгляды, суждения об Отечестве и готовность к защите его интересов. Оно является детерминантом патриотического поведения, как совокупности действий, направленных на реализацию патриотических целей [9]. Таким образом, патриотизм и патриотическое поведение педагога является духовно-нравственной основой деятельности по патриотическому воспитанию. Решение затруднений в патриотическом сознании педагогов способствует пробуждению интереса и повышению активности в воспитании патриотизма.

Модуль «Организация деятельности по патриотическому воспитанию» раскрывает многокомпонентный и динамично развивающийся характер системы патриотического воспитания, требующий слаженной работы всех участников. Деятельность по патриотическому воспитанию должна осуществляться планомерно, системно и постоянно. Ее основой является четкое понимание государственной политики в сфере патриотического воспитания, знание актуальных версий нормативных документов (Конституция РФ, федеральные законы и подзаконные акты, федеральные программы и т.п.), регламентирующих его принципы, цели и задачи. В практике современного патриотического воспитания наблюдается акцент в сторону военно-патриотического

направления. Педагогам следует учитывать, что воспитание патриотов также опирается на образование, культуру, историю, государство, этносы и национальные традиции [10]. В педагогической литературе часто встречаются малоэффективные формы работы по патриотическому воспитанию: излишне прямолинейные или формальные. Для осуществления правильного выбора форм и методов патриотического воспитания и определения наиболее эффективных инструментов педагогу необходимо знать основные подходы к дифференциации обучающихся на социальные, возрастные группы с разной степенью детализации [11]. Еще одним из важных направлений деятельности педагога являются оценка и анализ конкретных результатов патриотического воспитания, способствующие грамотному определению действенных направлений, форм, методов, средств, технологий, реализация которых способствовала бы повышению ее эффективности.

Модуль «Микрообучение» выступает как дополнение, укрепление или расширение основных модулей программы, нацелен на быстрое реагирование на неотложные потребности педагогов, тем самым не может иметь запланированный объем. Микрообучение отличается краткостью, оно направлено на достижение цели без какой-либо лишней информации. Так как педагоги являются профессионально состоявшейся категорией людей с определенным «багажом» знаний и устоявшимся мировоззрением, четко осознающих ценность времени, то микрообучение направлено на максимальное удовлетворение их потребностей, достижение ими определенных целей и основывается на понимании «теории обучения взрослых». В соответствии с запросами педагогов могут быть использованы следующие варианты микрообучения:

1. Погружение. Направлено на оттачивание критического мышления и творческого решения проблем. Цель состоит в том, чтобы обучающийся обдумывал или проводил мозговой штурм идей, ситуаций, учебных задач или концепций, используя рефлексивное исследование. Задача состоит в том, чтобы обучающийся сформулировал свои собственные выводы, отвечая на короткие целенаправленные вопросы. Такое микрообучение хорошо работает для дополнения или уточнения основной программы.

2. Поддержка. Основное внимание уделяется своевременной, по мере необходимости, или оперативной поддержке. Представление учебных материалов в нужное время помогает педагогу размышлять над опытом,

переосмысливать свою работу и укреплять правильную технику или исправлять ошибку. Такое микрообучение может дополнять, укреплять и улучшать обучение.

3. Убеждение. Ориентировано на достижение определенной цели через поведенческую перезагрузку обучающихся. Такой сценарий подходит при необходимости корректировки поведения участников.

4. Закрепление. Превращает ключевые понятия из более крупной учебной программы в краткие фрагменты.

5. Практика. Микрообучение, основанное на практике, служит как напоминанием о необходимости практиковаться в выполнении какой-либо задачи и повышать свою уверенность, так и тренером, помогающим отточить новый навык. Улучшение навыков человека требует дробления навыка или поведения на небольшие, достижимые, четко определенные шаги. С появлением мобильных технологий и приложений можно использовать различные инструменты как для напоминания обучающимся о том, что им следует практиковаться, так и для предоставления инструкций, отзывов и способов отслеживания их прогресса.

Основной коммуникативной площадкой для получения целевой информации, обмена практиками и идеями, обсуждения актуальных проблем и вопросов, возникающих в процессе деятельности по патриотическому воспитанию кадет, может выступать внутренняя система электронного документооборота образовательной организации. Межличностное общение проходит индивидуально, или в группе онлайн, или при личном контакте.

На платформе электронного документооборота могут быть организованы: чат «Вопросы и ответы» для оперативного решения онлайн возникающих у педагогов затруднений и пожеланий, тематического группового обсуждения и т.п.; раздел «Методические материалы» – для размещения теоретической и практической информации для педагогов по вопросам патриотического воспитания, в том числе материалов теоретико-практических модулей программы; раздел «Конкурсы» для информирования педагогов о проводимых конкурсах патриотической направленности; раздел «Патриотические находки» для систематического еженедельного размещения педагогами найденных интересных материалов в области патриотического воспитания; раздел «Обмен опытом» для ежемесячного анализа и оценки деятельности педагогов по патриотическому воспитанию кадет на основе предоставленных ими отчетов по проведенным мероприятиям.

Таким образом, все педагоги задействованы в реализации микрообучения. При возникновении вопросов они могут оперативно получить нужную им информацию или иную помощь как коллег, так и других специалистов. Осуществление постоянного контроля активности участников позволит, в случае ее сокращения или полного отсутствия, организовать индивидуальную работу по повышению заинтересованности педагогов через выяснение причин и устранение затруднений.

Оценка качества освоения программы включает текущий контроль успеваемости в форме собеседования, промежуточную аттестацию в форме зачета по каждому теоретико-практическому модулю программы и итоговую аттестацию в форме семинара «Новые подходы к патриотическому воспитанию кадет» с публичным представлением разработанных слушателями: плана деятельности по патриотическому воспитанию кадет на учебный год, содержащего перечень и краткую характеристику запланированных мероприятий; проекта одного мероприятия по патриотическому воспитанию кадет, в котором обосновывается новизна и актуальность, направление патриотического воспитания, ожидаемые результаты, выбор используемых технологий и ресурсов. Также на завершающем этапе предполагается проведение повторной диагностики по методикам диагностической карты. Если желаемый результат не достигнут, предполагается возврат к процессу развития готовности.

Заключение

Реализация программы методического сопровождения деятельности педагогов, испытывающих затруднения в направлении патриотического воспитания кадет, позволяет развить патриотическую позицию педагогов, сформировать устойчивую мотивацию педагогов к воспитанию патриотизма у кадет, расширить знания в вопросах организации патриотического воспитания, в ре-

зультате чего повысить их уровень готовности к данному направлению деятельности.

Список литературы

1. Ходякова Н.В. Патриотизм как традиционная российская духовно-нравственная ценность и его воспитание // Академическая мысль. 2023. № 1 (22). С. 116–120.
2. Гордякова О.В., Лебедев А.Н. Чувство патриотизма и типы патриотического поведения молодых граждан России // Психологические и психоаналитические исследования: Ежегодник 2017. М.: Московский институт психоанализа, 2017. С. 307–327.
3. Буцык Е.В., Голикова И.В. К определению понятия «самотивация» // Социокультурные процессы в условиях глобализации: вызовы современности: материалы международной научно-практической конференции (Белгород, 18–19 мая 2017 г.). Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2017. С. 12–16.
4. Белкина Н.А. Создание личной системы мотивов и самотивации жизни // Челябинский гуманитарий. 2014. № 3 (28). С. 42–50.
5. Рословцева М.Ю. Мотивационный компонент готовности педагогов к патриотическому воспитанию кадет в цифровом пространстве // Проблемы современного педагогического образования. 2022. № 76–4. С. 286–289.
6. Марковская Е.А. Педагогические стратегии развития инновационного потенциала педагогов кадетского военного корпуса // Проблемы современного педагогического образования. 2022. № 76–4. С. 203–205.
7. Азаренок Н.В. Понятия «личная эффективность» и «корпоративная эффективность» в современной практике управленческой деятельности // Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук. 2020. № 1. С. 108–112.
8. Лыкова Т.Р. Структура патриотической позиции // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=20593> (дата обращения: 09.06.2022).
9. Абрамов А.В., Поляков С.П., Дубинина Н.Н. Патриотизм как фактор эффективного развития российской государственности. М.: Московский дом национальностей, 2015. 368 с.
10. Методические рекомендации «Основы патриотического воспитания граждан Российской Федерации». М.: ФГБУ «Роспатриотцентр», 2022. 93 с.
11. Рословцева М.Ю. Подходы к конструированию образовательного контента с учетом принципов цифровой дидактики // Использование технологий цифровой дидактики для формирования образовательной самостоятельности воспитанников довузовских образовательных организаций Министерства обороны Российской Федерации: электронный сборник методических материалов III научного практико-ориентированного семинара (Тверь, 20 января 2022 г.). ФГКОУ «Тверское суворовское воен. училище» Министерства обороны Рос. Федерации. Казань: Бук, 2022. С. 291–293.

УДК 378.1
DOI 10.17513/snt.39962

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ГОТОВНОСТИ СТУДЕНТОВ МАГИСТРАТУРЫ К РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ДОШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Михеева Е.В., Моисеева А.Н., Полькина С.Н.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет», Оренбург,
e-mail: elena-m072007@yandex.ru

Аннотация. В современных условиях система дошкольного образования ориентирована на преобразования, направленные на повышение его качества. Одна из главных ролей в данном процессе принадлежит квалифицированным педагогическим кадрам. В этой связи возникает потребность в изменении подходов при обучении студентов магистратуры в вузе и выборе таких из них, которые в большей степени обеспечили бы готовность к профессиональной деятельности. Целью статьи является выявление способов, которые могут помочь студентам магистратуры, изучающим программу «Методическая работа в дошкольном образовании», подготовиться к применению в образовательном процессе федеральной образовательной программы дошкольного образования. Авторами статьи проанализированы понятия «готовность», «профессиональная готовность» в трактовке различных авторов, определены компоненты, критерии и уровни готовности студентов магистратуры к реализации федеральной образовательной программы дошкольного образования. Авторы делятся опытом работы с обучающимися магистратуры на примере изучения темы «Проектирование образовательного процесса в дошкольном образовании» в рамках дисциплины «Система методической работы в дошкольной образовательной организации». Основным результатом исследования стало то, что накопление студентами с идеями федеральной образовательной программы дошкольного образования помогло им осознать возможности и направления методической работы в дошкольном образовании, определить дальнейшую траекторию своего профессионального развития.

Ключевые слова: готовность к профессиональной деятельности, методическая работа, дошкольное образование, магистратура, федеральная образовательная программа дошкольного образования

FORMATION OF PROFESSIONAL READINESS OF MASTER'S DEGREE STUDENTS TO IMPLEMENT THE FEDERAL EDUCATIONAL PROGRAM OF PRESCHOOL EDUCATION

Mikheeva E.V., Moiseeva A.N., Polkina S.N.

Orenburg State Pedagogical University, Orenburg, e-mail: elena-m072007@yandex.ru

Annotation. In modern conditions, the system of preschool education is focused on transformations aimed at improving its quality. One of the main roles in this process belongs to qualified teaching staff. In this regard, there is a need to change the approaches in the training of master's degree students in higher education and to choose those that would provide readiness for professional activity to a greater extent. The purpose of the article is to identify ways that can help Master's students studying the program "Methodological work in preschool education" to prepare for the application of the federal educational program of preschool education in the educational process. The authors of the article analyze the concepts of "readiness", "professional readiness" in the interpretation of various authors, define the components, criteria and levels of readiness of master's students to implement the federal educational program of preschool education. The authors share their experience of work with Master's degree students on the example of studying the topic "Designing the educational process in preschool education" within the discipline "System of methodological work in preschool educational organization". The main result of the study was that familiarizing students with the ideas of the federal educational program of preschool education helped them to realize the possibilities and directions of methodological work in preschool education, to determine the further trajectory of their professional development.

Keywords: readiness for professional activity, master's degree, methodological work, preschool education, federal educational program of preschool education

В современных условиях модернизации всех звеньев системы непрерывного образования России главными ценностями становятся знания и практические умения, которые формируют методическую среду образовательных организаций. Особое значение приобретает грамотный педагог-методист, который может формировать подобную среду с учетом требований государства и общества, запросов потребителей обра-

зовательных услуг, а также потребностей и возможностей вверенного ему педагогического коллектива.

В контексте обозначенной проблемной области основные положения по общим вопросам готовности педагога к той или иной деятельности отражены в работах Д.В. Дмитриева, С.К. Бережной, Е.П. Ильиной, Л.А. Кандыбович, М.И. Дьяченко, Р.Д. Санжаевой, Н.М. Зверевой, Б.Г. Ана-

ньева, Ф.Ш. Мухамедзяновой, О.Г. Дрохнерис, С.Л. Рубинштейна, И.Ю. Исаевой. Проблемы модернизации дошкольного образования на сегодняшний день рассматривают такие исследователи, как О.А. Белобрыкина, Л.М. Волобуева, А.Г. Гогоберидзе, С.А. Езопова, Е.И. Изотова, И.В. Каракчиева, А.В. Кисель, И.И. Комарова, С.Е. Новикова, В.А. Новицкая, М.Ю. Парамонова, А.К. Пащенко, М.А. Сизова, А.С. Тищенко, Г.Н. Толкачева.

Образование является значимым элементом экономики страны, в котором ключевую роль играют педагоги. Современная образовательная политика ориентирована на формирование педагога нового типа, который будет способен справиться со сложными педагогическими проблемами в условиях неопределенности, стимулировать образовательные инициативы, обеспечивать внедрение в образовательный процесс отдельных нововведений и развитие образовательной организации. Сегодня особенно важно, чтобы педагог был готов к профессиональной деятельности уже во время учебы в вузе, учитывая современную социально-экономическую ситуацию. Это связано с разнообразными проблемами, с которыми педагогические работники сталкиваются в ходе своего профессионального развития. Однако исследования показывают, что большинство педагогов дошкольного образования недостаточно готовы к профессиональному росту и саморазвитию в современных условиях. Поэтому вопрос проектирования процесса формирования готовности педагога дошкольного образования к профессиональной деятельности в системе высшего образования является актуальным и требует решения.

24 мая 2023 г. в Комитете Государственной Думы Российской Федерации по просвещению прошло совещание, посвященное развитию дошкольного образования. Главной целью проекта Концепции развития дошкольного образования до 2030 года, который представили на совещании, является создание благоприятных условий для доступного и качественного дошкольного образования. Основное внимание было уделено многостороннему развитию и эмоциональному благополучию детей в рамках единой образовательной системы России [1–3]. Как известно, реализации данной цели во многом способствует внедряемая с 1 сентября 2023 г. федеральная образовательная программа дошкольного образования.

Федеральная образовательная программа дошкольного образования – это «нормативно-правовой документ, который был разработан с целью реализации нескольких функций: создать единое федеральное об-

разовательное пространство для воспитания и развития дошкольников; обеспечить детям и родителям равные и качественные условия дошкольного образования на всей территории России; создать единое ядро содержания дошкольного образования, которое будет приобщать детей к традиционным духовно-нравственным и социокультурным ценностям, а также воспитывать в них тягу и любовь к истории и культуре своей страны, малой родины и семьи; воспитывать и развивать ребенка с активной гражданской позицией, патриотическими взглядами и ценностями» [4].

Готовность педагога дошкольного образования к осуществлению своей деятельности в обновленных условиях труда определяется требованиями профессионального стандарта, где отмечается, что педагогический работник современного детского сада должен в рамках трудовых действий принимать «участие в разработке основной общеобразовательной программы образовательной организации в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом дошкольного образования» [5].

Федеральный государственный образовательный стандарт дошкольного образования устанавливает общие требования к содержанию, организации и результатам обучения детей дошкольного возраста. Он определяет основные цели, задачи и принципы дошкольного образования, а также ожидаемые результаты [6]. Федеральная образовательная программа дошкольного образования более детально разрабатывает и конкретизирует эти требования, определяя содержание, методы и формы обучения, а также условия и ресурсы, необходимые для реализации стандарта. Она является основой для планирования и проведения образовательного процесса в дошкольных учреждениях [7]. Поэтому важно, чтобы студенты, готовящиеся к работе в дошкольном образовании, изучали и осваивали федеральную образовательную программу, разработанную на основе Федерального государственного образовательного стандарта дошкольного образования.

Актуальность данной работы связана с противоречиями между:

- потребностью существующей системы дошкольного образования в педагоге, умеющем проектировать наиболее эффективную траекторию построения образовательного процесса, и недостаточным уровнем готовности педагога к данной деятельности;

- переходом современного образования на новые профессиональные стандарты, в которых существенно расширен общепро-

фессиональный и профессиональный спектр компетенций современного педагога, и недостаточной готовностью системы высшего образования к постоянному обновлению научно-методического обеспечения и корректировке образовательных программ, методов обучения, системы взаимодействий с обучающимися;

– теоретической разработанностью психолого-педагогических достоинств (преимуществ) личностно-ориентированного (персонифицированного) образования студентов магистратуры, отвечающих современным тенденциям меняющегося образования, и отсутствием у взрослых обучающихся профессионального запроса к системе высшего образования.

Цель исследования заключается в выявлении способов, которые могут помочь студентам магистратуры, изучающим программу «Методическая работа в дошкольном образовании», подготовиться к применению в образовательном процессе федеральной образовательной программы дошкольного образования.

Материалы и методы исследования

В работе использовались различные теоретические методы, такие как анализ данных, обобщение, наблюдение и изучение документации, а также практические методы, в том числе анкетирование, тестирование, количественная и качественная обработка данных.

Результаты исследования и их обсуждение

Готовность педагога дошкольного образования к профессиональной деятельности является крайне актуальной темой, поскольку от ее уровня зависит качество образования в целом, успехи обучающихся и эффективность образовательного процесса. Современное общество требует от педагогов не только присмотра и ухода за детьми дошкольного возраста и передачи им элементарных знаний, но и развития детей как личностей, формирования у них основ ключевых компетенций и навыков, подготовки к дальнейшей ступени обучения и к жизни в целом [8; 9].

Остановимся на основополагающих понятиях исследования.

В толковом словаре термин «готовый» определяется как «сделавший все необходимые приготовления, подготовившийся к чему-либо, предрасположенный к чему-либо» [10].

Готовность также рассматривается как состояние, когда человек или организация готовы выполнить определенную задачу

или реагировать на конкретную ситуацию. Это означает, что у человека есть необходимые знания, навыки, ресурсы и подготовка для успешного выполнения задачи и/или реагирования на ситуацию. Готовность также может означать открытость к изменениям или к неожиданным событиям, что позволяет принять возможные проблемы и быстро адаптироваться к ним.

Термин «готовность к деятельности» достаточно широко распространен и имеет определенное значение, однако объем и содержание данной готовности остаются пока дискуссионными. На сегодняшний день нет единой трактовки данного понятия, не сформулировано его определение. В разработках Е.Э. Воропаевой «готовность к определенному виду деятельности» рассматривается в широком смысле и трактуется как «комплекс качеств, знаний, практических умений и навыков, состояний и отношений» [11], который мотивируется конкретным видом деятельности и необходим человеку для «достижения социально значимых целей, результатов» [11].

В поиске определения понятия «готовность» и многочисленных дискуссий разработка его содержательной стороны пошла по двум линиям. Ряд исследователей считают, что для обеспечения результативности профессиональной деятельности крайне необходимо формирование психических функций человека, и рассматривают готовность в связи с ними. Также имеет место быть такая позиция, которая заключается в определении готовности как устойчивой характеристики личности. Авторы используют для ее обозначения такие термины, как подготовленность, деятельная или устойчивая готовность. Специфичными особенностями являются: постоянство, отсутствие необходимости формирования, когда появляется новая задача. Изначально единожды сформированная данная готовность обеспечивает в дальнейшем успешность деятельности.

Исследователи Л.Н. Горбунова, И.П. Цвелоух выделяют такие составляющие готовности, как самоорганизация собственного труда, самостоятельность в работе, способность определить перспективы развития [12].

Готовность педагога к профессиональной деятельности включает в себя не только знания и умения, но и готовность к постоянному обучению и саморазвитию. В современном быстро меняющемся мире педагог должен быть готов к постоянным изменениям, новым требованиям и технологиям, чтобы эффективно работать с обучающимися и оказывать содействие их успешному развитию.

Актуальность готовности педагога к профессиональной деятельности также обусловлена необходимостью адаптации к разнообразию контингента обучающихся. Современный детский коллектив в образовательной организации часто представляет собой многонациональные и многокультурные среды, где присутствуют дети с разными уровнями подготовки и особенностями развития. Педагогу необходимо быть готовым к работе с самыми разными детьми и уметь адаптировать свои подходы и методы обучения под индивидуальные потребности каждого ребенка.

Интересен подход Г.В. Ахметжановой к проблеме готовности педагога к профессиональной деятельности через призму трехкомпонентной модели: «мотивационный компонент включает в себя активное положительное отношение к выбранной деятельности, формирование внутренней готовности к осуществлению этой деятельности; теоретический компонент отражает определенную сумму профессиональных знаний; практический компонент предусматривает освоение ряда профессиональных умений на основе теоретических знаний» [13].

Из анализа психолого-педагогической литературы становится ясно, что понятие «готовность» характеризуется различными аспектами и рассматривается как психическое состояние человека, его настроение на деятельность, синтез характеристик личности и т.п. Исходя из этого, можно сделать вывод, что готовность студентов магистратуры к применению федеральной образовательной программы для дошкольного образования, рассматриваемая в данном исследовании, можно определить как совокупность мотивационно-ценностных, познавательных и практических компонентов [14].

Наполнение мотивационно-ценностного компонента готовности студента магистратуры к реализации федеральной образовательной программы дошкольного образования выражается в наличии внутренней мотивации и проявлении интереса к модернизации дошкольного образования в целом и собственной профессиональной деятельности в частности. Наполнение когнитивного компонента характеризуется владением концептуальными и теоретическими основами проектировочной деятельности, ориентации на современные подходы к решению педагогических проблем в дошкольном образовании. Деятельностно-практический компонент характеризуется наличием у педагога умений строить педагогический процесс в соответствии с современными требованиями и запросами потребителей. Здесь проявляется спо-

собность самостоятельно оценивать формы и методы организации образовательного процесса, направленного на максимальное удовлетворение потребностей детей и их родителей и применения на практике наиболее эффективных из них.

Для проведения исследования была организована экспериментальная работа в Институте непрерывного образования Оренбургского государственного педагогического университета на кафедре, занимающейся вопросами дошкольного, коррекционного и дополнительного образования. В эксперименте участвовали 38 чел., обучающихся по программе магистратуры «Методическая работа в дошкольном образовании» на заочной форме обучения [15].

Экспериментальную группу составили педагоги разного возраста, с различным стажем работы и квалификационными категориями.

Эксперимент проходил поэтапно.

На констатирующем этапе осуществлялось проведение проблемно-ориентированного анализа сформированности готовности студентов магистратуры к реализации федеральной образовательной программы дошкольного образования.

На формирующем этапе реализовывалась разработанная нами модель формирования профессиональной готовности студентов к реализации федеральной образовательной программы дошкольного образования как фактора достижения их конкурентоспособности и успешности в профессиональной деятельности.

На контрольном этапе оценивалась эффективность реализуемой модели по динамике показателей сформированности рассматриваемой готовности.

Для решения задач констатирующего эксперимента первоначально были определены компоненты, критерии и уровни готовности студентов магистратуры к реализации федеральной образовательной программы дошкольного образования на основе проведенного теоретического анализа исследуемой дефиниции.

1. Мотивационно-ценностный компонент: мотивация к освоению и внедрению инноваций, характер профессиональной направленности педагога и изменения в ценностных ориентирах.

2. Познавательный компонент: интерес педагога к обучению и готовность к непрерывному развитию, а также степень участия в познавательной деятельности.

3. Деятельностный компонент: применение педагогом новшеств в профессиональной деятельности или, другими словами, его способность внедрять инновации.

В процессе определения уровней профессиональной готовности педагога были выделены следующие категории:

– на первом уровне, нормативно-прагматическом, педагог соответствует устанавливаемым нормам и функциональным требованиям;

– на втором уровне, инновационно-проективном, учитель участвует в разработке и внедрении новых методов в работе учебного заведения;

– на третьем уровне, инновационно-творческом, педагог активно ищет инновации, демонстрирует творческий подход и мотивированное отношение к решению профессиональных задач, а также обладает способностью к рефлексии.

Для оценки уровня сформированности исследуемой готовности у студентов была разработана анкета «Готовность педагога дошкольного образования к реализации федеральной государственной образовательной программы дошкольного образования». Анкета включала в себя 30 вопросов, направленных на выявление уровня сформированности каждого компонента готовности, что позволило не только определить общий коэффициент, но и вывести коэффициенты по шкале всех трех компонентов. Вопросы анкеты с 1 по 10 были направлены на выявление мотивационно-ценностного компонента, с 11 по 20 – познавательного компонента, с 21 по 30 – деятельности.

Полученные в результате анкетирования данные на этапе констатирующего эксперимента позволили сделать вывод о недостаточном уровне готовности педагогов, обучающихся в магистратуре, к реализации федеральной образовательной программы дошкольного образования. Среднее арифметическое вышперечисленных компонентов показало значительное количество педагогов (32,2%), имеющих нормативно-прагматический уровень готовности, 48,6% в среднем имеют инновационно-проективный уровень и лишь 19,2% педагогов находятся на инновационно-творческом уровне. Данные результаты обусловили работу в этом направлении.

Для повышения уровня профессиональной готовности студентов магистратуры заочной формы обучения, обучающихся по программе «Методическая работа в дошкольном образовании» к реализации федеральной образовательной программы дошкольного образования, были предприняты следующие шаги.

При разработке рабочей программы дисциплины «Система методической работы в дошкольной образовательной организации» была определена тема «Федеральная

образовательная программа дошкольного образования как новый ориентир развития дошкольного образования». Для изучения студентам были предложены следующие вопросы:

– разделы образовательной программы дошкольного образования: разработка в соответствии с требованиями федерального образца, отличия от Примерной программы;

– описание направлений, задач и содержания коррекционно-развивающей работы;

– рабочая программа воспитания как структурный элемент образовательной программы;

– описание ресурсного обеспечения образовательной программы дошкольного образования в соответствии с федеральным образцом;

– конструирование образовательной программы дошкольного образования в части, формируемой участниками образовательных отношений.

В рамках изучения темы студенты выполняли компетентностно-ориентированные задания. Представим возможные варианты подобных заданий.

Задание 1. Составьте перечень нормативно-правовых документов, регламентирующих проектирование образовательной программы дошкольного образования, в том числе адаптированной.

Задание 2.

Изучите документацию вашего детского сада, в том числе образовательную программу, и опишите, какие корректировки нужно в нее внести, чтобы она соответствовала федеральным документам.

Задание 3. Разработайте какой-либо раздел образовательной программы дошкольного образования (на выбор обучающегося).

Задание 4. Разработайте календарный план воспитательной работы.

Задание 5. Составьте список критериев для оценки соответствия основной образовательной программы дошкольного учреждения обязательному минимуму содержания, установленному в Федеральной программе. Включите в список следующие пункты: структура, цели и задачи, планируемые результаты, содержание образовательной работы в образовательных областях и направлениях воспитания, направленность на коррекционно-развивающую работу с указанием целевых групп, соответствие обязательному минимуму содержания, установленному в Федеральном образце. Разработайте чек-лист для оценки программы по выделенным критериям.

Проведенные со студентами занятия позволили им улучшить профессиональные навыки: разобраться в том, каковы должны

быть цели и задачи дошкольного образования и каким образом проводить образовательную работу с детьми, учитывая их развитие, потребности и интересы. Они изучили методы и подходы, соответствующие стандарту, и способы их применения в работе. Изучение Федеральной программы помогло педагогам понять, как обеспечить соответствие своей образовательной практики требованиям стандарта и предоставлять качественное образование детям. Обучающиеся научились согласовывать свои разработки с федеральной образовательной программой, утвержденной на основе стандарта. Они смогли понять, какие знания, умения и навыки должны приобрести дети в процессе обучения, и структурировать свою работу таким образом, чтобы достичь результатов, предусмотренных стандартом. Изучение Федеральной программы помогло студентам осознать современные требования и тенденции в области дошкольного образования. Они смогут принимать активное участие в профессиональных обсуждениях и обмене опытом, получать актуальные знания и инструменты для своей работы и тем самым развиваться профессионально.

Заключение

Федеральная образовательная программа дошкольного образования описывает ориентиры современной образовательной политики в дошкольном образовании. Обучающиеся в магистратуре должны усвоить основные компоненты программы, такие как цели и задачи дошкольного образования, принципы формирования учебного плана, содержание основных образовательных областей и ожидаемые результаты обучения. Особое внимание уделяется индивидуализации образования, формированию ключевых компетенций и развитию критического мышления дошкольников. В процессе обучения акцентируется внимание на важности взаимодействия педагогов, родителей и детей в процессе дошкольного образования, а также на использовании инновационных методов обучения, таких как игровые и проектные. В этом заключается необходимость постоянного обновления и совершенствования программы обучения студентов, чтобы она отвечала требованиям современного образования и обеспечивала успешное профессиональное развитие и подготовку педагогических кадров к профессионально-педагогической деятельности.

Список литературы

1. Гогоберидзе А.Г., Изотова Е.И., Езопова С.А., Новицкая В.А. Концепция развития дошкольного образования до 2030 года: задачи и инструменты реализации в условиях единого образовательного пространства // Современное дошкольное образование. 2023. № 4 (118). С. 22–34. DOI: 10.24412/2782-4519-2023-4118-22-34.
2. Каракчиева И.В., Кисель А.В., Новикова С.Е., Сицова М.А., Тищенко А.С. Современное дошкольное образование: запросы и ценности // Современное дошкольное образование. 2022. № 5 (113). С. 8–24. DOI: 10.24412/1997-9657-2022-5113-8-24.
3. Комарова И.И., Тищенко А.С. Мир дошкольного образования в XXI веке // Современное дошкольное образование. 2023. № 2 (116). С. 16–33. DOI: 10.24412/2782-4519-2023-2116-16-33.
4. Волобуева Л.М., Толкачева Г.Н., Парамонова М.Ю. Федеральная образовательная программа дошкольного образования: ориентир современной образовательной практики // Современное дошкольное образование. 2023. № 4 (118). С. 8–21. DOI: 10.24412/2782-4519-2023-5118-8-21.
5. Приказ Министерства труда и соцзащиты РФ от 18 октября 2013 г. № 544н «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)»: зарегистрирован Минюстом 06.12.2013, пер. № 30550 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rg.ru/2013/12/18/pedagog-dok.html> (дата обращения: 01.03.2024).
6. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.10.2013 № 1155 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта дошкольного образования» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rg.ru/2013/11/25/doshk-standart-dok.html> (дата обращения: 01.03.2024).
7. Приказ Министерства просвещения РФ от 25 ноября 2022 г. № 1028 «Об утверждении федеральной образовательной программы дошкольного образования» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405942493/> (дата обращения: 05.03.2024).
8. Белобрыкина О.А. Симплификация дошкольного детства в условиях стандартизации образования // Современное дошкольное образование. 2023. № 2 (116). С. 54–64. DOI: 10.24412/2782-4519-2023-2116-54-64.
9. Майер А.А., Богославец Л.Г. Сопровождение профессиональной успешности педагога ДОУ. М.: Сфера, 2012. 128 с.
10. Ожегов С.И. Словарь русского языка. М.: Мир словарей и энциклопедий, 2012. 826 с.
11. Воропаева Е.Э. Структура и критерии готовности педагога к инновационной деятельности // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=13880> (дата обращения: 04.03.2024).
12. Горбунова Л.Н., Цвелюх И.П. Поддержка профессиональных инициатив педагога в процессе повышения квалификации: научно-методическое пособие. М.: АПКИППРО, 2006. 196 с.
13. Ахметжанова Г.В. Проектирование многоуровневой педагогической системы формирования готовности личности к педагогической деятельности: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.08. Тольятти, 2002. 183 с.
14. Антропоцентрические науки в образовании: коллективная монография / Редкол.: Э.П. Комарова и др. Воронеж: Научная книга, 2023. 256 с.
15. Михеева Е.В., Бочков Д.В., Горбачева Е.В. Развитие информационной компетентности магистров педагогического образования // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 5–2. С. 275–279.

УДК 37.03
DOI 10.17513/snt.39963

ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕОБРАЗУЮЩЕГО ИНТЕЛЛЕКТА ОБУЧАЮЩИХСЯ В КОНТЕКСТЕ ИДЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Осипова С.И., Гафурова Н.В., Бугаева Т.П., Осипов В.В.

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

Аннотация. В статье представлена объективно существующая парадигма устойчивого развития цивилизации как системно-согласованного развития экономики, экологии и социума, потребления и воспроизводства в настоящем, не ограничивая возможности профессиональной деятельности будущих поколений. Ориентация на идеи устойчивого развития предполагает осознание противоречия между целями экономической деятельности и требованиями сохранности окружающей природной среды. Действительно, эффективность экономической деятельности определяется максимально полученной прибылью, при этом часто проблема сохранности природной среды не является значимой. С другой стороны, цель сохранения экологического многообразия и природной среды на планете существенно ограничивает достижение максимальной прибыли при осуществлении экономической деятельности. Обозначенные противоречия в целях экономической деятельности и экологических проблем приводят к постановке оптимизационной задачи, сущность которой состоит в поиске сбалансированного решения интегративной задачи в системе экономика – экология – общество. Переход к устойчивому развитию цивилизации во имя сохранения жизни человечества невозможен без воспитания нового человека, менталитет которого основан на императиве духовных, нравственно-моральных ценностей, обладающего высокой ответственностью за результаты своей жизнедеятельности. Формирование такого человека возможно осуществить в системе образования, самом массовом социальном институте. Обоснована актуальность перехода от антропоцентрической модели образования к биосферно-центрической в контексте образования в интересах устойчивого развития, одним из результатов которого является сформированность у обучающихся так называемого преобразующего интеллекта. Актуализация проблемы интеллектуального развития обучающихся в соответствии с вызовами современности позволила определить результаты образования в части интеллектуального развития обучающихся с ориентацией на навыки XXI в., дополненные требованиями к формированию преобразующего интеллекта. В статье обозначены характеристики преобразующего интеллекта, необходимые для осуществления профессиональной деятельности в условиях VUCA мира. Раскрыты возможности дисциплины «Математика» в контексте формирования преобразующего интеллекта, реализуемые в Сибирском федеральном университете и показавшие свою результативность.

Ключевые слова: устойчивое развитие, образование в интересах устойчивого развития, преобразующий интеллект, образовательный процесс, развитие

FORMATION OF TRANSFORMATIVE INTELLIGENCE OF STUDENTS IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IDEAS

Osipova S.I., Gafurova N.V., Bugaeva T.P., Osipov V.V.

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: osisi@yandex.ru

Annotation. The article presents an objectively existing paradigm for the sustainable development of civilization as a systemically coordinated development of the economy, ecology and society, consumption and reproduction in the present, without limiting the possibilities of professional activity of future generations. Orientation towards the ideas of sustainable development presupposes awareness of the contradiction between the goals of economic activity and the requirements for preserving the natural environment. Indeed, the efficiency of economic activity is determined by the maximum profit received, while often the problem of preserving the natural environment is not significant. On the other hand, the goal of preserving the ecological diversity and natural environment on the planet significantly limits the achievement of maximum profit in economic activities. The indicated contradictions in the goals of economic activity and environmental problems lead to the formulation of an optimization problem, the essence of which is to find a balanced solution to the integrative problem in the economy-ecology-society system. The transition to the sustainable development of civilization in the name of preserving the life of mankind is impossible without the education of a new person, whose mentality is based on the imperative of spiritual, moral and moral values, who has high responsibility for the results of his life. The formation of such a person can be carried out in the education system as the most massive social institution. The relevance of the transition from an anthropocentric model of education to a biospheric-centric one in the context of education in the interests of sustainable development is substantiated, one of the results of which is the formation of the so-called transformative intelligence. Updating the problem of intellectual development of students in accordance with the challenges of our time made it possible to determine the results of education in terms of intellectual development of students with a focus on 21st century skills, supplemented by the requirements for the formation of transformative intelligence. The article outlines the characteristics of transformative intelligence necessary to carry out professional activities in the VUCA world. The possibilities of the discipline "Mathematics" in the context of the formation of transformative intelligence, implemented at the Siberian Federal University and shown to be effective, are revealed.

Keywords: sustainable development, education for sustainable development, transformative intelligence, educational process, development

Существующая модель цивилизационного развития, характеризующаяся стремлением к увеличению объемов производства, потребительским отношением к природным ресурсам, является неустойчивой, ведущей к глобальному экологическому кризису. В качестве альтернативы предложена модель устойчивого развития, в которой благополучие жителей планеты и сохранение окружающей природы являются главными целевыми ориентирами. Одной из актуальных проблем современного развития цивилизации является поиск такой технологии технико-экономического развития, которая обеспечила бы взаимовыгодное гармоничное сосуществование биосферы и профессиональной деятельности человека для улучшения качества жизни всех жителей планеты. Проецирование названной проблемы устойчивого развития на систему образования определило актуальность разработки инновационной образовательной системы, которую естественно представить как образование в интересах устойчивого развития. Главным ориентиром такого образования является формирование нового менталитета обучающихся на нравственно-моральных ценностях и высокой ответственности за результаты своей профессиональной деятельности, а также усиление развития интеллектуального потенциала обучающихся. В рамках проблемы развития интеллектуального потенциала обучающихся в настоящее время актуальным направлением современного образования является формирование навыков XXI в., которые включают в себя навыки критического мышления (способность решать проблемы, критически анализируя ситуацию в системе заданных условий, и предлагать нестандартные решения), навык креативности (способность генерировать идеи, нестандартно мыслить), навык коллаборации (умение работать в команде, результативно сотрудничать), навык презентации (умение коммуницировать при представлении своих идей и создании продуктов) [1].

Известны расширения представленного перечня навыков XXI в. с включением в него базовых навыков (навыки чтения и письма, математическая грамотность, естественнонаучная грамотность, ИКТ-компетентность, финансовая грамотность, культурная и гражданская грамотность) и личностных качеств (любопытность, инициативность, настойчивость, способность адаптироваться, лидерские качества, социальная и культурная грамотность) [2].

Дальнейшее расширение перечня навыков, необходимых для жизни XXI в., связано с новыми условиями жизнедеятельности.

Цель исследования состоит в теоретическом обосновании потенциала образовательного процесса в интересах устойчивого развития интеллектуальных способностей обучающихся (системного, аналитического, критического, креативного, проектного мышления), дополненных формированием преобразующего интеллекта; раскрытие сущности преобразующего интеллекта посредством выделения его характеристик, отличающих его от познающего интеллекта, обеспечивающего деятельность специалиста на репродуктивном уровне в стабильных условиях производства.

Материалы и методы исследования

Для достижения цели исследования использованы методы теоретического анализа публикаций по теме исследования, статей, диссертационных работ и монографий, использование базовых научных приемов (анализ, синтез, обобщение, систематизация, классификация и др.), а также нормативно-директивных документов, анализ собственного педагогического опыта авторов статьи и опыта преподавателей Сибирского федерального университета. Методологической базой исследования явились:

- личностно-ориентированный подход, позволивший рассматривать обучающегося как субъекта образовательного процесса;

- деятельностный подход, определяющий необходимость использования процессуальных технологий для развития интеллектуального потенциала обучающихся в образовании, в том числе и преобразующего интеллекта;

- компетентностный подход, определяющий результат образования в виде деятельностной характеристики, сформированности навыков XXI в. и преобразующего интеллекта обучающихся, владение которыми обеспечит обучающемуся эффективное выполнение профессиональной деятельности в соответствии с целями устойчивого развития.

Результаты исследования и их обсуждение

Признавая высокий динамизм всех процессов жизнедеятельности человека в современном мире, появление новых техник и технологий и, как следствие, новых знаний, необходимым становится непрерывное образование человека через всю жизнь, обеспечивающее сформированность у обучающихся способности к жизни в так называемом VUCA мире (V – volatility, U – uncertainty, C – complexity, A – ambiguity), отличающемся высокой неопределенностью, непредсказуемостью, сложностью. Признавая

императив изменчивости как атрибут настоящего времени, современный человек ставит задачу формирования способности осуществлять выход из возникающей неопределенности или стремится уменьшить эту неопределенность. К таким способностям относится способность к осуществлению проектной деятельности на основе сформированности проектного мышления. В рамках разработки проекта, осознания проблемы и проектирования ее решения необходимым условием является сформированность у человека различных видов мышления: логического, аналитического и системного мышления. Обобщая сказанное выше, будем представлять навыки XXI в. в расширенном варианте, дополняя их аналитическим, логическим, проектным, критическим, креативным и системным мышлением. Предназначением образования в интересах устойчивого развития является создание условий в образовании, способствующих развитию интеллектуального потенциала обучающихся. Такое инновационное образование на современном этапе развития цивилизации, характеризующемся неустойчивым развитием, ставит проблему перехода к парадигме устойчивого развития как «управляемого системно-сбалансированного социо-природного развития на основе согласованности потребления и воспроизводства природных ресурсов для экономической деятельности в настоящем, обеспечивая возможность профессиональной деятельности будущих поколений».

Триединая концепция устойчивого развития требует обеспечения экологической безопасности и социальной справедливости при реализации экономически эффективной профессиональной деятельности и жизнедеятельности человечества в целом. Здесь считаем необходимым отметить сложность реализации концепции устойчивого развития, которая раскрывается в противоречивости целей экономического и экологического развития. Действительно, главной целью экономической профессиональной деятельности является достижение максимально высокой прибыли, определяющей эффективность этой деятельности. Ориентация на эту цель часто идет вразрез с необходимостью соблюдать природоохранные ограничения, что приводит к экологическим нарушениям. С другой стороны, соблюдение экологических ограничений в профессиональной деятельности не позволяет достичь желаемых результатов в экономической деятельности. Сказанное определяет актуальность решения специалистами оптимизационной задачи установления некоего баланса между целя-

ми экономического развития с учетом природоохранных ограничений.

При оценке состояния достижения 17 целей устойчивого развития в отчете «Время кризиса, время перемен», ООН, 2023 акцентируется необходимость развития науки для ускорения преобразований в направлении устойчивого развития. Многие авторитетных ученых определяют необходимость разработки нового образования в интересах устойчивого развития [3]. Именно образование призвано создать среду формирования человека с новым менталитетом, основанном на приоритете духовных, нравственно-моральных ценностей, базирующихся на учете тенденций и причинно-следственных связей развития цивилизации и экстраполяции их на будущее развитие человечества. Трансформация ценностей и смыслов жизненных ориентиров обучающихся в контексте идей устойчивого развития становится одной из главных задач образования в интересах устойчивого развития, которая может быть решена с использованием дисциплин гуманитарного цикла.

Определяя методологию образования в интересах устойчивого развития, авторы отмечают необходимость и целесообразность перехода от антропоцентрического подхода в жизнедеятельности человечества к биосфероцентрическому, определяющему проблему сохранения биосферы, ее многообразия как необходимого условия выживания и дальнейшего устойчивого и непрерывного развития человека [4].

Опираясь на триединую концепцию устойчивого развития, целесообразно выстраивать образование в интересах устойчивого развития на междисциплинарной методологии, рассматривающей в системно-комплексном единстве социальные, экономические и экологические аспекты в образовании. Рассмотрение 17 целей устойчивого развития и вытекающих из них 169 задач позволяет найти отдельные темы и разделы в дисциплинах учебного плана определенных направлений подготовки специалистов, которые позволяют приобщить обучающихся к идеям устойчивого развития и выработать способности для осуществления профессиональной деятельности, прогнозируя ее последствия и предотвращая возможные риски.

Сказанное выше относительно сущности устойчивого развития позволяет определить предмет образования в интересах устойчивого развития как выявление закономерностей, взаимосвязей и взаимодействия в социо-природных экосистемах, общества и природы, социального и биологического, предполагающее высокий уровень

развития интеллекта человека [5]. Одним из видов интеллекта, как способности личности к познанию, осмыслению и решению задач, является так называемый познающий интеллект, обеспечивающий деятельность специалиста на репродуктивном уровне в стабильных условиях производства. В настоящее время в условиях императива изменений и опережающего характера образования особую значимость приобретает преобразующий интеллект. Четкое определение преобразующего интеллекта в психолого-педагогической литературе в настоящее время отсутствует. В то же время исследователи отмечают черты преобразующего интеллекта: особый склад ума, способствующий, используя интуицию, логическое, творческое мышление, решать проблемы в изменяющихся условиях; «совокупность взаимоувязанных свойств и качеств личности, умственных способностей, позволяющих методологически осмысливать изменяющуюся действительность и принимать адекватные решения» [6]; способность решать сложные, слабоструктурированные проблемы, базируясь на фундаментальных знаниях и компетентностях.

Ориентация образования на идеи устойчивого развития определяет в соответствии с триединой концепцией использование системного общенаучного подхода. Системный подход к построению образования в интересах устойчивого развития предполагает проникновение идей устойчивого развития во все дисциплины учебного плана соответствующего направления подготовки специалистов с учетом 17 целей этого процесса. Однако в настоящее время в практике образования чаще всего используется уровни системности в рамках отдельной дисциплины (экологии, экономики и др. дисциплин). Более высокий уровень системности достигается при реализации образования в интересах устойчивого развития в рамках отдельных модулей дисциплин (естественнонаучный, модуль информационных дисциплин, модуль гуманитарных дисциплин и др.).

Покажем возможности математики в формировании преобразующего интеллекта. Изучение математики студентами, обучающимися по технико-технологическим направлениям подготовки, способствует развитию «базовых мыслительных операций: системное, логическое, критическое мышление» [7]. Принимая к сведению потенциал математики в развитии базовых мыслительных операций, раскрытый авторами в [7], акцентируем внимание на требованиях к математике, ее содержанию и технологическому компоненту педагогической

системе обучения студентов. Потенциал математики при решении задачи формирования преобразующего интеллекта обучающихся целесообразно использовать для:

- формирования у обучающихся системного мышления, позволяющего в дальнейшем представлять решаемую математическую задачу, осуществляя декомпозицию главной цели через цели низшего уровня системности, и представлять структурно-целостную модель решения задачи с выделенными связями и взаимозависимостями отдельных компонентов – целей, выстраивая их в четкой логике решаемых задач;

- формирования у обучающихся способности выявлять причинно-следственные связи в процессах и событиях на основе способности логически мыслить. Эта способность формируется, в частности, при использовании методов математической статистики при анализе результатов решения математических задач и использовании информационных технологий, анализе количественных и качественных результатов исследуемых процессов, что позволяет выявлять закономерности и экстраполировать ее на прогнозирование будущего;

- развития у обучающихся творческих способностей в ситуации успешной образовательной деятельности с обогащенным содержанием учебного материала проблемного характера;

- развития системного мышления в процессе разработки опорных схем, чертежей, рисунков и других средств, основанных на феномене идентификации образа (зрительного, звукового, смыслового) и текста, представляющего содержание учебного материала;

- развития способности решать проблемы в изменяющихся условиях при использовании проблемных задач повышенного уровня сложности.

При решении любой математической задачи осуществляется сложная система мыслительности, базирующаяся на сформированности алгоритмического, критического и логического мышления. Мыслительный процесс по решению математической задачи имеет специфические особенности, связанные с особенностями математики как науки, использующей для решения математических задач индукцию и дедукцию, входящие в характеристику преобразующего интеллекта, а также базовые мыслительные операции (анализ и синтез, абстрагирование, конкретизацию, классификацию, систематизацию, обобщение). Преобразующий интеллект обучающегося формируется в деятельности по решению математических задач с использованием алгоритмического мышления, по-

звляющего выявлять обобщенную систему действий для решения определенного класса задач. Разработка алгоритма решения задачи начинается с критического анализа условий задачи, осознания проблемной ситуации, задачи и сопровождается последовательностью шагов, логически раскрывающих последовательность действий для достижения цели и получения результата.

Опыт развития интеллектуальных способностей обучающихся позволяет признать целесообразность введения в занятие 3–5 мин так называемой интеллектуальной гимнастики, содержание которой может иметь математический или общий контекст. Задания, требующие рассуждений в обосновании решения, которые развивают логику и интуицию и способствуют развитию преобразующего интеллекта, могут быть заимствованы из классического теста Айзенка на определение уровня IQ.

Заключение

Образование, как подсистема глобальной системы общественного развития, разделяет судьбу общества, проецирует на себя его проблемы и, выполняя опережающие функции, предлагает пути их решения посредством обучения подрастающего поколения отвечать на вызовы изменяющегося мира.

Резюмируя сказанное выше, отметим, что в настоящее время значимой проблемой педагогической науки и образовательной практики является разработка инновационной модели образования в интересах устойчивого развития. В предложенном исследовании определен новый предмет образования в интересах устойчивого развития, актуализирована необходимость и значимость усиления интеллектуального развития обучающихся посредством создания педагогических условий развития базовых мыслительных процессов на основе системного, аналитического, логического, критического, креативного проектного мышления, рассмотрена сущность преобразующего интеллекта обучающихся как одного из результатов образования в интересах устойчивого развития посредством выделения его значимых характери-

стик, позволяющих решать сложные, в том числе слабоструктурированные проблемы в условиях VUCA мира. Показан потенциал и условия организации образовательного процесса, способствующие формированию преобразующего интеллекта при освоении дисциплины «Математика». Предложенный подход в формировании преобразующего интеллекта реализуется в Сибирском федеральном университете при обучении математике слушателей Малой инженерной академии на довузовском этапе и при обучении бакалавров, будущих металлургов и горняков.

Дальнейшее исследование в рамках разработки образования в интересах устойчивого развития считаем необходимым осуществить по проблеме трансформации ценностей и смысложизненных ориентиров обучающихся в контексте идей устойчивого развития, что, несомненно, будет способствовать формированию нового менталитета человека для жизни в будущем.

Список литературы

1. Добрякова М.С., Юрченко О.В., Новикова Е.Г. Навыки XXI века в российской школе: взгляд педагогов и родителей // Современная аналитика образования. 2018. № 4 (21). С. 1–66.
2. Прохорова М.П., Петровский А.М., Баланова С.А. Возможности и направления развития «навыков будущего» у студентов вуза // Проблемы современного педагогического образования. 2022. № 77–1. С. 237–240.
3. Ильин И.В., Урсул А.Д., Урсул Т.А., Андреев А.И. Образование для устойчивого развития в России: проблемы и перспективы: монография (Экспертный аналитический доклад). М.: Московская редакция изд-ва «Учитель». 2017. 207 с.
4. Урсул А.Д., Урсул Т.А., Бахарев В.В. Безопасность через устойчивое развитие как принцип стратегии национальной безопасности России // Социально-гуманитарные знания. 2009. № 6. С. 242–256.
5. Дзятковская Е.Н. Новое направление образовательной деятельности – образование устойчивого развития // Современное педагогическое образование. 2019. № 11. С. 16–22.
6. Харченко А.А. Структурная модель опережающего профессионального образования государственных служащих // Вестник государственного и муниципального управления. 2012. № 1. С. 90–98.
7. Осипова С.И., Бугаева Т.П., Осипов В.В., Терещенко Ю.А., Шаипова Ю.А. Развитие базовых мыслительных операций и интеллектуальных способностей студентов в процессе обучения математики // Современное педагогическое образование. 2020. № 8. С. 63–66.

УДК 37.01:378

DOI 10.17513/snt.39964

ЭВОЛЮЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ В XX – НАЧАЛЕ XXI В. В КОНТЕКСТЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

¹Погорелов С.С., ²Окунеев Л.К., ²Ушаков А.А.

¹ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», филиал,
Славянск-на-Кубани, e-mail: pogorelov.s.s@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар,
e-mail: okuneev@bk.ru, radbelmedkol@mail.ru

Аннотация. Система высшего образования в России всегда реагирует на изменения социально-экономических показателей, служит запросам всех сфер общественного развития и экономики. В разные исторические этапы наблюдаются различные особенности развития системы высшей школы. Универсальными остаются такие черты, как подготовка квалифицированных специалистов, отвечающих запросам государства, формирование рынка труда и обучение новым специальностям и профессиям, важным для экономики. В свою очередь, развитие экономики страны зависит от состояния системы высшего образования. Таким образом, экономическая сфера и образовательная среда – взаимозависимые элементы одной системы, интеграция которых обуславливает развитие общества. В статье проанализировано развитие системы высшего образования в разные исторические эпохи и современный период в контексте экономической модернизации. Также изложены основные характеристики этапов развития высшего образования, которые были выделены исходя из особенностей модернизации исторического периода. Кроме этого, в результате исследования определены особенности развития высшего образования на Кубани, которые детерминированы культурно-историческими особенностями Краснодарского края. Результаты исследования могут быть использованы в образовательном процессе вузов при изучении истории развития отечественного высшего образования.

Ключевые слова: высшее образование, образовательная система, университетское образование, Болонский процесс, Федеральный государственный образовательный стандарт, уровни образования

EVOLUTION OF HIGHER EDUCATION IN RUSSIA IN THE XX – BEGINNING OF XXI CENTURY IN THE CONTEXT OF ECONOMIC DEVELOPMENT

¹Pogorelov S.S., ²Okuneev L.K., ²Ushakov A.A.

¹Kuban State University, branch, Slavyansk-on-Kuban, e-mail: pogorelov.s.s@mail.ru;

²Kuban State University, Krasnodar, e-mail: okuneev@bk.ru, radbelmedkol@mail.ru

Annotation. The higher education system in Russia always reacts to changes in socio-economic indicators and serves the needs of all spheres of social development and the economy. At different historical stages, various features of the development of the higher school system are observed. Such features as the training of qualified specialists who meet the needs of the state, the formation of the labor market and training in new specialties and professions important for the economy remain universal. In turn, the development of the country's economy depends on the state of the higher education system. Thus, the economic sphere and the educational environment are interdependent elements of one system, the integration of which determines the development of society. The article analyzes the development of the higher education system in different historical epochs and the modern period in the context of economic modernization. The main characteristics of the stages of higher education development are also outlined, which were highlighted based on the peculiarities of the modernization of the historical period. In addition, as a result of the study, the features of the development of higher education in the Kuban region are determined by the cultural and historical features of the Krasnodar Territory. The results of the study can be used in the educational process of universities in the study of the history of the development of domestic higher education.

Keywords: higher education, educational system, university education, Bologna process, Federal State Educational Standard, levels of education

Система современного российского образования переживает процесс модернизации. Это требует изучения истоков образования в России и исследования его специфики и этапов. Изучение эволюции высшего образования в России на протяжении XX – начала XXI в. позволяет осмыслить проблемы высшего образования в России и выработать эффективные меры по его совершенствованию.

Цель исследования – изучение развития системы высшего образования в дореволюционный, советский и современный периоды в контексте экономической модернизации.

Материалы и методы исследования

Использовался сравнительно-исторический анализ, позволяющий выделить общее и особенное на каждом этапе эволюции высшей школы.

Результаты исследования и их обсуждение

Точкой отсчета развития отечественного высшего образования служит XVII в. Создание Киево-Могилянской и Славяно-греко-латинской академий в крупнейших городах – Киеве и Москве привело к новым тенденциям в образовании: моде на высшее образование и повышению спроса на специалистов, окончивших учреждения подобного типа. Социально-экономическое развитие России при Петре I обусловило спрос на получение научных и технических знаний, что привело к открытию Академического университета при Академии наук. Апогеем этого развития в XVIII в. становится создание Московского университета. Реформы Екатерины II требовали от населения технического и инженерного образования, что привело к созданию в Санкт-Петербурге высшего учебного заведения такой специализации – Горного училища. Николай I продолжил эту тенденцию, издав указ об основании Императорского высшего технического училища (сейчас – Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана). Параллельно открываются университеты широкой специализации – Санкт-Петербургский, Казанский, Харьковский, Киевский, Варшавский. Таким образом, экономическая модернизация России, происходившая на протяжении XVII и XVIII вв., делала важным и необходимым распространение широкой сети высших учебных заведений по всей империи. С другой стороны, именно вклад в развитие высшей школы и обучение специалистов обуславливал процессы быстрого экономического развития страны [1].

Важно отметить, что уже в этот ранний период истории становления и эволюции российской высшей школы учебные заведения делятся на профили, а также выделяются узконаправленные университеты – инженерные и технические.

Рассматривая развитие системы высшего образования в контексте социально-экономической модернизации, сделаем хронологический акцент на рубеже XIX и XX в. Количество вузов увеличивалось в геометрической прогрессии, росла численность студентов. Статистические данные показывают, что с 1892 по 1917 г. количество вузов выросло с 48 до 65 государственных, частных, общественных и ведомственных учебных заведений, а численность студентов за этот же период увеличилась с 25 тыс. до 135 тыс. чел. Однако в демографическом разрезе студенчество являлось малочисленной социальной группой и составляло 0,1 % населения.

Отметим другие важные характеристики развития высшего образования этого периода. Во-первых, на Кавказе и в Средней Азии не было университетов. В Русской Азии действовали только два учреждения на всей ее большой территории – Сибирский Университет и Томский технологический институт. Высшие учебные заведения концентрировались в 27 городах. В авангарде стоял Санкт-Петербург, где функционировали 38 государственных и частных учреждений.

Говоря об особенностях развития высшего образования на Кубани, отметим, что высшие школы отсутствовали, хотя реальная потребность и предпосылки для их открытия существовали. Отсутствие высших заведений тормозило интеллектуальное развитие региона. Среди причин, затрудняющих открытие университетов, следует отметить: отсутствие кадров среди профессорско-преподавательского состава, отсутствие условий для предоставления студенчеству условий жизни и получения образования.

Кроме того, организация системы высшего образования тормозилась возможностью потери казачеством контроля над процессом воспитания подрастающего поколения, увеличением так называемого «иногороднего элемента», а также распространением революционных идей.

Отдельно хочется выделить следующую характеристику этого этапа – начало образования женщин. Однако обучение женщин на курсах не приравнивалось к получению высшего образования. И только с 1915 г. женские курсы стали выдавать дипломы о высшем образовании.

Промышленный переворот начала XX в. сопровождался появлением новых отраслей производства и новых профессий, что делало необходимым обеспечение этих отраслей кадрами. Экономический рост породил вопрос необходимости наличия в государстве соответствующего образовательного потенциала. Однако этот потенциал еще был недостаточным, и его формирование не поспевало за бурным развитием промышленности.

В российских университетах, высших технических, военно-инженерных и коммерческих училищах обучалось чуть более 4000 студентов естественнонаучного и инженерного образования. Еще меньше студентов получали земледельческое образование. Совсем низкий процент студентов был у богословия, юриспруденции и художественного образования [1].

Развитие высшей школы осложнялось рядом причин. Во-первых, система управления высшим образованием была громозд-

кой и сложно управляемой: им руководили 12 министерств и ведомств, что создавало межведомственные столкновения. Вторых, не существовало единой государственной образовательной политики. Министерство народного просвещения вследствие этого не могло эффективно управлять системой высшего образования. Это замечание интересно рассматривать в сравнении с современной системой российского образования. Важно отметить, что обе проблемы решены в процессе эволюции советского и российского образования [2].

Радикальные настроения среди студенчества и преподавательского состава замедляли процесс подготовки профессиональных кадров, поскольку власть должна была предпринимать меры по профилактике политического экстремизма путем ограничений, вводимых в структуру высшего образования.

В России этого периода наряду с государственным образованием развивалось и негосударственное высшее образование. В 1905 г. правительством было одобрено открытие частных негосударственных учреждений с образовательной программой выше среднего. Однако частные государственные университеты не могли претендовать на уровень государственных высших учебных заведений [3]. К Февральской революции в государстве функционировало более 50 негосударственных высших учебных заведений, большая часть которых – женские курсы различного типа.

Идея развития негосударственного высшего коммерческого образования активно развивается в купеческом сословии, вследствие этого начинают открываться заведения данного типа. Таким образом, частное негосударственное высшее образование играет важную роль, поскольку удовлетворяет образовательную потребность населения. Коммерческие учреждения молодые люди рассматривают как социальный лифт в структуре социальной мобильности, благодаря которому можно изменить свой социальный статус; а преподаватели – как дополнительный источник заработка.

Система советского образования стала логическим продолжением существовавшей в Российской империи системы. Однако процессы, запущенные после 1917 г., привели систему высшего образования к критическому положению: финансирование вузов было сокращено, интеллигенция стала объектом террора. Национализация привела к превращению всех высших учебных заведений в государственные, а право преимущественного приема в вузы было закреплено за представителями крестьянства

и пролетариата, которым выплачивалась повышенная стипендия.

Развитие высших учебных заведений в послереволюционное время проходит в едином русле развития образовательной системы государства. Высшее образование нацелено на полное удовлетворение экономики высококвалифицированными кадрами.

Изменения в работе вузов касались в первую очередь учебно-методической части образовательного процесса. Работа вузов, как и функционирование других социальных институтов, базировалась на марксистско-ленинской идеологии.

В вузах создавались рабочие факультеты – рабфаки, которые должны были решить задачу подготовки крестьянства и пролетариата к получению высшего образования, а также воспитать их в русле коммунистической идеологии. По некоторым предметам был введен общий научный минимум, однако специалистов для преподавания зачастую не хватало. Чтение курсов доверялось партработникам. Изменения коснулись и самоуправления. Так, была ограничена автономия.

Интересно, что именно революционные изменения и условия Гражданской войны запускают на Кубани процесс открытия высших учебных заведений. Отметим основные причины, связанные с экономическим развитием Кубани. Бурный экономический рост региона ставил вопрос о постоянном и непрерывном обеспечении экономики кадрами. Проблема заключалась в том, что выпускники уже имевшихся на Кубани гимназий и реальных училищ не могли получать высшее образование в регионе и уезжали в другие города.

Важным фактором развития высшего образования на Кубани видится отток профессорско-преподавательского состава и интеллигенции на Юг страны в условиях Первой мировой войны и революции.

В 1918 г. открывается Кубанский государственный технологический университет, в 1920 – Кубанский государственный университет, в 1922 – Кубанский государственный аграрный университет. Эти новшества должны были покрыть нехватку кадров в экономически бурно развивающемся регионе и всей стране.

Однако сложности в финансировании появились во время проведения политики военного коммунизма и НЭПа, в результате чего многие вузы по всей стране либо закрывались, либо реорганизовывались в средние профессиональные учреждения. В 1920-х гг. наблюдается открытие и расширение сети ведомственных институтов, высших заведений политехнического и сель-

скохозяйственного профилей, что было обусловлено задачей подготовки высококвалифицированных кадров для нужд народного хозяйства (в том числе на Кубани).

Позитивные изменения в системе высшего образования связаны с развитием промышленности в 1930-е гг. и возможностью государства финансировать образование. Наблюдается рост числа вузов и студентов. Высшей школе уделяется пристальное внимание, поскольку она должна решать задачи широкого спектра – от научных вопросов до идейно-политических и воспитательных [3].

Наблюдается устойчивый стабильный рост числа студенчества и вузов. Перед началом Великой Отечественной войны в СССР насчитывалось 750 вузов, в которых обучалось около 620 тыс. студентов. После окончания войны в 792 вузах обучалось 653 тыс. студентов, а в 1951 г. – 887 вузов, количество студентов при этом увеличилось вдвое [4].

Таким образом, несмотря на послевоенное тяжелое время, система высшего образования продолжает усиленно развиваться. Это делает возможным быстрое послевоенное восстановление страны. И к 1960-м гг. высшее образование в СССР находится на пике своего развития, однако на этапе построения «развитого социализма» становятся отчетливо видны кризисные тенденции в советской высшей школе. Поскольку наблюдается снижение темпов экономического развития, отсталость в научно-технической сфере, экстенсивность производ-

ства, высшее образование начинает терять финансирование [5].

Существуют проблемы количественного и качественного уровня студентов: незначительное улучшение подготовки специалистов, падение престижа многих профессий и снижение авторитета в области интеллектуального труда [5].

Однако успехи высшей школы на этом этапе были важнее ее недостатков. Активно развиваются компетенции профессорско-преподавательского состава, что можно проследить по участию его в научно-исследовательской деятельности, в том числе открытии новых вузов и научно-исследовательских институтов [6].

Высшее образование Российской Федерации является составной частью профессионального образования и имеет своей целью «обеспечение подготовки высококвалифицированных кадров по всем основным направлениям общественно полезной деятельности в соответствии с потребностями общества и государства, удовлетворение потребностей личности в интеллектуальном, культурном и нравственном развитии, углублении и расширении образования, научно-педагогической квалификации» [7].

Модернизация системы образования, в том числе высшего, неразрывно связана с модернизацией в экономической сфере – главным образом построением рыночной экономики. Так, высшее образование должно чутко реагировать на любые экономические изменения, быстро отвечая на них.

Основные этапы развития высшего образования

Период	Особенности модернизационного процесса	Черты развития системы высшего образования
Конец XIX в. – 1917 г.	Промышленный переворот, появление новых профессий	Увеличение количества вузов, женская эмансипация в системе высшего образования, сословность образования
1920-е гг.	НЭП, индустриализация	Пролетаризация системы высшего образования, преподаватели становятся обычными наемными работниками
1930-е гг.	Коллективизация	Реорганизация университетов в отраслевые институты
1940-е гг.	Перестройка экономики на военные рельсы	Высшие учебные заведения работают в эвакуации, всеобщее военное обучение
1960–1980-е гг.	Трансформация системы хозяйствования, реформа А.Н. Косыгина	Формирование нового вида студента – владеющего марксистско-ленинской идеологией
1990–2000-е гг.	Перестройка, переход к рыночной экономике	Адаптация системы к рыночной экономике, появление коммерческих вузов
2000-2020-е гг.	Развитие рынка, экономические реформы	Появление федеральных единых программ, Болонский процесс, коммерциализация, развитие наукоемких технологий, цифровизация

Данная ситуация заставила вузы с многолетней историей ввести в общественную и образовательную риторику понятие «классический университет». Впервые это произошло на съезде Евразийской ассоциации университетов (ЕАУ) в 1991 г. В 1997 г. это понятие было официально утверждено и получило точное определение классического университета как «высшего учебного заведения, осуществляющего образовательную и фундаментальную научно-исследовательскую деятельность в системе естественнонаучных, гуманитарных и социально-экономических областей знаний» [8].

В таблице изложены основные характеристики этапов развития высшего образования, которые были выделены исходя из особенностей модернизации исторического периода.

Заключение

Система российского высшего образования и экономическое развитие неразрывно связаны друг с другом. Система высшего образования в России всегда гибко реагирует на изменения экономических показателей, служит экономическим целям. В разные исторические этапы наблюдаются разные особенности развития системы высшей школы. Универсальными остаются такие черты, как подготовка специалистов, отвечающих запросам государства, формирование рынка труда и обучение новым специальностям и профессиям, важным для экономики. В свою очередь, развитие

экономики страны зависит от состояния системы высшего образования.

Список литературы

1. Эрдынеева К.Г., Игумнова Е.А., Левданская Ю.Ю. Методологические основы педагогики: учебное пособие / Под ред. Т.К. Клименко. Чита: ЗабГУ, 2020. 387 с.
2. Роговая Е.Н. История развития высшего образования в XX – начале XXI в. // Педагогический вуз в социокультурном и образовательном пространстве региона: сборник научных трудов региональной научно-практической конференции, посвященной 25-летию филиала Кубанского государственного университета в г. Славянске-на-Кубани. В 2 ч. (Славянск-на-Кубани, 27–29 сентября 2019 г.) / Отв. ред. М.Ю. Беляева. Ч. 1. Славянск-на-Кубани: Филиал ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет» в г. Славянске-на-Кубани, 2020. С. 50–58.
3. Образовательный потенциал России: сборник материалов конкурса педагогов и форума / Автономная некоммерческая организация «Академический учебно-исследовательский центр информационно-коммуникационных технологий» и др. / Под ред. Л.Ю. Ляшко, Т.В. Ляшко. Обнинск: Росинтал, 2017. 184 с.
4. Реформы отечественной академии наук в XX–XXI вв.: историко-научоведческие очерки: монографическое исследование. Саратов: Амирит, 2019. 126 с.
5. Медынский Е.Н. Народное образование в СССР. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Изд-во Академии педагогических наук РСФСР, 1952. 260 с.
6. Народное образование в СССР: Общеобразовательная школа: Сборник документов 1917–1973 гг. М.: Педагогика, 1974. 559 с.
7. Об основных гарантиях прав ребенка в Российской Федерации: Федеральный закон № 124-ФЗ: текст с изменениями и дополнениями на 28.04.2023 г. М.: Эксмо, 2024. 510 с.
8. Ерофеев Д.С. Развитие современных классических университетов в России в контексте Болонского процесса: педагогический аспект: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Краснодар, 2006. 24 с.

УДК 378.4
DOI 10.17513/snt.39965

ОТНОШЕНИЕ К МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКЕ СТУДЕНТОВ – БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ

Салехова Л.Л.

*ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань,
e-mail: salekhova2009@gmail.com*

Аннотация. Важность изучения статистики студентами – будущими учителями математики объясняется тем, что это одна из фундаментальных математических дисциплин, формирующих математический кругозор будущего учителя; кроме того, с 2023 г. предмет «Вероятность и статистика» является обязательным математическим предметом в школе. Исследования показывают, что большинство студентов при изучении математической статистики испытывают тревогу, они считают ее трудной для понимания, что в будущем может повлиять на их уверенность при преподавании математики в школе. Цель данного исследования – определить отношение студентов – будущих учителей математики, которые проходят целевую подготовку для школ Республики Татарстан, к курсу математической статистики. Новизна заключается в том, что, в отличие от немногих статей отечественных ученых, посвященных экспертизе математического образования в вузе, в качестве инструмента используется модифицированная для русскоязычной аудитории анкета «Отношение к статистике» (Survey of Attitudes Toward Statistics). Анкета имеет шесть подшкал: использование статистики в профессиональной жизни; ожидания по отношению к курсу статистики; старательность; применение статистики в повседневной жизни; интерес и ее субъективная сложность. Для обработки результатов опроса применяются методы описательной статистики. В исследовании приняли участие будущие учителя математики, обучающиеся на третьем курсе бакалавриата направления «Педагогическое образование» Казанского федерального университета. Студенты продемонстрировали весьма позитивное отношение к статистике, кроме компонента субъективной сложности дисциплины. Результаты этого исследования будут использованы в качестве руководства при разработке методов обучения, призванных сбалансировать отношение к данной дисциплине.

Ключевые слова: отношение к статистике, будущие учителя математики, анкета SATS-34, шестифакторная шкала

PRE-SERVICE MATHEMATICS TEACHER'S ATTITUDE TO MATHEMATICAL STATISTICS

Salekhova L.L.

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, e-mail: salekhova2009@gmail.com

Annotation. The importance of studying statistics by students – future mathematics teachers is explained by the fact that this is one of the fundamental mathematical disciplines that shape the mathematical horizons of the future teacher, in addition, since 2023, the subject “Probability and Statistics” has been a compulsory mathematical subject at school. Research shows that most students experience anxiety when learning mathematics statistics and find it difficult to understand, which may affect their confidence in teaching mathematics in school in the future. The purpose of this study is to determine the attitudes of students – future mathematics teachers who are undergoing targeted training for schools in the Republic of Tatarstan – to the statistics course. The novelty lies in the fact that, unlike the few articles by domestic scientists devoted to the examination of mathematics education at a university, the Survey of Attitudes Toward Statistics questionnaire, modified for the Russian-speaking audience, is used as a tool. It has a six-factor structure: the use of statistics in professional life; expectations regarding the statistics course; diligence; application of statistics in everyday life; interest and its subjective complexity. Descriptive statistics was used to process the results. The study involved pre-service mathematics teachers studying in the third year of a bachelor's degree in “Pedagogical Education” at Kazan Federal University. Students demonstrated a very positive attitude towards statistics, except for the component of subjective complexity of the discipline. The results of this study will be used to guide the development of teaching methods designed to balance attitudes to statistics.

Keywords: attitude towards statistics, future mathematics teachers, SATS-34 questionnaire, six-factor scale

Важность изучения статистики студентами – будущими учителями математики объясняется тем, что это одна из фундаментальных математических дисциплин, формирующих математический кругозор будущего учителя; кроме того, с 2023 г. предмет «Вероятность и статистика» является обязательным математическим предметом в школе начиная с седьмого класса. Математическая статистика используется в исследованиях по методике обучения

математике, например, для обработки результатов педагогических экспериментов, поэтому дисциплина «Теория вероятности и математическая статистика» присутствует в базовой части учебного плана у студентов, обучающихся по направлению «Педагогическое образование» в Казанском федеральном университете.

Результаты научных исследований и наблюдения преподавателей показывают, что в большинстве своем студенты испыты-

вают трудности и тревожность при изучении статистики.

Трудности в понимании предмета статистики обусловлены влиянием когнитивных факторов, включающих в себя интеллектуальные возможности студента (восприятие, память, внимание, мышление, речь, воображение) и математические способности. Так, В.А. Крутецкий писал, что «неспособность к математике имеет своей первопричиной большую затрудненность выделения мозгом раздражителей типа математических обобщенных отношений, числовых абстрактов и символов и загруженность операций с ними» [1].

Неуспеваемость по математическим дисциплинам также может быть обусловлена психологическими факторами, такими как отношение, восприятие, интерес, ожидания и мотивация. По мнению ученых, эти факторы могут затруднить обучение статистике и использование знаний, умений и навыков по статистике при решении профессиональных и повседневных задач [2–4].

Исследования тревожности по отношению к восприятию и пониманию статистических данных и к изучению математической статистики берут начало с первой половины 1980-х гг., они являются продолжением изучения феномена математической тревожности в широком смысле.

В рамках данной работы тревожность по отношению к математической статистике рассматривается как состояние, возникающее у студентов в процессе ее изучения, прохождения оценивающих процедур или обсуждения статистических данных. «Это состояние характеризуется повышенным эмоциональным возбуждением, умственной неорганизованностью, напряжением и психологическим стрессом, которое негативно влияет на познавательный процесс и затрудняет работу студентов со статистической информацией и решением задач» [5].

Большинство ученых, изучающих данное состояние, рассматривают его по-разному в зависимости от набора предлагаемых установок, но как многофакторный конструкт. Например, Р. Крус выделяет шесть факторов статистической тревожности: боязнь статистических данных, боязнь интерпретации статистических данных, страх перед занятиями статистикой и тестами, самооценка своих математических способностей, страх просить помощь и страх неудачи [5].

В зарубежных образовательных учреждениях практикуется проведение опросов, посвященных экспертизе математического образования в вузе, которые подтверждают существование устойчивой зависимости между математической тревожностью

и академическими достижениями по вероятностно-статистическим дисциплинам. Сильные негативные связи обнаруживаются также между тревожностью, успеваемостью по курсам математической статистики и методологии проведения научных исследований [6, 7].

Анализ отечественных журналов по педагогике и психологии показал, что в них немного статей на данную тему. Однако среди них можно выделить исследования Е.В. Кузнецовой [8, 9]. Автор разработала собственную анкету, направленную на выявление ценностного отношения к дисциплине «Теории вероятности и статистика» и эмоционального состояния студентов при ее изучении. Результаты кластерного анализа анкетирования показали, что студенты, обучающиеся по направлению «Информатика», «Математика» и «Прикладная математика и информатика», демонстрируют устойчивые, репрезентативные оценки курса. Она выделила среди испытуемых две подгруппы, одна из которых испытывала положительные эмоции и интерес к изучению математической статистики, а во вторую группу вошли студенты, испытывающие затруднения, но также не имеющие отрицательного отношения к изучению математической статистики, что можно объяснить их будущей профессией.

Интерес зарубежных ученых к изучению данного вопроса привел к тому, что за последние тридцать лет разработано семь анкет, измеряющих тревожность и отношение к курсам по статистике:

- Statistical Anxiety Scale,
- Statistical Anxiety Rating Scale (STARS),
- Statistics Anxiety Inventory (SAI),
- Statistics Attitudes Survey (SAS),
- Attitudes Toward Statistics (ATS),
- Multifactorial Scale of Attitudes Toward Statistics (MSAS),
- Survey of Attitudes Toward Statistics Scale (SATS).

В данной работе мы придерживаемся позиции, что объект исследования не имеет заранее установленной негативной окраски, поэтому акцент делается на исследовании отношения, а не тревожности.

Исследователи дают различные определения понятию «отношение». По мнению В.П. Позднякова, «психологические отношения – это осознаваемые психические явления, особые состояния сознания, которые предшествуют реальному поведению и выражают готовность к этому поведению. Они включают в себя также когнитивный компонент, выражающийся в знании об объектах отношения, эмоциональный компонент, проявляющийся в эмоциональной

оценке и переживаниях по поводу объектов отношения, и ценностный компонент, выражающийся в оценке объекта отношения, исходя из субъективной иерархии значимых для личности ценностей» [10].

Отношение рассматривается как психическое состояние, которое существует у человека, формируется на основе опыта и влияет на реакцию человека на объект или связанное с ним явление.

Целью данной работы является определение отношения студентов к изучению курса математической статистики, поэтому был использован опросник отношения к статистике Survey of Attitudes Toward Statistics Scale (SATS-36).

В оригинале SATS-36 имеет шестифакторную структуру и состоит из 36 утверждений, направленных на измерение следующих факторов:

1) отношение к статистике (Affect) – позитивные и негативные чувства, которые вызывает у студентов изучение статистики (6 утверждений);

2) когнитивные компетенции (Cognitive Competences) – установки по отношению к навыкам и знаниям, необходимым для изучения статистики (6 утверждений);

3) важность (Value) – вопросы о полезности, релевантности и значимости статистики в профессиональной и повседневной жизни респондента (9 утверждений);

4) сложность (Difficulty) – установки по отношению к изучению предмета (7 утверждений);

5) интерес (Interest) – индивидуальный уровень интереса к статистике (4 утверждения);

6) старательность (Effort) – количество прикладываемых усилий (4 утверждения) [7].

Е.А. Орел и Т.Е. Хавенсон адаптировали анкету SATS-36 для русскоязычной аудитории. В русскоязычную версию входят 34 утверждения, поэтому в дальнейшем будем называть ее SATS-34. Утверждения анкеты также ориентированы на измерение шести подшкал, которые имеют следующие названия:

1) «Статистика в профессиональной жизни»;

2) «Ожидания по отношению к статистике»;

3) «Старательность»;

4) «Статистика в повседневной жизни»;

5) «Интерес»;

6) «Субъективная сложность» [11].

Коэффициент альфа Кронбаха (надежности – согласованности) для SATS-34 варьируется от 0,7 до 0,9. Таким образом, русскоязычный вариант анкеты имеет высокую согласованность утверждений и подтверж-

дает, что каждый фактор направлен на измерение одной подшкалы. В ней используется 7-балльная шкала Лайкерта, то есть респондент при выражении своего отношения к утверждениям должен выбрать ответы от «полностью согласен» – 7 до «полностью не согласен» – 1. Русскоязычную версию опросника, которая была использована в данной работе, можно найти в статье Е.А. Орел, Т.Е. Хавенсон [11].

Целью данного исследования является определение отношения студентов – будущих учителей математики к математической статистике.

В данном исследовании отношение студентов к математической статистике измеряется посредством ответов на набор утверждений в конкретном компоненте отношения в SATS-34.

Статистика в профессиональной жизни – это первый компонент при оценке отношения студентов к курсу статистики. Этот компонент оценивает отношение к полезности, актуальности и преимуществам использования статистики в профессиональной жизни. Для оценки такого отношения используются утверждения, показывающие, что статистика полезна, необходима и актуальна в учебе и карьере.

Вторым компонентом являются *ожидания по отношению к статистике* – оценивается отношение студента к курсу статистики. Для измерения используются утверждения, демонстрирующие интерес обучающихся, отсутствие чувства угрозы и разочарования, удовлетворение, отсутствие стресса при решении статистической задачи и во время прохождения курса.

Статистика в повседневной жизни – эта подшкала показывает отношение студентов к использованию статистических данных, например, для подтверждения своей точки зрения, при принятии решений, для ориентации в окружающем мире.

Старательность обучающихся также входит в число оцениваемых компонентов. Если студенты показали, что приложили усилия, то их относят к категории положительно относящихся к статистике. Этот компонент оценивается с помощью таких заявлений, как намерение студента выполнить все задания, усердно учиться и посещать все лекции по предмету.

Интерес – компонент, оценивающий познавательный интерес студента. При оценке такого отношения используются следующие вопросы: заинтересован ли обучающийся в изучении статистики, в обсуждении статистической информации с другими людьми, в использовании статистики, в понимании статистической информации.

Следующий компонент – *субъективная сложность* дисциплины. Элементами, используемыми для измерения этого отношения, являются утверждения, показывающие, что студенты не испытывают трудностей с пониманием статистических понятий, исходя из их образа мышления, способны совершать статистические расчеты, используя статистические формулы.

Восприятие студентами курсов по математической статистике и отношение к ним требуют внимания и мониторинга, поскольку они оказывают влияние на преподавание и изучение данной дисциплины.

Материалы и методы исследования

Анкетирование с применением SATS-34 проводилось со студентами-математиками третьего курса бакалавриата направления «Педагогическое образование», изучающими дисциплину «Теория вероятности и математическая статистика» в пятом семестре, трудоемкость дисциплины составляет две зачетные единицы. Содержание курса включает в себя представление количественных данных, описание данных, статистические оценки параметров распределения, методы проверки статистических гипотез, статистическое исследование зависимостей, дисперсионный и корреляционный анализ.

Студентам было предложено заполнить форму онлайн-опроса после второй недели курса. В опросе приняли участие 56 студентов.

Вычислялся средний балл для оценки отзывов респондентов по каждому пункту отношения:

- положительное отношение, если средний балл варьируется от 4,50 до 7,00;
- нейтральное отношение – от 3,51 до 4,49;
- отрицательное отношение – при баллах от 0,00 до 3,50 [12].

Результаты исследования и их обсуждение

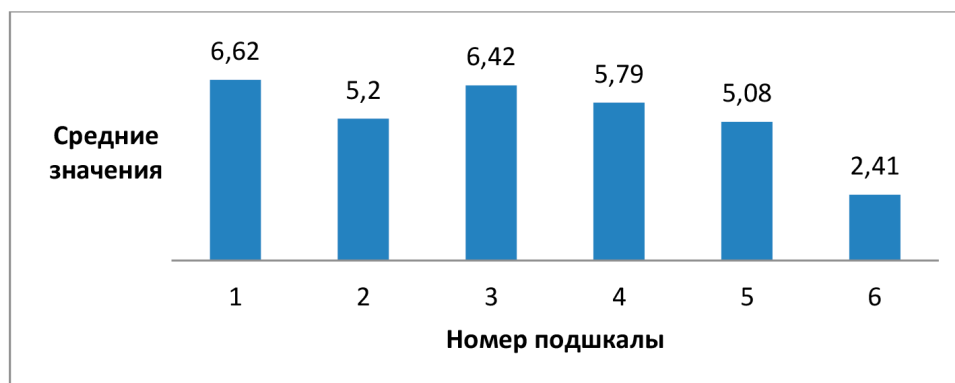
В этом разделе будут обсуждаться результаты описательной статистики полученных от респондентов ответов и их анализ.

После обработки результатов были получены следующие средние значения (от 6,23 до 6,83) по каждому пункту компонента «Статистика в профессиональной жизни», что демонстрирует положительное отношение. Следовательно, студенты согласны с тем, что изучение вероятностно-статистической линии содержания математического образования играет важную роль в их будущей профессиональной деятельности в качестве учителя математики.

В целом студенты демонстрируют положительные ожидания по компоненту «Ожидания по отношению к статистике». Средние значения по утверждениям этой подшкалы варьируются от 5 до 6,44. Однако опасения состоят в том, что они могут себя чувствовать неуверенно, решая задачи по математической статистике (утверждение 4*, среднее значение = 4,5) и будут делать множество ошибок (утверждение 26*, среднее значение = 4,67).

Студенты готовы прикладывать значительные усилия при изучении данной дисциплины, о чем говорят средние значения (от 6,06 до 6,89) для компонента «Старательность».

Данные по подшкале «Статистика в повседневной жизни» показывают, что студентам нравится отстаивать свое мнение, используя статистические данные (утверждение 12, среднее значение = 6,5). Однако в повседневной жизни они нечасто с ними встречаются (утверждение 21*, среднее значение = 5,83) и используют их (утверждение 17, среднее значение = 4,61).



Средние значения для шести компонентов отношения к статистике

На основании ответов, данных на утверждение 29 (среднее значение = 6,39) и утверждение 19 (среднее значение = 5,78), было обнаружено, что студенты демонстрируют умеренный интерес к предмету статистики. При этом нейтральное отношение было высказано по утверждению 22 (среднее значение = 3,67), что курсы, связанные с математикой и статистикой, легко даются большинству людей, и утверждению 6 (среднее значение = 4,5), что статистические формулы легко понять.

Наконец, что касается компонента субъективной сложности, студенты показали отрицательную реакцию на утверждения, связанные с трудоемкими вычислениями 30* (среднее значение = 1,39) и прикладываемыми усилиями 24* (среднее значение = 1,67). К выполнению контрольных работ большинство студентов относятся нейтрально 15* (среднее значение = 3,51) и не считают статистику сложной дисциплиной 8* (среднее значение = 3,11).

Рисунок иллюстрирует отношение к математической статистике студентов – будущих учителей математики по шести подшкалам.

Заключение

Результаты, изложенные в предыдущем разделе, показывают, что будущие учителя математики продемонстрировали положительное отношение ко всем подшкалам, составляющим отношение к статистике, кроме последнего.

Ранжирование результатов анкетирования показывает, что у студентов на первом месте по значимости знание математической статистики как составляющей профессионализма со средним баллом 6,62, и они готовы проявлять старательность при ее изучении со средним баллом 6,42.

Студенты осознают важность использования статистики в повседневной жизни со средним баллом 5,79. Через две недели после начала освоения курса они имеют позитивные ожидания со средним баллом 5,20 и интерес со средним баллом 5,08.

Однако студенты отрицательно оценивают сложность данной дисциплины со средним баллом 2,41.

Для того, чтобы сделать курс математической статистики для студентов – будущих учителей математики эффективным и интересным, необходимо усложнить задания и сделать их практико-ориентированными, связать курс с повседневной жизнью студентов и их будущей профессией. Должны быть разработаны подходы и методы обуче-

ния, чтобы отношение и восприятие студентами данного курса было более сбалансированным и отношение к изучению математической статистики оставалось позитивным. В научно-методической литературе обсуждаются различные методы психологической интервенции для уменьшения математической и статистической тревожности, предлагается, например, использовать экспрессивное письмо или медитацию. Применение этих методов в процессе обучения математической статистике будущих учителей математики является перспективой наших дальнейших исследований.

Список литературы

1. Крутецкий В.А. Психология математических способностей. М.: Изд-во «Институт практической психологии»; Воронеж: Изд-во НПО «МОДЕК», 1998. 416 с.
2. Кислякова М.А. Неуспеваемость учащихся по математике как психолого-педагогический феномен // Наука и школа. 2021. № 3. С. 200–211.
3. Щербакова А.В., Петрова Е.А. Проблемы изучения математики в вузе глазами студента // Вестник ТГУ. 2011. Т. 16. № 4. С. 1229–1231.
4. Тертычный-Даури В.Ю., Камоцкий В.И., Максимова С.Н., Милованович Е.В., Танченко Ю.В. Проблемы преподавания математики в современном техническом вузе // Современное педагогическое образование. 2019. № 4. С. 145–148.
5. Zeidner M. Does Test Anxiety Bias Scholastic Aptitude Test Performance by Gender and Sociocultural Group? // Journal of Personality Assessment. 1990. Is. 55. P. 145–160.
6. Ubilla F., Gorgorió N. From a source of real data to a brief news report: Introducing first-year preservice teachers to the basic cycle of learning from data // Teaching Statistics. 2020. Vol. 43, Is. 1. DOI: 10.1111/test.12246.
7. Schau C., Emmiöglu E. Do introductory statistics courses in the United States improve students' statistics? // Statistics Education Research Journal. 2012. Vol. 11, Is. 2. P. 86–94.
8. Кузнецова Е.В., Фомина Т.П. Исследование отношения студентов к изучению теории вероятностей и математической статистике // Вестник Самарского университета. История, педагогика, филология. 2019. Т. 25, № 1. С. 82–89.
9. Кузнецова Е.В. Исследование отношения студентов математических направлений к изучению вероятностных разделов математики // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2018. № 2 (50). С. 142–150.
10. Поздняков В.П. Психологические отношения человека: современное состояние исследований и перспективы развития концепции // Социальная и экономическая психология. 2017. Т. 2, № 2. С. 6–29.
11. Орел Е.А., Хавенсон Т.Е. Отношение к статистике у студентов, изучающих социальные науки: операционализация понятия и его измерение // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2013. Т. 10, № 1. С. 37–54.
12. Zamalia N. A discriminant analysis of perceived attitudes toward statistics and profile identification of statistics learners // Proceedings of the 2nd WSEAS International Conference on Multivariate Analysis and its Application in Science and Engineering. 2009. URL: <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2009/istanbul/MAASE/MAASE04.pdf>13 (дата обращения: 26.02.2024).