



ИД «Академия Естествознания»

**СОВРЕМЕННЫЕ
НАУКОЕМКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

Научный журнал

№ 9 2023



**MODERN
HIGH
TECHNOLOGIES**

Scientific journal

No. 9 2023



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. Баубеков 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. Делятовский В.А. (Ростов-на-Дону); д.х.н., проф. Дресвянников А.Ф. (Казань); д.псх.н., проф. Дубовицкая Т.Д. (Сочи); д.т.н., доцент, Дубровин А.С. (Воронеж); д.п.н., доцент, Евтушенко И.В. (Москва); д.п.н., проф. Ефремова Н.Ф. (Ростов-на-Дону); д.т.н., проф. Завражнов А.И. (Мичуринск); д.п.н., доцент, Загrevский О.И. (Томск); д.т.н., проф. Ибраев И.К. (Караганда); д.т.н., проф. Иванова Г.С. (Москва); д.х.н., проф. Ивашкевич А.Н. (Москва); д.ф.-м.н., проф. Ижуткин В.С. (Москва); д.т.н., проф. Калмыков И.А. (Ставрополь); д.п.н., проф. Качалова Л.П. (Шадринск); д.псх.н., доцент, Кибальченко И.А. (Таганрог); д.п.н., проф. Клемантович И.П. (Москва); д.п.н., проф. Козлов О.А. (Москва); д.т.н., проф. Козлов А.М. (Липецк); д.т.н., доцент, Козловский В.Н. (Самара); д.т.н., доцент, Красновский А.Н. (Москва); д.т.н., проф. Крупенин В.Л. (Москва); д.т.н., проф. Кузьякина В.В. (Владивосток); д.т.н., доцент, Кузьяков О.Н. (Тюмень); д.т.н., проф. Куликовская И.Э. (Ростов-на-Дону); д.т.н., проф. Лавров Е.А. (Суми); д.т.н., доцент, Ландэ Д.В. (Киев); д.т.н., проф. Леонтьев Л.Б. (Владивосток); д.ф.-м.н., доцент, Ломазов В.А. (Белгород); д.т.н., проф. Ломакина Л.С. (Нижний Новгород); д.т.н., проф. Лубенцов В.Ф. (Краснодар); д.т.н., проф. Мадера А.Г. (Москва); д.т.н., проф. Макаров В.Ф. (Пермь); д.п.н., проф. Марков К.К. (Иркутск); д.п.н., проф. Матис В.И. (Барнаул); д.г.м.н., проф. Мельников А.И. (Иркутск); д.п.н., проф. Микерова Г.Ж. (Краснодар); д.п.н., проф. Моисеева Л.В. (Екатеринбург); д.т.н., проф. Мурашкина Т.И. (Пенза); д.т.н., проф. Мусаев В.К. (Москва); д.п.н., проф. Надеев 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. Пузырьков А.Ф. (Москва); д.п.н., проф. Рахимбаева И.Э. (Саратов); д.п.н., проф. Резанович И.В. (Челябинск); д.т.н., проф. Рогачев А.Ф. (Волгоград); д.т.н., проф. Рогов В.А. (Москва); д.т.н., проф. Санинский В.А. (Волжский); д.т.н., проф. Сердобинцев Ю.П. (Волгоградский); д.э.н., проф. Сихимбаев М.Р. (Караганда); д.т.н., проф. Скрыпник О.Н. (Иркутск); д.п.н., проф. Собянин Ф.И. (Белгород); д.т.н., проф. Страбыкин Д.А. (Киров); д.т.н., проф. Сугак Е.В. (Красноярск); д.ф.-м.н., проф. Тактаров Н.Г. (Саранск); д.п.н., доцент, Тутолмин А.В. (Глазов); д.т.н., проф. Умбетов У.У. (Кызылорда); д.м.н., проф. Фесенко Ю.А. (Санкт-Петербург); д.п.н., проф. Хола Л.Д. (Нерюнгри); д.т.н., проф. Часовских В.П. (Екатеринбург); д.т.н., проф. Ченцов С.В. (Красноярск); д.т.н., проф. Червяков Н.И. (Ставрополь); д.т.н., проф. Шалумов А.С. (Ковров); д.т.н., проф. Шарфаев И.Ш. (Казань); д.т.н., проф. Шишков В.А. (Самара); д.т.н., проф. Щипицын 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	29.09.2023	Дата выхода номера	31.10.2023
Формат	60x90 1/8	Усл. печ. л.	26,0
Тираж	1000 экз.	Заказ	СНТ 2023/9

Распространяется по свободной цене

Подписной индекс в электронном каталоге «Почта России»: ПА037

© ООО ИД «Академия Естествознания»

Modern high technologies

Scientific journal

The journal has been published since 2003.

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

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

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

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

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

CHIEF EDITOR

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

Technical editor

Doronkina E.N.

EXECUTIVE SECRETARY

Bizenkova Maria Nikolaevna, Cand. Sci. (Medical)

Corrector

Galenkina E.S.,

Dudkina N.A.

EDITORIAL BOARD

D.Sc., Prof. A. Aidosov (Almaty); D.Sc., Prof. S.V. Alekseev (Irkutsk); D.Sc., Prof. V.Z. Aloe (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. Belozherov (Rostov-on-Don); D.Sc., Docent Bessonova L.P. (Voronezh); D.Sc., Docent Bobykina I.A. (Chelyabinsk); D.Sc., Prof. Bondarev V.I. (Ekaterinburg); D.Sc., Prof. Butov A.Y. (Moscow); D.Sc., Docent Bystrov V.A. (Novokuznetsk); D.Sc., Docent Bystrov V.A. (Novokuznetsk); D.Sc., Docent Gavrilov V.I. (Ekaterinburg); D.Sc., Prof. Gavrilov V.I. (Moscow); D.Sc., Prof. Bystrov V.A. (Novokuznetsk). D.Sc., Prof. A.I. Gavrishin (Novocherkassk); D.Sc., Prof. S.G. Germanov-Galkin (Szczecin); D.Sc., Prof. G.N. Germanov (Moscow); D.Sc., Prof. S.M. Gorbatyuk (Moscow); D.Sc., Prof. A.N. Gotz (Vladimir); D.Sc., Prof. Dalinger V.A. (Omsk); D.Sc., Prof. Dolgova V.I., (Chelyabinsk); D.Sc., Prof. Dolyatovsky V.A. (Rostov-on-Don); D.Sc., Prof. A.F. Dresvyannikov (Kazan); D.Sc., Prof. T.D. Dubovitskaya (Sochi); D.Sc., Docent I.V. Evtushenko (Moscow); D.Sc., Prof. N.F. Efremova (Rostov-on-Don); D.Sc., Prof. A.I. Zavrzhnov (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. Sobyaniy 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. (Neryungr); D.Sc., Prof. Chasovskikh V.P. (Ekaterinburg); D.Sc., Prof. Chentsov S.V. (Krasnoyarsk); D.Sc., Prof. Cherviakov 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	29.09.2023	Number issue date	31.10.2023
Format	60x90 1/8	Conditionally printed sheets	26,0
Circulation	1000 copies	Order	CHT 2023/9

Distribution at a free price

Subscription index in the Russian Post electronic catalog: PA037

© LLC PH Academy of Natural History

СОДЕРЖАНИЕ

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

СТАТЬИ

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНОГО ГОЛОСОВАНИЯ В ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ АВТОНОМНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ <i>Атеев К.О., Широков И.А., Олимпиев Н.В.</i>	10
МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ КЛАССИФИКАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕЗЮМЕ КАНДИДАТОВ ПО КОМАНДНЫМ РОЛЯМ <i>Безруких А.Д., Горлушкина Н.Н., Черепанов М.Д., Безруких Ю.А.</i>	15
ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТЫ КОЛЛЕКТИВА РОБОТОВ-ЛАБОРАНТОВ <i>Калинин В.Ф., Погонин В.А.</i>	20
ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ ОБНОВЛЕНИЯ МАТРИЦЫ КОРРЕСПОНДЕНЦИЙ ПРИ ВВЕДЕНИИ НОВЫХ ПУНКТОВ ПРИТЯЖЕНИЯ ПОТОКОВ <i>Наумова Н.А.</i>	25
ОБ УСЛОВИЯХ УСТОЙЧИВОСТИ С ОБРАТНОЙ ПРОПОРЦИЕЙ НАЧАЛЬНЫМ ЗНАЧЕНИЯМ РЕШЕНИЙ СИСТЕМ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ <i>Ромм Я.Е.</i>	31
ПРИМЕНЕНИЕ КРИТЕРИЯ ПИРСОНА ДЛЯ ОЦЕНКИ СТАБИЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА <i>Харитонов Д.В., Грошев А.В., Рамазанова А.А., Маслова Е.В.</i>	61
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ <i>Яшин В.Н., Сударева М.Е.</i>	68

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ВИДОВ КОНТРОЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ И ПРОБЛЕМЫ ИХ РАЗВИТИЯ <i>Акулов А.О., Рада А.О., Кононова С.А.</i>	73
--	----

Педагогические науки (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)

СТАТЬИ

ФОРМИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ 8 КЛАССА НА ОСНОВЕ РЕШЕНИЯ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАЧ <i>Аргунова Н.В., Сотникова Н.В.</i>	80
---	----

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ОТВЕТСТВЕННОСТИ У СОВРЕМЕННОЙ МОЛОДЕЖИ <i>Ахметвалиева М.Г., Коняева М.А.</i>	85
ИССЛЕДОВАНИЕ КОММУНИКАТИВНЫХ УМЕНИЙ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С ДЕТСКИМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ <i>Бобкова О.В., Гамаюнова А.Н., Рябова Н.В.</i>	90
ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ У СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ <i>Быков А.А., Киселева О.М., Коротких А.А.</i>	97
УСЛОВИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ ПО ФИЗИКЕ АРАБОЯЗЫЧНЫХ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА <i>Вахтина Е.А., Шемякина С.А.</i>	102
ПРОБЛЕМЫ КОММУНИКАЦИИ И ЦИФРОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУБЪЕКТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ <i>Долженкова Е., Мохорова А.Ю., Мохоров Д.А., Демидов В.П.</i>	107
ДИДАКТИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПОНЯТИЙ У СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА <i>Елагина В.С., Похлебаев С.М., Савельева О.К.</i>	113
ПОДГОТОВКА УЧИТЕЛЯ К ФОРМИРОВАНИЮ САМОКОНТРОЛЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ ПРИ РЕШЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ <i>Захарова В.А., Шохирева А.Е.</i>	118
ЭКОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К РАЗВИТИЮ ИНФОРМАЦИОННО- КОММУНИКАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ УЧИТЕЛЕЙ ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОГО ИСКУССТВА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ <i>Зеленская В.А.</i>	126
ФОРМИРОВАНИЕ ЭТНОКУЛЬТУРНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ НА ИНТЕГРИРОВАННЫХ ЗАНЯТИЯХ РОДНОГО ЯЗЫКА И МАТЕМАТИКИ ВО ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ <i>Иванова А.В., Осипова С.И., Стручкова В.И.</i>	131
ФОРМИРОВАНИЕ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ УМЕНИЙ В СИСТЕМЕ ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРУЮЩЕГО ОЦЕНИВАНИЯ <i>Клещева Н.А., Данилина Е.К.</i>	136
НАСТАВНИЧЕСТВО КАК ТЕХНОЛОГИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНОВЛЕНИЯ МОЛОДОГО СПЕЦИАЛИСТА <i>Круглова Е.Н.</i>	142
ИНТЕЛЛЕКТ-КАРТЫ КАК СРЕДСТВО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ХИМИИ <i>Ляпина О.А., Швидь Н.И., Арюкова Е.А., Вишнякова М.Д.</i>	149

ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ АДАПТАЦИИ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ СРЕДСТВАМИ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	
<i>Мендова Н.С., Воскресенко О.А.</i>	156
ОБ ОПЫТЕ СОЗДАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ МАССОВЫХ ОТКРЫТЫХ ОНЛАЙН-КУРСОВ НЕФТЕГАЗОВОГО НАПРАВЛЕНИЯ	
<i>Пазяк А.А., Петрухин В.В.</i>	161
УПРАВЛЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЕМ ПРОЕКТНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПЕДАГОГА КАК СУБЪЕКТА СОЦИОКУЛЬТУРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ	
<i>Саитбаева Э.Р., Крисковец Т.Н., Семенова В.А.</i>	166
ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ КАК СРЕДСТВО ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ	
<i>Семенова Н.Г., Якупчев М.А., Маркинов И.Ф.</i>	172
АНАЛИЗ НАУЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ДИССЕРТАЦИОННЫХ РАБОТ ПО ПРОБЛЕМАМ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СФЕРЕ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА	
<i>Шеенко Е.И., Халев И.А., Агафонова А.А., Белкина Т.В., Лукьянец С.В.</i>	180
НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ	
ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЦИФРОВОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧИТЕЛЕЙ ИНДОНЕЗИИ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ «РЕМВАТИК»	
<i>Виндра И., Лазарева И.Н.</i>	186
СМЕШАННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ОСНОВНОЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ: СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЕЕ РЕШЕНИЯ	
<i>Драндров Д.А., Драндров Г.Л.</i>	195
ПРЕПОДАВАНИЕ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО СТУДЕНТАМ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ ПОДГОТОВКИ: ТРАДИЦИИ И НОВАЦИИ	
<i>Смелкова И.Ю.</i>	202

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

DEVELOPMENT OF A DECISION-MAKING SYSTEM ARCHITECTURE BASED ON HYBRID VOTING IN A DECENTRALIZED AUTONOMOUS ORGANIZATION <i>Ateev K.O., Shirokov I.A., Olimpiev N.V.</i>	10
CLASSIFICATION METHODOLOGY FOR THEMATIC MODELING RESULTS OF CANDIDATES BY TEAM ROLE <i>Bezrukikh A.D., Gorlushkina N.N., Cherepanov M.D., Bezrukikh Yu.A.</i>	15
PLANNING THE WORK OF A GROUP OF ROBOTIC-LABORATORY ASSISTANT <i>Kalinin V.F., Pogonin V.A.</i>	20
PLANNING THE EXPERIMENT TO UPDATE THE ORIGIN-DESTINATION DEMAND MATRIX WHEN INTRODUCING NEW ITEMS TRAFFIC DEMAND <i>Naumova N.A.</i>	25
ON STABILITY CONDITIONS WITH AN INVERSE PROPORTION TO THE INITIAL VALUES OF SOLUTIONS OF ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS' SYSTEMS <i>Romm Ya.E.</i>	31
APPLICATION OF THE PEARSON CRITERION FOR PROCESS STABILITY <i>Kharitonov D.V., Groshev A.V., Ramazanova A.A., Maslova E.V.</i>	61
INFORMATION SYSTEM OF QUALITY MANAGEMENT OF INDUSTRIAL PRODUCTS <i>Yashin V.N., Sudareva M.E.</i>	68
REVIEW	
ANALYSIS OF MODERN TYPES OF CONTROL OF CONSTRUCTION WORKS AND PROBLEMS OF THEIR DEVELOPMENT <i>Akulov A.O., Rada A.O., Kononova S.A.</i>	73

Pedagogical sciences (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)

ARTICLES

FORMATION OF MATHEMATICAL LITERACY OF 8TH GRADE STUDENTS BASED ON SOLVING PRACTICE-ORIENTED TASKS <i>Argunova N.V., Sotnikova N.V.</i>	80
PEDAGOGICAL METHODS OF STEP-BY-STEP FORMATION OF RESPONSIBILITY AMONG MODERN YOUTH <i>Akhmetvalieva M.G., Konyaeva M.A.</i>	85

STUDY OF COMMUNICATION SKILLS OF YOUNGER SCHOOLCHILDREN WITH CHILDHOOD CEREBRAL PALSY <i>Bobkova O.V., Gamayunova A.N., Ryabova N.V.</i>	90
PEDAGOGICAL FEATURES OF THE SYSTEM OF FORMATION OF TECHNICAL LITERACY IN TECHNICAL DIRECTIONS STUDENTS <i>Bykov A.A., Kiseleva O.M., Korotkikh A.A.</i>	97
CONDITIONS FOR EFFECTIVE TRAINING IN PHYSICS <i>Vakhtina E.A., Shemyakina S.A.</i>	102
PROBLEMS OF COMMUNICATION AND DIGITAL INTERACTION OF DISTANCE LEARNING SUBJECTS <i>Dolzhenkova E., Mokhorova A.Yu., Mokhorov D.A., Demidov V.P.</i>	107
DIDACTIC TECHNIQUES OF FORMATION CONCEPTS OF PEDAGOGICAL UNIVERSITY STUDENTS <i>Elagina V.S., Pokhlebaev S.M., Saveleva O.K.</i>	113
TEACHER TRAINING FOR THE FORMATION PRIMARY SCHOOL STUDENTS'S SELF-CONTROL WHEN SOLVING PRACTICAL PROBLEMS <i>Zakharova V.A., Shokhireva A.E.</i>	118
ECOSYSTEM APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF INFORMATION AND COMMUNICATION COMPETENCE OF TEACHERS OF FINE ARTS IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION OF EDUCATION <i>Zelenskaya V.A.</i>	126
FORMATION OF ETHNO-CULTURAL COMPETENCE OF YOUNGER SCHOOLCHILDREN IN INTEGRATED CLASSES OF THEIR NATIVE LANGUAGE AND MATHEMATICS IN EXTRACURRICULAR ACTIVITIES <i>Ivanova A.V., Osipova S.I., Struchkova V.I.</i>	131
ORGANIZATION AND SUPPORT OF INDEPENDENT ACTIVITIES OF STUDENTS ON THE BASIS OF FORMATIVE ASSESSMENT <i>Klescheva N.A., Danilina E.K.</i>	136
MENTORING AS A TECHNOLOGY OF PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF A YOUNG SPECIALIST <i>Kruglova E.N.</i>	142
INTELLIGENCE CARDS AS A MEANS OF ORGANIZING INDEPENDENT WORK IN CHEMISTRY <i>Lyapina O.A., Shvid N.I., Aryukova E.A., Vishnyakova M.D.</i>	149
PEDAGOGICAL SUPPORT FOR THE ADAPTATION OF FUTURE TEACHERS IN HIGHER SCHOOL BY MEANS OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES <i>Mendova N.S., Voskresenko O.A.</i>	156
ABOUT MASSIVE OPEN ONLINE COURSES CREATING AND IMPLEMENTING EXPERIENCE IN THE OIL AND GAS SECTOR <i>Pazyak A.A., Petrukhin V.V.</i>	161

MANAGEMENT OF THE FORMATION OF THE PROJECT COMPETENCE OF A TEACHER AS A SUBJECT OF SOCIO-CULTURAL TRANSFORMATIONS <i>Saitbaeva E.R., Kriskovets T.N., Semenova V.A.</i>	166
PRACTICE-ORIENTED TASKS AS A MEANS OF ASSESSING STUDENT TRAINING RESULTS <i>Semenova N.G., Yakunchev M.A., Markinov I.F.</i>	172
ANALYSIS OF SCIENTIFIC DIRECTIONS OF DISSERTATIONS ON THE PROBLEMS OF ADDITIONAL PROFESSIONAL EDUCATION IN THE FIELD OF PHYSICAL CULTURE AND SPORTS <i>Sheenko E.I., Khaley I.A., Agafonova A.A., Belkina T.V., Lukyanets S.V.</i>	180
REVIEWS	
IMPROVING THE LEVEL OF DIGITAL LITERACY OF TEACHERS INDONESIA WITH THE HELP OF THE “PEMBATIK” PROGRAM <i>Windra I., Lazareva I.N.</i>	186
MIXED EDUCATION IN THE BASIC SECONDARY SCHOOL: THE STATE OF THE PROBLEM AND PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR ITS SOLUTION <i>Drandrov D.A., Drandrov G.L.</i>	195
TEACHING RUSSIAN AS A FOREIGN LANGUAGE TO STUDENTS OF ECONOMIC TRAINING PROFILES: TRADITIONS AND INNOVATIONS <i>Smelkova I.Yu.</i>	202

СТАТЬИ

УДК 004.75

DOI 10.17513/snt.39756

**РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
НА ОСНОВЕ ГИБРИДНОГО ГОЛОСОВАНИЯ
В ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ АВТОНОМНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ****Атеев К.О., Широков И.А., Олимпиев Н.В.***ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», Санкт-Петербург,
e-mail: 307692@niuitmo.ru*

Децентрализованные автономные организации преобразуют архитектуру управления системами и методы кооперации, позволяя принимать решения в децентрализованной среде без доверия. Несмотря на преимущества децентрализованных автономных организаций, эффективное управление ими остается ключевой проблемой, особенно в части оптимизации транзакционных издержек, которые могут сдерживать участие в голосовании. On-chain голосование, несмотря на свою безопасность и прозрачность, является дорогостоящим и требует много времени. Голосование off-chain, напротив, используя криптографические технологии для пакетной обработки запросов нескольких пользователей, сокращает время и затраты. В данной статье представлена гибридная архитектура, сочетающая методы голосования on-chain и off-chain. Предлагаемая архитектура предоставляет пользователям опцию выбора наиболее релевантного метода, расширяя функционал голосования и оптимизируя временные и финансовые затраты на управление децентрализованной автономной организацией. В предложенной архитектуре особое внимание уделяется потребностям пользователей, интеграции и интероперабельности. Предложенные открытые API-интерфейсы архитектуры обеспечивают быструю интеграцию в приложения сторонних разработчиков и повышают удобство работы пользователей в их используемой среде. Данная архитектура открывает перспективы для повышения эффективности демократического принятия решений в децентрализованных автономных организациях и закладывает основу для будущих исследований и разработок в области децентрализованного управления.

Ключевые слова: блокчейн, децентрализация, автономные организации, гибридное голосование, консенсус**DEVELOPMENT OF A DECISION-MAKING SYSTEM
ARCHITECTURE BASED ON HYBRID VOTING
IN A DECENTRALIZED AUTONOMOUS ORGANIZATION****Ateev K.O., Shirokov I.A., Olimpiev N.V.***ITMO University, Saint Petersburg, e-mail: 307692@niuitmo.ru*

Decentralized autonomous organizations are transforming systems management architecture and cooperation methods, allowing decisions to be made in a decentralized environment without trust. Despite the benefits of decentralized autonomous organizations, their effective management remains a key challenge, especially in optimizing transaction costs that can deter voting participation. On-chain voting, while secure and transparent, is costly and time-consuming. Off-chain voting on the contrary, by utilizing cryptographic techniques to batch process multiple users' requests, reduces time and cost. This paper presents a hybrid architecture that combines on-chain and off-chain voting methods. The proposed architecture gives users the option to select the most relevant method, extending the voting functionality and optimizing the time and cost of managing a decentralized autonomous organization. The proposed architecture emphasizes on user needs, integration and interoperability. The proposed open APIs of the architecture provide fast integration into third-party applications and enhances the user experience in their used environment. The architecture opens perspectives for improving the efficiency of democratic decision making in decentralized autonomous organizations and lays the foundation for future research and development in decentralized governance.

Keywords: blockchain, decentralization, autonomous organizations, hybrid voting, consensus

Переход от централизованных решений к децентрализованным открывает новые возможности для управления системами и приводит к изменению архитектуры взаимодействия субъектов сообщества, позволяя создавать децентрализованные автономные организации (DAO) [1]. Gartner определяет DAO как одно из семи революционных изменений для IT-бизнеса, которые могут сильно изменить многие современные нормы технологической отрасли [2].

Децентрализованные автономные организации, используя прозрачность и не-

изменность блокчейна, позволяют децентрализованно принимать решения за счет одноранговой структуры, где регулятором выступает децентрализованное приложение – смарт-контракт. Такие инновационные модели обладают преимуществами за счет среды без доверия и программируемого консенсуса, что повышает прозрачность принимаемых решений и повышает эффективность кооперации, согласно отчету PricewaterhouseCoopers [3]. Кроме того, DAO – это новая форма управления, которая позволяет вовлекать различных агентов

в принятие продуктивных решений для более демократизированного и устойчивого развития. Выбор системы управления может оказать большое влияние на успех DAO и его дальнейший путь развития, поскольку она напрямую определяет модель взаимодействия участников в сети для принятия решений.

Однако обеспечение эффективного управления в децентрализованных автономных организациях остается важнейшей задачей, поскольку сами модели on-chain голосования могут быть менее эффективными из-за высоких комиссий сети и затраченного времени [4]. Подавляющее большинство DAO в сети Ethereum требуют оплату газа при голосовании, и, согласно исследованию Tally, затраты влияют на участие, и их влияние усиливается по мере увеличения затрат [5]. При более высоких транзакционных комиссиях голосует меньшее количество участников, что приводит к снижению участия в управлении организацией. Кроме того, согласно исследованию, достаточно низкие комиссии могут быть более приемлемы для некоторых участников, являясь компромиссом для безопасности принимаемых решений в DAO.

Необходимо найти баланс между преимуществами голосования on-chain и возникающими при этом проблемами, такими как малая опциональность и высокие транзакционные издержки. Соответственно, возникает потребность в реализации новых подходов управления децентрализованными организациями, таких как гибридный подход, использующий решения как on-chain, так и off-chain, которые бы позволяли

снизить транзакционные издержки участников, при этом сохраняя возможность проведения всего голосования в цепочке блокчейна. Гибкость гибридной архитектуры способна вовлечь большее число участников в процесс голосования и демократизировать управление. Цель исследования – разработать архитектуру, предоставляющую пользователю возможность выбрать релевантный механизм участия в принятии управленческих решений в децентрализованной автономной организации.

Сравнение прямого взаимодействия со смарт-контрактом пользователем и взаимодействие через внутреннее приложение представлено на рис. 1.

При on-chain взаимодействии пользователи отправляют свои голоса и предложения непосредственно смарт-контракту DAO. Учитывая прозрачную природу блокчейна, эти голоса видны всем, они неизменны и не требуют посредников [6]. Но в таком подходе есть свои недостатки: затраченное время на подтверждение сети [7] и транзакционные комиссии для участника при каждом взаимодействии со смарт-контрактом. При достаточно большом количестве участников децентрализованной автономной организации суммарные затраты на голосование могут быть существенными, особенно когда сеть нагружена и стоимость газа повышена. Согласно расчетам авторов работы [8], часто она достигает десятков тысяч долларов и выше в развитых DAO. Кроме того, неизменность принятого решения и раскрытие выбора могут быть неприемлемыми для некоторых DAO или отдельных участников.

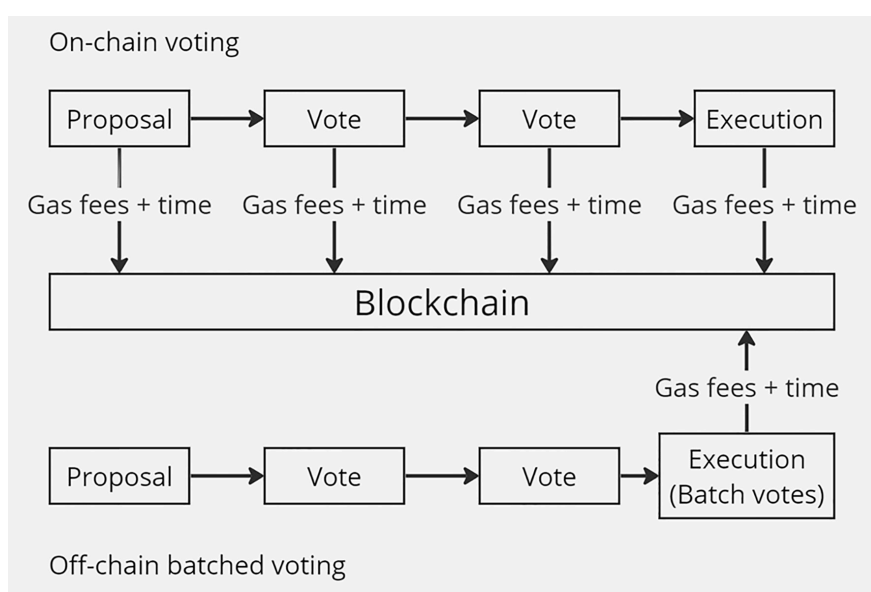


Рис. 1. Сравнение подходов on-chain и off-chain голосования

При off-chain голосовании предложения и голоса сначала отправляются на внутреннее приложение. Это приложение объединяет действия пользователей в пакет с помощью криптографических методов и отправляет смарт-контракту DAO консолидированную транзакцию, что позволяет сократить время голосования большого количества участников, общее количество транзакций в сети и соответствующие комиссии. Комиссию за пакетную транзакцию могут компенсировать из казны DAO при отправке предложения. Кроме того, при таком способе голосования пользователи смогут выбрать наиболее приемлемый для себя тип предложения: открытый, закрытый или смешанный, в котором пользователи смогут выбрать видимость своего голоса для остальных. При такой архитектуре участники имеют опцию конфигурирования предложений и голосов, не тратят время при голосовании на подтверждение сети, а также не тратят свои активы при голосовании в DAO. Такой подход позволяет участникам суммарно снизить издержки на управление децентрализованной автономной организацией пропорционально количеству участников и до 100% при компенсации стоимости транзакций из общей казны.

Например, имея DAO со 100 активными участниками в Ethereum, средней стоимостью транзакции – 5 долл.; средним временем на обработку блока транзакции – 3 мин [7]. При on-chain голосовании на транзакционные издержки будет затрачено 505 долл. и 5,5 ч, при off-chain голосовании 5 долл. и 3 мин на завершающую пакетную транзакцию, что на 89% ниже соответственно.

Материалы и методы исследования

Для разработки архитектурного подхода использованы методы: декомпозиция требований, анализ и моделирование. Чтобы разработать архитектуру, включающую гибридный механизм голосования в рамках DAO, проведено систематическое исследование. Проведен анализ требований к системе DAO с разбивкой их на основные элементы, с целью понимания проблем пользователей и возможных решений для их удовлетворения. На основе требований и анализа были созданы модели, наглядно представляющие механизм работы предлагаемой архитектуры.

В ходе исследования выявлено несколько основных требований, которым должна удовлетворять архитектура системы принятия решений на основе гибридного голосования:

Интероперабельность: архитектура должна быть совместима со стандартными DAO смарт-контрактами на основе стандартов OpenZeppelin [9], для поддержки взаимодействия с уже существующими децентрализованными автономными организациями.

Низкие транзакционные издержки: участники децентрализованной организации должны иметь возможность голосовать бесплатно и без задержек на подтверждение транзакции сетью.

Опциональность: участники должны иметь возможность выбора типа голосования, а также типа предложения, чтобы иметь возможность взаимодействовать через смарт-контракт напрямую через тот же интерфейс. Off-chain предложения и голоса должны быть гибко конфигурируемы.

Открытые API: система должна иметь открытый API, позволяющий сторонним разработчикам осуществлять быструю интеграцию в сторонние приложения, для голосования из наиболее удобного для пользователя интерфейса, например, в социальных сетях.

Разработанная архитектура системы принятия решений на основе гибридного голосования в DAO, изображенная на рис. 2, основана на принципе использования как on-chain, так и off-chain механизмов. Она объединяет в себе безопасность процессов на цепочке с гибкостью и масштабируемостью систем вне цепочки.

Участник DAO, используя интерфейс, имеет опции голосования и предложения как on-chain, так и off-chain. Выбор определенного метода зависит от потребности пользователя и смарт-контракта DAO. В случае вызова on-chain методов пользователь через используемого провайдера подписывает и оплачивает транзакцию, тем самым участвуя в управлении децентрализованной организацией и принимая решения, работая напрямую со смарт-контрактом в среде без доверия.

При вызове off-chain методов пользователь предварительно настраивает параметры голоса или предложения, подписывает запись с помощью закрытого ключа через провайдера, после чего отправляет в очередь для обработки бэкенд приложением. До завершения предложения данные хранятся в базе данных или публикуются в IPFS, исходя из потребностей пользователя. После завершения предложения полученный результат записывается в IPFS, в соответствии с выбранными параметрами, это могут быть открытые или закрытые результаты голосования.

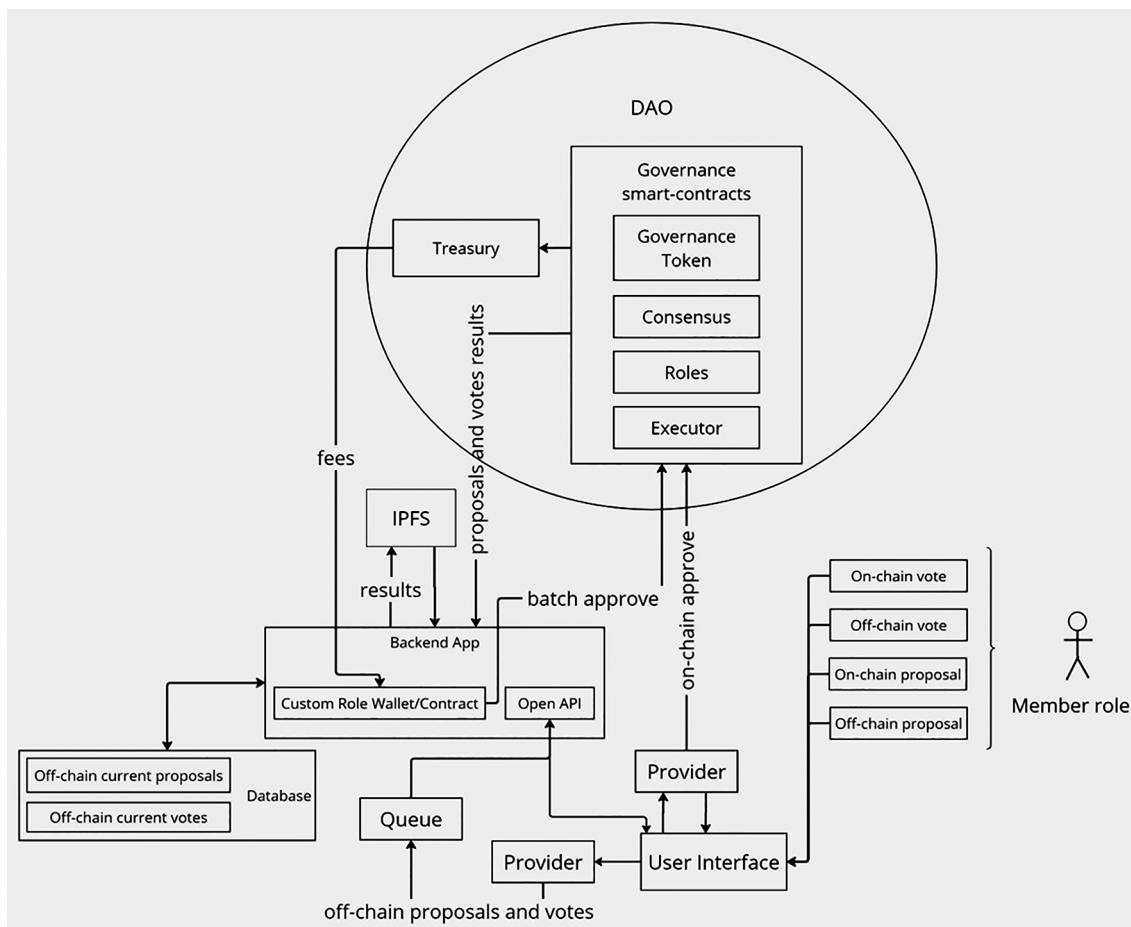


Рис. 2. Архитектура системы принятия решений на основе гибридного голосования в децентрализованной автономной организации

Далее IPFS хэш, ссылающийся на полученные данные, записывается в смарт-контракт DAO как завершенное предложение, используя расширенные стандартные методы стандарта OpenZeppelin, для сохранения интероперабельности. Вызов функций смарт-контрактом DAO может регулироваться отдельно через сам смарт-контракт организации. Комиссия за транзакцию может быть выплачена через смарт-контракт DAO как часть предложения, если вызов функций доступен. Выполненные предложения могут быть отозваны после публикации в блокчейн в течение некоторого времени, если в смарт-контракте предусмотрен timelock, чтобы избежать возможного неправомерного управления.

После успешного завершения предложения полученные результаты доступны для клиентов в том виде, которые соответствуют заданным параметрам предложения и могут быть интегрированы в сторонние приложения напрямую из IPFS или смарт-

контракта. Также для разработчиков доступно внешнее взаимодействие через Open API для возможности взаимодействия с системой через свой интерфейс и более быстрой интеграции функционала в сторонние продукты.

Результаты исследования и их обсуждение

Голосование on-chain на данный момент является стандартным способом принятия решений в децентрализованных автономных организациях. Несмотря на многочисленные преимущества, такие как прозрачность и неизменяемость, он имеет и определенные проблемы. Одним из основных его недостатков являются высокие транзакционные издержки, связанные с непосредственным взаимодействием с блокчейном. По мере роста платы за пользование сетью вовлеченность пользователей в процесс принятия решений снижается. Это не только препятствует демократизации

управления, но и накладывает на пользователей дополнительное финансовое бремя. Кроме того, такой подход имеет ограниченную возможность конфигурации и может быть неприемлем для некоторых организаций или участников сети.

Голосование off-chain, характеризующееся наличием промежуточного внутреннего приложения, позволяет с помощью криптографических методов достоверно свести множество пользовательских заявок в единый пакет, который далее отправляется в смарт-контракт DAO в виде консолидированной транзакции. Такая стратегия позволяет значительно сократить продолжительность голосования, общее количество транзакций в сети и сопутствующие транзакционные сборы. Дополнительным преимуществом такого подхода является возможность конфигурирования выбора типа предложения – открытого, закрытого или гибридного, что дает пользователям возможность самостоятельно определять степень прозрачности голосования.

Соединяя эти два подхода в единой архитектуре, пользователь получает возможность выбрать наиболее релевантный способ для управления децентрализованной организацией, повышая эффективность и универсальность процесса голосования. Данная архитектура позволяет оптимально экономить время и средства в процессе управления DAO. Главным преимуществом разработанной архитектуры системы на основе гибридного голосования является комплексный подход, нацеленный на удовлетворение основных потребностей участников при управлении. При проектировании была заложена возможность минимизировать транзакционные издержки и задержки, связанные с сетевыми подтверждениями и тем самым максимально повысить эффективность взаимодействия участников. Если уделять особое внимание пользовательской компетенции, архитектура также облегчает участникам выбор предпочтительных типов голосования и предложений, поддерживая интероперабельность и поддержку стандартов OpenZeppelin. Подпись транзакций закрытым ключом и публикация данных в IPFS минимизирует возможность подделки проведенных операций.

Использование открытых API обеспечивает проницаемость, что способствует ускоренной интеграции в различные приложения со стороны разработчиков, повышает удобство работы пользователей в процессе голосования в привычной для них среде и сокращает сроки работы и затраты бизнеса при интеграции.

Заключение

По мере роста популярности DAO необходимость в надежных, справедливых и эффективных механизмах принятия решений будет приобретать первостепенное значение. Гибридное голосование, сочетающее в себе различные системы голосования, представляет собой перспективный путь для достижения этой цели.

Данная архитектура является вариантом реализации эффективных систем управления в децентрализованной среде и может оказать влияние на развитие децентрализованных автономных сообществ. Гибридная архитектура, как сочетание опциональности, безопасности и низких транзакционных комиссий, позволяет принимать решения в децентрализованной автономной организации более гибко и эффективно, особенно когда в ней большое количество участников. Она также может быть использована при выборе структур управления и механизмов голосования, помогая обеспечить высокий уровень участия и демократичность принятия решений. И, наконец, это основа для дальнейших исследований и разработок, открывающая путь к созданию более сложных моделей и инструментов управления децентрализованными автономными организациями.

Список литературы

1. El Faqir Y., Arroyo J., Hassan S. An overview of decentralized autonomous organizations on the blockchain // Proceedings of the 16th international symposium on open collaboration. 2020. P. 1–8. DOI: 10.1145/3412569.3412579.
2. Gartner Highlights Seven Disruptions CIOs Might Not See Coming // Gartner. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2022-09-14-gartner-highlights-seven-disruptions-cios-might-not-see> (дата обращения: 19.08.2023).
3. Time for trust // PricewaterhouseCoopers. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pwc.com/cy/en/issues/assets/blockchain-time-for-trust.pdf> (дата обращения: 19.08.2023).
4. Liu L. et al. From technology to society: An overview of blockchain-based DAO // IEEE Open Journal of the Computer Society. 2021. Vol. 2. P. 204–215. DOI: 10.1109/OJCS.2021.3072661.
5. Gas Costs and Voter Participation // Tally. [Электронный ресурс]. URL: <https://blog.tally.xyz/gas-costs-and-voter-participation-174f56d78874> (дата обращения: 19.08.2023).
6. Singh M., Kim S. Blockchain technology for decentralized autonomous organizations // Advances in computers. Elsevier. 2019. Vol. 115. P. 115–140. DOI: 10.1016/bs.adcom.2019.06.001.
7. Blockchain Confirmations // Circle. [Электронный ресурс]. URL: <https://developers.circle.com/developer/docs/confirmations> (дата обращения: 19.08.2023).
8. Feichtinger R. et al. The Hidden Shortcomings of (D) AOs – An Empirical Study of On-Chain Governance // arXiv preprint arXiv:2302.12125. 2023. DOI: 10.48550/arXiv.2011.14940.
9. Governance // OpenZeppelin. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.openzeppelin.com/contracts/4.x/api/governance> (дата обращения: 19.08.2023).

УДК 004.89
DOI 10.17513/snt.39757

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ КЛАССИФИКАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕЗЮМЕ КАНДИДАТОВ ПО КОМАНДНЫМ РОЛЯМ

¹Безруких А.Д., ¹Горлушкина Н.Н., ¹Черепанов М.Д., ²Безруких Ю.А.

¹ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», Санкт-Петербург,
e-mail: anastasiyabzr@gmail.com;

²ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева», Красноярск, e-mail: expert-sib@yandex.ru

На сегодняшний день информационные технологии являются востребованной сферой деятельности, и количество специалистов в этой области постоянно растет, как и частота сменяемости кадров. В связи с этим возрастает и нагрузка на рекрутеров, из-за чего крупные компании вынуждены расширять штаты специалистов по подбору кадров и тратить на это дополнительные средства. Большую часть работы рекрутера занимает выполнение рутинных задач, основной из которых является скрининг резюме. При этом специалист может просмотреть, упустить или забыть важную информацию из-за влияния человеческого фактора. Использование нейронных сетей для решения узкоспециализированных, рутинных задач в управлении человеческими ресурсами – целесообразно. Благодаря такому внедрению, время на выполнение стандартных, повторяющихся задач, таких как скрининг резюме, у рекрутера сокращается. Автоматизация позволит исключить ошибки, которые совершает человек, при этом увеличить количество рассматриваемых резюме. В данной статье описывается разработка методики классификации резюме с использованием ролей по Белбину, которая позволит автоматизировать процесс подбора специалистов. В рамках статьи рассматриваются современные методы тематического моделирования, а также проводится сравнительный анализ моделей определения командных ролей. Разработана и описана методика классификации результатов тематического моделирования резюме с использованием модели командных ролей Белбина.

Ключевые слова: тематическое моделирование, командные роли, классификация, методика, формирование команды

CLASSIFICATION METHODOLOGY FOR THEMATIC MODELING RESULTS OF CANDIDATES BY TEAM ROLE

¹Bezrukikh A.D., ¹Gorlushkina N.N., ¹Cherepanov M.D., ²Bezrukikh Yu.A.

¹ITMO University, Saint Petersburg, e-mail: anastasiyabzr@icloud.com;

²Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk,
e-mail: expert-sib@yandex.ru

Today, information technology is a sought-after field of activity, and the number of specialists in this field is constantly growing, as is the turnover rate. In this regard, the burden on recruiters is increasing, which is why large companies are forced to expand the staff of recruiters and spend additional funds on this. Most of the work of a recruiter is occupied by performing routine tasks, the main of which is resume screening. At the same time, a specialist can overlook, miss or forget important information due to the influence of the human factor. The use of neural networks for solving highly specialized, routine tasks in human resource management is advisable. Thanks to this implementation, the recruiter's time to perform standard, repetitive tasks, such as resume screening, is reduced. Automation will eliminate the mistakes that a person makes, while increasing the number of resumes considered. This article describes the development of a methodology for classifying resumes using roles according to Belbin, which will automate the process of selecting specialists. Within the framework of the article, modern methods of thematic modeling are considered, as well as a comparative analysis of models for determining team roles. As a result, a methodology for classifying the results of resume thematic modeling using the Belbin team role model was developed and described.

Keywords: thematic modeling, team roles, classification, methodology, team building

В сфере информационных технологий рынок труда становится все более конкурентным. И крупные компании сталкиваются с рядом проблем, которые связаны с поиском и наймом квалифицированных ИТ-специалистов. В условиях постоянной текучести кадров и быстрого технологического развития бизнесу необходимо быстро находить новых сотрудников, чтобы не допустить простоя и сбоев в работе.

Сегодня рекрутеры больших фирм физически не успевают просмотреть все поступающие резюме. Согласно статистике за март 2022 г. с сайта HeadHunter, крупнейшей российской компании интернет-рекрутмента, более 92% резюме кандидатов остались без внимания. В среднем специалист тратит около 2 мин на первичный анализ одного резюме [1]. Человеческий фактор при такой рутинной работе может привести к ошиб-

кам при выборе кандидатов, основанным на субъективных предпочтениях и предвзятости рекрутеров, и, как следствие, к потере ресурсов и времени компании.

В условиях ухода с рынка иностранного программного обеспечения компании сталкиваются и с необходимостью импортозамещения, внедрения новейших технологий для управления кадровыми ресурсами. Для решения данных проблем активно разрабатываются методы автоматической обработки и анализа резюме с использованием современных информационных технологий. Автоматизация процесса отбора и классификации резюме позволяет значительно увеличить производительность труда рекрутеров, сократить временные и финансовые затраты компании на подбор персонала и повысить объективность в выборе кандидатов [2].

Актуальность статьи заключается в возрастающих трудозатратах при ручной обработке резюме и недостатке объективности у рекрутеров при формировании команд. Цель – разработка методики классификации результатов тематического моделирования резюме кандидатов по ролям.

Материалы и методы исследования

В современном мире коллективная работа и командное взаимодействие имеют большое значение в достижении успеха в различных сферах, поэтому понимание ролей, которые есть в команде, влияет на ее успех. Командная роль описывает функции и ответственности, которые индивиды выполняют внутри команды, в то время как оценка успеха команды помогает определить степень достижения поставленных целей и выполнения задач.

Существует множество моделей, разработанных для определения командных ролей, такие как модель Белбина, Маргерисона, Мансона и др. Каждая из этих моделей предлагает свой подход к классификации и описанию ролей, основываясь на различных теоретических концепциях и исследованиях.

На сегодняшний день определение командных ролей осуществляется через прохождение специального теста. Он представляет собой серию вопросов или утверждений, на которые респонденты должны ответить, выбирая наиболее подходящий вариант или оценивая себя по определенным параметрам.

В ходе сравнительного анализа моделей командных ролей выбрана модель Белбина, так как она является одной из наиболее широко известных и исследованных. Ее эф-

фективность и достоверность подтверждены рядом научных работ [3].

Технология отбора кадров и формирования команд в каждой организации зависит от специфики деятельности. Использование методов психологического тестирования рационально при комплексном подходе к выбору кандидатов.

Для выделения тем и ключевых слов из резюме кандидатов можно использовать тематическое моделирование. Это статистический подход к анализу текстов, который позволяет автоматически выявлять темы в больших коллекциях текстовых документов. В основе этого подхода лежит предположение о том, что каждый документ представляет собой смесь нескольких тем, а каждая тема определяется своим уникальным распределением слов. Таким образом, тематическое моделирование позволяет найти скрытые темы в текстах и определить, какие слова наиболее характерны для каждой темы.

Несмотря на то, что тематическое моделирование традиционно применялось для анализа больших коллекций текстов, есть исследования [4–6], в которых подтверждается эффективность метода на коротких текстах. Так как короткие тексты содержат ограниченное количество слов, это затрудняет точное определение и выявление скрытых тем. Однако существуют модели, которые показывают хорошие результаты на коротких текстах. Среди них: Latent Dirichlet Allocation (LDA), Non-Negative Matrix Factorization (NMF), BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers).

Для более глубокого понимания и анализа текстовых данных необходимо корректно интерпретировать полученные результаты тематического моделирования. Для этого используется метод классификации текстов. Он позволяет автоматически присвоить текстовому документу определенную категорию или метку на основе его содержания. Учитывая особенности данных, доступные вычислительные ресурсы, а также требования к точности и интерпретируемости классификации, для классификации результатов тематического моделирования выбраны следующие подходы: Наивный Байесовский классификатор, методы опорных векторов и глубокого обучения, Случайный лес.

Классификация результатов тематического моделирования позволяет организовать полученные темы и интерпретировать их содержание. Кроме того, классификация позволяет автоматически классифицировать тексты на основе имеющихся тематических моделей [5].

Сравнительная оценка эффективности методики классификации результатов тематического моделирования с ручной классификацией, выполняемой рекрутером, позволит определить, насколько успешно методика может заменить или дополнить человека в процессе формирования команд на основе резюме кандидатов.

Результаты исследования и их обсуждение

Методика классификации результатов тематического моделирования по ролям Белбина представляет собой разработку гибридного подхода, комбинирующего преимущества различных методов, а также адаптацию и оптимизацию существующих решений для совершенствования системы управления кадровыми ресурсами в ор-

ганизационных системах. Подход состоит из пяти этапов.

На первом производится необходимая предобработка данных для последующей классификации результатов тематического моделирования по ролям Белбина. В табл. 1 описаны основные действия по каждому шагу, предполагаемый результат и используемые средства.

На втором этапе используется ранее описанная методика тематического моделирования для выделения тем и ключевых слов из резюме кандидатов. Результат этапа – список тем, связанных с каждым резюме, и набор ключевых слов, характеризующих каждую тему. В табл. 2 описаны основные шаги второго этапа процесса тематического моделирования резюме.

Таблица 1

Основные шаги первого этапа

№	Действие	Результат	Используемые средства
1	Сбор реальных данных для классификации резюме	Набор данных, состоящий из резюме и уже известной информации о том, какая роль Белбина присвоена методом прохождения теста	Запустить в социальных сетях опросники
3	Сортировка по профессиям	Отсортированный набор данных	Python, библиотеки: numpy, pandas
4	Выбор процентного соотношения деления данных на обучающую и тестовую выборки	Обучающая и тестовая выборки	Научная литература, подобные исследования на русском и английском языках
5	Очистка и нормализация данных	Очищенный и нормализованный набор данных	Python, библиотеки: nltk, pymorphy2

Таблица 2

Основные шаги второго этапа

№	Действие	Результат	Используемые средства
1	Создание векторного представления резюме	Корпус биграмм и/или триграмм корпус в виде «мешка слов» (bag of words)	Python, библиотеки: pymorphy2, nltk [7]
2	Модель LDA, NMF, BERT для 5, 7, 10 тем	Интерактивная визуализация расстояний между темами для каждой модели	Python, библиотеки: LatentDirichletAllocation, pyLDAvis, keras, и др.
3	Сравнение корпусов данных с помощью расстояния Левенштейна	Сравнительная таблица расстояний Левенштейна по каждой модели	Python, библиотеки: python-Levenshtein, textdistance; формула расстояния Левенштейна
4	Оценка качества моделей	Сравнительная таблица по когерентности для каждой модели на 3, 5, 10 темах	Когерентность темы PMI-Score [8, 9]
5	Назначение каждому резюме в корпусе подходящей темы	Дополнительный столбец в наборе данных с результатами по теме	Python + библиотеки моделей
6	Создание таблицы тем и топа слов для каждой модели	Таблица тем и топа слов для моделей	Python + библиотеки matplotlib, numpy, pandas
7	Результирующая таблица	Сводная таблица из исходных данных, списка тем и ключевых слов	Python + библиотеки matplotlib, numpy, pandas и др.

Таблица 3

Основные шаги третьего этапа

№	Действие	Результат	Используемые средства
1	Создание обучающей и тестовой выборок	Данные для обучения и оценки модели	Результирующая таблица второго этапа; Python, библиотека: scikit-learn
2	Обучение Наивного Байесовского классификатора, метода опорных векторов, Случайного леса, глубокое обучение	Обученные модели, время обучения классификатора	Python, библиотеки: scikit-learn, nltk и др.
3	Классификация тестовых данных	Классифицированные результаты	Обученные модели классификации

Таблица 4

Основные шаги четвертого этапа

№	Действие	Результат	Используемые средства
1	Оценка качества классификации	Сравнительная таблица	Метрики Accuracy, F-score и др. [10]
2	Выбор лучшей модели на основании метрик	Обученные модели классификации	Ручное сравнение
3	Проверка калибровки модели	Диаграмма надежности	Диаграмма надежности
4	Предсказание роли по резюме	Предсказанная роль	Метод predict
5	Подсчёт вероятности предсказанной роли	Вероятность	Метод predict_proba

Таким образом, на этом этапе выделяются темы и ключевые слова из предварительно обработанных данных. Для этого используются различные методы, включая алгоритмы тематического моделирования. Эти методы помогают выявить основные темы и ключевые слова, которые отражают навыки, опыт и интересы кандидатов.

Третий этап – этап обучения классификатора. Данный этап включает использование различных методов машинного обучения. Классификация основана на вероятностях, предсказываемых классификатором, на пороговых значениях, установленных на основе тренировочного набора данных. В табл. 3 описаны основные шаги третьего этапа.

Четвертый этап – интерпретация, оценка результатов классификации. Анализ соответствия выделенных ролей Белбина и оценка их значимости для каждого кандидата. В табл. 4 описаны основные шаги этапа.

Результатом четвертого этапа является оценка результатов классификации, включая вычисление метрик качества классификации и анализ полученных результатов.

Пятый этап – оценка эффективности методики в сравнении с ручной классификацией. Этап имеет решающее значение, так как он позволяет определить, насколько успешно методика может заменить или дополнить человека в процессе формирования команд на основе резюме кандидатов.

Перед тем как оценить эффективность описанной на предыдущих шагах методики, необходимо определить соответствующие метрики и критерии. Для этой цели определены следующие показатели эффективности:

- Сокращение трудозатрат: экономия рабочего времени рекрутера на скрининг резюме.

- Снижение затрат по сравнению с ручной обработкой: экономия ресурсов компании.

- Минимизация ошибок: снижение вероятности ошибок и улучшение качества подбора персонала.

- Скорость и объем обработки резюме.

- Исключение субъективности в процессе подбора персонала.

- Качество состава рабочих команд: насколько хорошо методика позволяет формировать сбалансированные и оптимальные команды по сравнению с человеком.

- Увеличение производительности: ускоряет процессы закрытия вакансий и уменьшает вероятность ошибок, производительность рекрутеров повышается.

На пятом этапе проводится сравнительная оценка эффективности методики классификации результатов тематического моделирования с ручной классификацией, выполняемой человеком-рекрутером. Ключевые шаги и аспекты на этом этапе описаны в табл. 5.

Таблица 5

Основные шаги пятого этапа

№	Действие	Результат	Используемые средства
1	Обучение рекрутера модели командных ролей Белбина	Рекрутер, способный классифицировать резюме; время, за которое обучается среднестатистический специалист	Литература, модель командных ролей Белбина, тест Белбина
2	Классификация резюме рекрутером	Время, за которое человек классифицирует 1 резюме, 20 резюме	Тестовый набор данных/резюме в количестве 20 штук из табл. 1 пункт 1
3	Классификация резюме обученным классификатором	Время, за которое классифицирует 1 резюме с помощью описанной методики, 20 резюме	Тестовый набор данных из предыдущего пункта; методика классификации резюме
4	Сравнение результатов классификации рекрутером и с помощью методики	Сравнительная таблица по критериям эффективности	Python + библиотеки matplotlib, numpy, pandas и др.

Важно отметить, что каждый рекрутер имеет различную квалификацию и опыт. Такая оценка и классификация может быть непостоянной и субъективной. Поэтому пятый этап позволит не только оценить эффективность описанной методики, но и определить ее применимость в конкретных условиях и задачах организации по сравнению с ручной обработкой.

Заключение

В данном исследовании проведен сравнительный анализ моделей командных ролей, выделены методы тематического моделирования, которые можно успешно применять на коротких текстах, а также определен основной подход классификации результатов тематического моделирования.

В результате разработана методика классификации результатов тематического моделирования резюме с использованием ролей Белбина. Она включает пять основных этапов. Важно отметить, что методика классификации резюме по ролям Белбина требует достаточного количества тренировочных данных с уже известными ролями кандидатов. Кроме того, она может быть уточнена и дополнена с учетом специфических требований и особенностей конкретной организации или команды.

Список литературы

1. Dixit V.V., Trisha Patel, Nidhi Deshpande, Kamini Sonawane Resume Sorting using Artificial Intelligence // International Journal of Research in Engineering, Science and Management. 2019. Vol. 2, Is. 4. P. 423–425. DOI:10.33545/26648776.
2. Блиникова А.В., Йинг Д.К. Использование искусственного интеллекта в процессах управления челове-

скими ресурсами // Вестник университета. 2020. № 7. URL: <https://vestnik.guu.ru/jour/article/view/2305> (дата обращения: 20.08.2023). DOI: 10.26425/1816-4277-2020-7-14-21.

3. Ruolan Bao. Research on the Relationship between Team Roles Theory and Team Effectiveness – Taking the Sales Team of Company A as an Example // 2019 3rd International Conference on Economics, Management Engineering and Education Technology (ICEMEET 2019). 2019. P. 2121–2125. DOI: 10.25236/icemeet.2019.424.

4. Jipeng Qiang, Zhenyu Qian, Yun Li, Yunhao Yuan, Xindong Wu. Short Text Topic Modeling Techniques, Applications, and Performance: A Survey // IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. 2020. Vol. 34, Is. 3. P. 1427–1445. DOI: 10.1109/TKDE.2020.2992485.

5. Wen Hua, Zhongyuan Wang, Haixun Wang, Kai Zheng, Xiaofang Zhou. Short text understanding through lexical-semantic analysis // 2015 IEEE 31st International Conference on Data Engineering. 2015. P. 495–506. DOI: 10.1109/ICDE.2015.7113309.

6. Xiaobao Wu, Chunping Li, Yan Zhu, Yishu Miao. Short Text Topic Modeling with Topic Distribution Quantization and Negative Sampling Decoder // Proceedings of the 2020 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. 2020. P. 1772–1782. DOI: 10.18653/v1/2020.emnlp-main.138.

7. Jey Han Lau, Timothy Baldwin. An empirical evaluation of doc2vec with practical insights into document embedding generation // Proceedings of the 1st Workshop on Representation Learning for NLP. 2016. P. 78–86. DOI: 10.18653/v1/W16-1609.

8. Краснов Ф.В., Баскакова Е.Н., Смазневич И.С. Оценка прикладного качества тематических моделей для задач кластеризации // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. 2021. № 56. С. 100–111.

9. Булатов В.Г. Методы оценивания качества и многокритериальной оптимизации тематических моделей в библиотеке TopicNet: Специальность 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2020. 147 с.

10. Jey Han Lau, David Newman, Timothy Baldwin. Machine Reading Tea Leaves: Automatically Evaluating Topic Coherence and Topic Model Quality // In Proceedings of the 14th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics. 2014. P. 530–539. DOI: 10.3115/v1/E14-1056.

УДК 004:62-529

DOI 10.17513/snt.39758

ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТЫ КОЛЛЕКТИВА РОБОТОВ-ЛАБОРАНТОВ

Калинин В.Ф., Погонин В.А.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов,
e-mail: vfkalinin@rambler.ru, pogvas@inbox.ru*

Создание различного вида систем роботов-лаборантов, включение их в качестве подсистем в автоматизированных системах управления химико-технологическими процессами являются жизненно необходимыми, так как только решение этих проблем позволяет автоматизировать химические производства, создать гибкие производственные системы, освободить человека от опасных и вредных работ, удалить его из сферы производства. Рассмотрены теоретические вопросы планирования работы коллектива роботов-лаборантов в условиях неопределенности. Приводятся постановки ряда задач нахождения планов распределения работ, выполняемых роботами-лаборантами, при которых гарантируется выполнение технологических ограничений с вероятностью не ниже заданной. Рассмотрены задачи гарантийного линейного программирования с суммируемой случайной величиной, с мультипликативным вхождением случайной величины. Для каждой задачи найдена эквивалентная детерминированная задача, решение которой тождественно решению соответствующей задачи гарантийного управления. В работе использованы методы: математическое моделирование, современная теория управления, математическая статистика, искусственный интеллект. Для каждой задачи гарантийного линейного программирования сформулирована сопутствующая детерминированная задача, целевая функция которой для оптимального решения равна оптимальному значению целевой функции гарантийной задачи. Сформулирован и доказан ряд теорем, с использованием которых доказывается для каждой задачи гарантийного управления тождественность их решений с решением соответствующих эквивалентных задач и равенства оптимальных значений целевой функции оптимальным значениям целевых функций сопутствующих задач.

Ключевые слова: робот-лаборант, оптимальное управление, вероятность

PLANNING THE WORK OF A GROUP OF ROBOTIC-LABORATORY ASSISTANT

Kalinin V.F., Pogonin V.A.

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

creation of various types of systems of robotic laboratory assistants, their inclusion as subsystems in automated control systems for chemical and technological processes are vital, since only the solution of these problems allows you to automate chemical production, create flexible production systems, free a person from dangerous and harmful work, remove him from the sphere of production. The theoretical issues of planning the work of a team of robotic laboratory assistants under conditions of uncertainty are considered. A number of tasks are formulated to find plans for the distribution of work performed by robotic laboratory assistants, in which the fulfillment of technological restrictions is guaranteed with a probability not lower than the specified one. The problems of guarantee linear programming with a summable random variable, with a multiplicative occurrence of a random variable, are considered. For each problem, an equivalent deterministic problem is found, the solution of which is identical to the solution of the corresponding problem of guarantee management. Methods: mathematical modeling, modern control theory, mathematical statistics, artificial intelligence. For each problem of guarantee linear programming, an accompanying deterministic problem is formulated, the objective function of which for the optimal solution is equal to the optimal value of the objective function of the guarantee problem. A number of theorems have been formulated and proved, with the use of which the identity of their solutions with the solution of the corresponding equivalent problems and the equality of the optimal values of the objective function to the optimal values of the objective functions of the accompanying problems are proved for each problem of guarantee control.

Keywords: robotic laboratory assistant, optimal control, probability

Продукция, сырье химических производств могут быть пылящими, ядовитыми, токсичными, обладать мутагенными и канцерогенными свойствами. Этими свойствами продукции и сырья обусловлено обилие участков с вредными или особо опасными условиями труда [1].

Отметим, что наличие в производственной среде мутагенных и канцерогенных соединений указывает на необходимость систематического мониторинга загрязнений,

гигиенической оценки рабочих мест. Это определяет необходимость использования в химических производствах коллектива роботов-лаборантов производящих определенные виды работ на разных аппаратах в различное время.

Невозможность ошибок в работе коллектива роботов-лаборантов, тяжелейшие последствия таких ошибок требуют разработки принципиально новых алгоритмов управления роботами-лаборантами, учи-

тывающих возможность случайных помех и гарантирующих выполнение технологических и технических требований с вероятностью не ниже заданной [2].

При управлении коллективом роботов-лаборантов (РЛ) в робототехнических автоматизированных системах управления (РоАСУ) должно приниматься решение о распределении работ среди РЛ, о времени, выделяемом конкретным РЛ на обслуживание тех или иных технологических объектов. При этом эффект от распределения РЛ обычно пропорционален времени, выделяемому роботам на выполнение той или иной работы. Так, частота взятия на лабораторный анализ проб в АСУТП позволяет чаще корректировать программу управления, увеличивая при этом экономический эффект. Частота отбора проб в определенном месте, например, химико-технологического процесса повышает их аварийную и экологическую безопасность. При этом увеличение эффективности технологических процессов в зависимости от частоты взятия проб различно для различных процессов. Учитывая ограниченность ресурсов времени работы РЛ, встает задача оптимизации времени загрузки РЛ. Эта задача в ограниченном диапазоне вариации времени загрузки РЛ может трактоваться как задача линейного программирования [2–4].

При допустимости существенной вариации времени загрузки РЛ скорость прироста экономического эффекта при увеличении частоты проб уменьшается. Действительно, при достаточно большой частоте отбора проб дальнейшее увеличение этой частоты сказывается незначительно. Таким образом, при больших областях вариации времени загрузки РЛ имеет место нелинейная зависимость целевой функции (эффективность технологического процесса) от увеличения частоты отбора проб. В этом случае, очевидно, задачи оптимизации времени загрузки РЛ относятся к классу нелинейных задач оптимизации.

Наличие возмущающих воздействий и случайного характера протекания технологического процесса (например, неидеальности смешения реакционных смесей, наличия застойных зон) делают качественные характеристики технологического процесса случайными. При этом нельзя считать детерминированной и постановку задачи управления коллективами РЛ. При этом целевая функция и технологические ограничения являются, очевидно, случайными величинами. Однако в РоАСУ все технологические ограничения должны быть выполнены с вероятностью не ниже заданной.

Таким образом, необходимо рассматривать при управлении коллективом РЛ следующую задачу, которую будем в дальнейшем называть задачей надежного оптимального управления [5].

Необходимо определить вектор $u^* \in U$, при котором принимает минимальное значение \bar{Q}^* математическое ожидание целевой функции:

$$\bar{Q}^* = \min_{u \in U} M[Q(u)]. \quad (1)$$

и вероятность P выполнения технологических ограничений

$$P[H_i(u)] \geq \sigma_i, \quad i = \overline{1, n} \quad (2)$$

превосходит некоторое заданное значение σ_i , где M – математическое ожидание случайной целевой функции Q ;

U – множество допустимых значений вектора управления u ;

$H_i(u)$ – i -е технологическое ограничение;

n – число технологических ограничений;

σ_i – константа.

Цель исследования заключается в разработке теоретических положений планирования работы коллектива роботов-лаборантов в условиях неопределенности.

Материалы и методы исследования

Рассмотрим постановку и решение задачи надежного линейного программирования с суммарной случайной величиной.

Пусть линейная целевая функция имеет суммарную величину V :

$$Q(u) = Cu + V, \quad (3)$$

где $C = (c_1, \dots, c_n)$, $u = (u_1, \dots, u_n)$.

Пусть технологические ограничения имеют аналогичную форму:

$$b_i u + V_i \geq a_i, \quad (4)$$

где $b_i = (b_{i1}, \dots, b_{in})$.

Будем считать известными плотности распределения $\omega(V)$ и $\omega(V_i)$ случайных величин V и V_i .

В соответствии с (1) и (2) сформулируем следующую задачу надежного управления.

Необходимо найти вектор $u^* \in U$, при котором принимает минимальное значение математическое ожидание функции (3):

$$M[Q(u^*)] = \min_{u \in U} M[Cu + V] \quad (5)$$

и вероятность выполнения условий (4) не ниже заданных:

$$P[b_i u + V_i \geq a_i] \geq \sigma_i, \quad (6)$$

где σ_i – заданное значение вероятности выполнения i -го условия (4) и

$$u_i \geq 0. \quad (7)$$

Задачу (5)–(6) будем называть задачей надежного линейного программирования с суммарной случайной величиной.

Учитывая линейность целевой функции (3) задача (5)–(7) может быть переформулирована в следующем виде.

Необходимо найти вектор $u^* \in U$, при котором принимает минимальное значение целевая функция:

$$\bar{Q}(u) = Cu + \bar{V}, \quad (8)$$

где \bar{V} – математическое ожидание случайной величины V :

$$\bar{V} = \int_{-\infty}^{\infty} V \omega(V) dV, \quad (9)$$

и удовлетворении ограничений

$$\int_{E_i} \omega_i(V_i) dV_i \geq \sigma_i. \quad (10)$$

$$E_i = (V_i | b_i u + V_i \geq a_i). \quad (11)$$

Будем называть эквивалентной задачей следующую задачу линейного программирования.

Найти n -мерный вектор u , при котором принимает минимальное значение целевая функция:

$$q(u) = Cu + \bar{V} \quad (12)$$

И удовлетворяются ограничения

$$b_i u \geq \alpha_i \quad (13)$$

$$u \geq 0, \quad (14)$$

где

$$\alpha_i = a_i - t_i, \quad (15)$$

$$\int_{t_i}^{\infty} \omega_i(V_i) dV_i = \sigma_i \quad (16)$$

Теорема 1. Задача надежного линейного программирования с суммируемой случайной величиной (8)–(11) тождественная эквивалентной задаче линейного программирования (12)–(16).

Доказательство. Так как целевые функции задач (3)–(11) и (12)–(16) совпадают, для доказательства тождественности этих задач необходимо и достаточно доказать тождественность условия (10), где E_i определяется (11), условию (13), где α_i определяется (15)–(16).

Для доказательства введем параметр t_i , определяемый условием

$$\int_{t_i}^{\infty} \omega_i(V_i) dV_i = \sigma_i. \quad (17)$$

Выразим технологическое неравенство (4), участвующее в определении (11) E_i в виде

$$V_i \geq a_i - b_i u$$

При этом условие (10)–(11) может быть переписано в виде

$$\int_{a_i - b_i}^{\infty} \omega_i(V_i) dV_i \geq \sigma_i. \quad (18)$$

Сравнение (17), (18) показывает, что условие (10), (11) выполняется, если

$$a_i - b_i u \leq t_i. \quad (19)$$

Действительно, в этом случае

$$b_i u = \int_{t_i}^{\infty} \omega_i(V_i) dV_i \leq \int_{a_i - b_i}^{\infty} \omega_i(V_i) dV_i = \int_{E_i} \omega_i(V_i) dV_i.$$

Используя (19), имеем

$$b_i u = a_i - t_i \quad (20)$$

или $b_i u \geq \alpha_i$, где $\alpha_i = a_i - t_i$.

Теорема 1 доказана.

Таким образом, задача надежного линейного программирования с суммарной случайной величиной свелась к традиционной детерминированной задаче линейного программирования (12)–(14), где в технологических ограничениях вместо a_i используется α_i , определенное по (15). При этом величина t_i должна быть предварительно найдена из соотношения (16).

Далее рассмотрим задачу надежного линейного программирования с мультипликативным вхождением случайной величины.

Рассмотрим задачу оптимизации, в которой целевая функция имеет вид

$$Q(u) = VCu, \quad (21)$$

а технологические ограничения могут быть представлены в виде

$$V_i b_i u \geq a_i. \quad (22)$$

где вектора C , b , u , а случайные величины V , V_i определяются так же, как в предыдущей задаче.

В соответствии с (1)–(2) сформулируем задачу надежного управления.

Необходимо найти вектор $u^* \in U$, при котором принимает минимальное значение математическое ожидание функции (21):

$$M[Q(u^*)] = \min_{u \in U} M[VCu] \quad (23)$$

и вероятности выполнения условий (22) не ниже заданных значений σ_i :

$$P[V_i b_i u \geq a_i] \geq \sigma_i, \quad (24)$$

$$u_i \geq 0. \quad (25)$$

Учитывая линейность целевой функции (21), задача (23)–(25) может быть переформулирована в следующем виде.

Необходимо найти вектор $u^* \in U$, при котором принимает минимальное значение целевая функция:

$$\bar{Q}(u) = \bar{V}Cu \rightarrow \min, \quad (26)$$

где \bar{V} – математическое ожидание случайной величины V , определяемой (9), и удовлетворяются ограничения

$$\int_{E_i} \omega_i(V_i) dV_i \geq \sigma_i, \quad (27)$$

где

$$E_i = (V_i | V_i b_i u \geq a_i). \quad (28)$$

$$u \geq 0. \quad (29)$$

Будем называть эквивалентной задачей следующую задачу линейного программирования.

Найти n -мерный вектор u , при котором принимает минимальное значение целевая функция:

$$\bar{q}(u) = \bar{V}Cu \rightarrow \min \quad (30)$$

и удовлетворяются ограничения

$$t_i^1 b_i u \geq a_i, \quad (31)$$

$$t_i^2 b_i u \geq a_i \quad (32)$$

$$u \geq 0, \quad (33)$$

где t_i^1, t_i^2 определяются из соотношений

$$\int_{t_i^1}^{\infty} \omega(V_i) dV_i = \sigma_i, \quad (34)$$

$$\int_{-\infty}^{t_i^2} \omega(V_i) dV_i = \sigma_i \quad (35)$$

Теорема 2. Задача надежного линейного программирования с мультипликативным вхождением случайной величины (26)–(29) тождественна эквивалентной задаче (31)–(35).

Доказательство. Так как целевые функции задач (26)–(29) и (31)–(35) совпадают, то для доказательства тождественности этих задач достаточно доказать тождественность условий (27), где E_i определяется (28) и (31)–(32). Пусть параметры t_i^1, t_i^2 определяются соотношениями (34)–(35).

Технологическое неравенство (22) может быть, очевидно, записано в виде системы неравенств

$$v_i \geq a_i / b_i u, \text{ если } b_i u \geq 0,$$

$$v_i \leq a_i / b_i u, \text{ если } b_i u < 0.$$

При этом (28) может быть переписано в следующем тождественном виде:

$$E_i = (v_i | v_i \geq a_i / b_i u), \text{ если } b_i u \geq 0,$$

$$\text{и } v_i \leq a_i / b_i u, \text{ если } b_i u < 0. \quad (36)$$

С использованием (36) условие (27) может быть записано в следующей тождественной форме:

$$P_i(u) = \int_{a_i/b_i u}^{\infty} \omega_i(V_i) dV_i \geq \delta_i, \text{ если } b_i u \geq 0 \quad (37)$$

$$P_i(u) = \int_{-\infty}^{a_i/b_i u} \omega_i(V_i) dV_i \geq \delta_i, \text{ если } b_i u < 0, \quad (38)$$

где $P_i(u)$ – обозначение вероятности i -го условия.

Сравнение (34) с (37) показывает, что условие (27)–(28) будет выполнено для $b_i u \geq 0$, если

$$a_i / b_i u \leq t_i^1. \quad (39)$$

Доказательство в этом случае

$$\delta_i = \int_{t_i^1}^{\infty} \omega_i(V_i) dV_i \leq \int_{a_i/b_i u}^{\infty} \omega_i(V_i) dV_i = \int_{E_i} \omega_i(V_i) dV_i = P_i(u). \quad (40)$$

Аналогично, сравнение (35) с (38) показывает, что при $b_i u$ условие (27)–(28) будет выполнено, если

$$a_i / b_i u \geq t_i^1. \quad (41)$$

Действительно, при этом имеет место

$$\delta_i = \int_{-\infty}^{t_i^1} \omega_i(V_i) dV_i \leq \int_{-\infty}^{a_i/b_i u} \omega_i(V_i) dV_i = \int_{E_i} \omega_i(V_i) dV_i = P_i(u). \quad (42)$$

Таким образом, из (40), (42) с учетом (39) и (41) следует, что условия (27)–(28) выполняются, если в эквивалентной задаче выполняются системы неравенств

$$t_i^1 b_i u \geq a_i, b_i u \geq 0 \quad (43)$$

или

$$t_i^1 b_i u \leq a_i, b_i u \geq 0 \quad (44)$$

Теорема 2 доказана.

Таким образом, задача надежного линейного программирования в мультипликативном вхождении случайной величины свелась к детерминированной задаче линейного программирования вида (30)–(35), в которой использованы вдвое большие технологические ограничения (31), (32), нежели в первоначальной задаче. При этом в определении (31), (32) параметры t_i^1, t_i^2 являются константами, определяемыми из (34) и (35).

Заключение

Рассмотренные теоретические положения позволяют планировать работу коллектива роботов-лаборантов, обеспечивая требуемую вероятность выполнения объемов работ технических и технологических усло-

вий. Однако в PoACU все технологические ограничения должны быть выполнены с вероятностью не ниже заданной. Таким образом, необходимо рассматривать и решать при управлении коллективом роботов-лаборантов задачи надежного оптимального управления. Результаты, полученные в данном исследовании, подтверждают результаты исследований технологического процесса производства азопигментов.

Список литературы

1. Бодров В.И., Калинин В.Ф., Погонин В.А. Роботы в химической промышленности. М.: Химия, 1989. 136 с.
2. Белоглазов Д.А., Гайдук А.Р., Косенко Е.Ю. Групповое управление подвижными объектами в неопределенных средах. М.: Физматлит, 2015. 305 с.
3. Бурлаков И.Д., Булдаев А.С. Об одном методе оптимизации химических реакторов // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Математика». 2019. Т. 30. С. 16–30. DOI: 10.26516/1997-7670.2019.30.16.
4. Orazbaev B.B., Ospanov E.A. Hybrid method of development of mathematical models of chemical-technological systems under uncertainty // Matem. Mod. 2017. № 29 (4). P. 30–44. DOI: 10.1134/S2070048219010125.
5. Назарова А.В., Рыжова Т.П. Методы и алгоритмы мультиагентного управления робототехнической системой // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение. 2013. № 6. С. 93–105.

УДК 51:[656.11+351.811.12]
DOI 10.17513/snt.39759

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ ОБНОВЛЕНИЯ МАТРИЦЫ КОРРЕСПОНДЕНЦИЙ ПРИ ВВЕДЕНИИ НОВЫХ ПУНКТОВ ПРИТЯЖЕНИЯ ПОТОКОВ

Наумова Н.А.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар,
e-mail: Nataly_Naumova@mail.ru

Изучение динамики транспортных и пешеходных потоков, прогнозирование их характеристик необходимо при формировании и оптимизации транспортной инфраструктуры городов. Основную нагрузку на элементы улично-дорожной сети составляют регулярные по времени потоки транспортных средств между парами районов отправления – прибытий, информация о которых хранится в матрице корреспонденций. С этой точки зрения актуальной задачей представляется разработка методов определения и динамического обновления матрицы корреспонденций при введении новых потокообразующих элементов. В частности, методов сбора и обработки необходимой информации о потоках, методов идентификации параметров транспортных и пешеходных потоков. Целью данной работы является разработка вероятностно-статистических методов планирования наблюдений для оценки обновления данных о корреспонденциях, вызванных новым слоем спроса. Существуют физические и технологические ограничения при наблюдении за транспортной сетью, которые следует учитывать при планировании эксперимента. Разработан алгоритм для определения оптимального расположения точек наблюдения при уточнении матрицы корреспонденции с учетом энтропии системы. Определено необходимое число измерений для заданной надежности получения параметров распределения транспортного потока. Разработан метод оценки изменений в матрице транспортных корреспонденций, вызванных появлением нового слоя спроса.

Ключевые слова: матрица корреспонденций, математическая модель, транспортный поток, вероятностно-статистические методы

PLANNING THE EXPERIMENT TO UPDATE THE ORIGIN-DESTINATION DEMAND MATRIX WHEN INTRODUCING NEW ITEMS TRAFFIC DEMAND

Naumova N.A.

Kuban State Technological University, Krasnodar, e-mail: Nataly_Naumova@mail.ru

Analysis of the dynamics of growth and pedestrian flows, forecasting The main load on the elements of the road network is met by regular time flows of vehicles between pairs of nearby departures and arrivals, information about which is found in the OD-matrix. From this point of view, the development of methods for determining and dynamically updating the OD-matrix with the introduction of new flow-forming elements seems to be an urgent task. In particular, methods for collecting and processing the necessary information about flows, methods for identifying the parameters of traffic and pedestrian flows must be explored. The purpose of this work is to develop probabilistic-statistical methods for planning observations to evaluate the update of correspondence data caused by a new demand layer. There are physical and technological limitations when observing the transport network, which should be taken into account when planning an experiment. An algorithm has been developed to determine the optimal location of observation points when refining the correspondence matrix, taking into account the entropy of the system. The required number of measurements for a given reliability of obtaining traffic flow distribution parameters is determined. A method has been developed for assessing changes in the matrix of transport correspondence caused by the emergence of a new layer of demand.

Keywords: OD-matrix, mathematical model, traffic flow, probabilistic-statistical methods

Изучение динамики транспортных и пешеходных потоков, прогнозирование их характеристик необходимо при формировании и оптимизации транспортной инфраструктуры городов. Информация о распределении транспортных потоков по улично-дорожной сети важна для управления дорожным движением, в частности с помощью интеллектуальных транспортных систем. Основную нагрузку на элементы улично-дорожной сети составляют регулярные по времени потоки транспортных средств между парами районов отправления – прибытий,

информация о которых хранится в матрице корреспонденций. С этой точки зрения актуальной задачей представляется разработка методов определения и динамического обновления матрицы корреспонденций при введении новых потокообразующих элементов, в частности методов сбора и обработки необходимой информации о потоках, методов идентификации параметров транспортных и пешеходных потоков.

Оценка статической матрицы корреспонденций достаточно хорошо изучена. Обычно используется предварительная ма-

трица для получения единственного решения. В целом эти методы могут быть классифицированы следующим образом [1]:

– метод наименьших квадратов (Cascetta E., Nguyen S., 1988; Doblaz J., Benitez F.G., 2005) и обобщенный метод наименьших квадратов (Bell M.G.H., 1991; Nie Y.M., Zhang H.M., 2010; Caggiani L., 2013). Как правило, эти методы представляют собой двухуровневые задачи. Верхний уровень должен минимизировать отклонение между наблюдаемым и расчетным количеством трафика за все временные интервалы, а также отклонение между целевым или установленным спросом и расчетными матрицами корреспонденций. Модель нижнего уровня решает статическую задачу пользовательского равновесия;

– методы, основанные на концепции энтропии (например, Van Zuylen H.J., Willumsen L., 1980; Xie C., Kockelman K.M., Waller S.T., 2011). Эти методы максимизируют энтропию с учетом набора ограничений. Концепция энтропии измеряет, насколько более точно отражает реальную ситуацию текущая матрица корреспонденций по сравнению с предшествующей;

– методы максимального правдоподобия (например, Spiess H., 1987; Parry M., Hazelton M.L., 2012). В этом случае предполагается, что элементы исходной матрицы корреспонденций получены из набора случайных величин с заданным распределением вероятностей;

– Байесовские методы (например, Maher M.J., 1983; Perrakis K., Karlis D., Cools M., Janssens D., Vanhoof K., Wets G., 2012; Wei C., Asakura Y., 2013; Castillo E., Menéndez J.M., 2008; Cheng L., Zhu S., Chu Z., Chen J., 2014), которые используют наблюдаемые подсчеты трафика для обновления предполагаемого априорного распределения, апостериорное распределение всех переменных строится на основе теоремы Байеса. Эти методы рассматривают поток трафика как случайную величину.

Оценка зависящего от времени спроса на корреспонденции гораздо сложнее случая статического. Некоторые исследователи прямо распространяют методы статической оценки матрицы корреспонденций на динамический случай с использованием изменяющихся во времени подсчетов данных (например, Cascetta E., Inaudi D., Marquis G., 1993; Tavan H., Mahmassani H.S., 2001; Bierlaire M., Crittin F., 2004).

Однако, несмотря на большое количество исследований [2, 3], изучение методов составления и обновления матрицы корреспонденций остается актуальной задачей, так как в связи с развитием новых техноло-

гий появляются новые возможности по сбору данных. Кроме того, для разных моделей транспортной сети и разных транспортных задач требуются различные исходные данные, а также приемлемы различные методы обновления или получения информации.

Целью данной работы является разработка вероятностно-статистических методов планирования наблюдений для оценки обновления данных о корреспонденциях, вызванных новым слоем спроса.

Материалы и методы исследования

Матрица корреспонденций (OD-матрица) содержит информацию о числе транспортных средств, проходящих от «источника» (места отправления) к «стоку» (месту прибытия) в течение времени t . Матрицу пропорциональных отношений (link proportions), определяющую часть трафика на каждой из дуг, относящихся к определенной паре «источник – сток», обозначают как LP -матрицу. Ранее [4] автором был разработан и обоснован метод определения динамической матрицы корреспонденций, построенной с учетом исходных данных, требующихся для расчетов с помощью авторской модели TIMeR_Mod [5]. Модель основана на оценке маршрутов транспортных потоков: устанавливается зависимость между элементами матрицы корреспонденций и стоимостью движения по маршруту. Основная идея заключается в том, чтобы использовать стоимость движения по маршрутам (функцию транспортных затрат) для установления пользовательского равновесия. Для динамического обновления матрицы корреспонденций применяется фильтр Кальмана. С помощью OD-матрицы и LP -матрицы корректируется распределение интенсивности по дугам транспортной сети, которая в авторской модели TIMeR_Mod содержится в матрицах $A_{STREETS}$ и $B_{INTERSECTION}$ [5].

В данной работе ставится задача планирования эксперимента для обновления данных о распределении транспортных потоков при введении новых пунктов притяжения корреспонденций, то есть в случае появления нового слоя спроса.

Одной из основных проблем является проблема идентификации, связанная с построением математических моделей динамических систем по экспериментальным данным. Ее качественному решению способствует применение на практике математических методов и новых технологий. Суть вероятностно-статистических методов принятия решений состоит в использовании вероятностных моделей на основе оценивания и проверки гипотез с помощью выборочных характеристик. На практике вероят-

ностные и статистические методы обычно применяются в том случае, когда выводы, основанные на выборочных данных, переносятся на всю совокупность [6]. Однако при этом в каждой конкретной ситуации следует предварительно оценить принципиальную возможность получения достаточно достоверных вероятностных и статистических данных.

В данной работе рассматривается задача обновления данных об ОД-матрице при появлении нового пункта притяжения корреспонденций. Задача о распределении транспортных потоков предполагает два основных этапа. На первом этапе на основе исходных данных о потокообразующих факторах строится одна или несколько матриц корреспонденций населения, которые определяют ограничения на общий объем передвижений в сети между источниками и стоками движения. Второй этап предполагает равновесное распределение транспортных потоков согласно первому принципу Вардропа.

Существуют физические и технологические ограничения при наблюдении за транспортной сетью. Реализация отдельных моделей может быть очень затратной. Поэтому при планировании эксперимента следует учитывать вышеуказанные ограничения [7].

Современные технологии позволяют использовать различные типы датчиков для сбора данных о транспортных потоках. Сюда можно отнести GPS, видео, автоматическую идентификацию транспортных средств, сканирование номерных знаков и т.д. По типу собираемых датчиками данных их можно разделить на несколько категорий [1]:

- датчики, подсчитывающие количество транспортных средств по полосам дорожной сети (I категория);
- видеодатчики, которые могут снимать видеоизображения движущихся потоков (II категория);
- идентификаторы транспортного средства, с помощью которых можно получать различные данные о трафике, включая маршрут, задержки на перекрестках, время в пути или по отдельным отрезкам пути (III категория).

Энтропия сложной системы (X, Y) равна

$$H(X, Y) = -\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{ij} \log_a p_{ij} = M(-\log_a p_{ij}). \quad (3)$$

Условная энтропия системы Y при условии $X = x_i$:

$$H(Y | X = x_i) = -\sum_{j=1}^m P(y_j | x_i) \cdot \log_a P(y_j | x_i) = M_{x_i}(-\log_a P(Y | x_i)). \quad (4)$$

Синтезировать данные от всех типов источников для оценки корреспонденций позволяет Байесовский метод. Кроме того, доказано, что данный метод хорошо аппроксимирует наблюдаемые данные [1–3].

В данной статье рассматриваются вероятностно-статистические методы планирования наблюдений для оценки обновления данных о корреспонденциях, вызванных новым слоем спроса, не останавливаясь на их физической реализации.

Результаты исследования и их обсуждение

1. Планирование эксперимента для оценивания матрицы корреспонденций

Для оценивания интенсивности движения по полосам транспортной сети, что может использоваться в Байесовском методе как априорная информация для получения оценок, необходимо выбрать узлы транспортной сети (вершины графа – в модели транспортной сети) для установки датчиков I или II категории. В силу ограниченности ресурсов невозможно установить датчики во всех узлах. Поэтому надо выбрать наиболее информативные. В этом случае обратимся к вероятностно-статистическим методам.

Степень неопределенности системы определяется числом ее состояний и вероятностями пребывания в этих состояниях. Характеристикой априорной вероятности системы является ее энтропия.

Энтропией системы [8] называется сумма произведений вероятностей различных состояний системы на логарифмы этих вероятностей с противоположным знаком:

$$H(X) = -\sum_{i=1}^n p_i \log_a p_i, \quad (1)$$

где $a > 0$, $a \neq 1$

Или, учитывая определение математического ожидания,

$$H(X) = -\sum_{i=1}^n p_i \log_a p_i = M(-\log_a p_i). \quad (2)$$

Средняя или полная энтропия системы Y в зависимости от того, какие состояния принимает система X :

$$H(Y | X) = \sum_{i=1}^n p_i H(Y | x_i) = M_{x_i} (-\log_a P(Y | X)). \quad (5)$$

Если системы X и Y зависимы, то

$$H(X, Y) = H(X) + H(Y | X). \quad (6)$$

Если рассмотреть случай независимости систем, то

$$H(X, Y) = H(X) + H(Y). \quad (7)$$

Другой крайний случай – состояние системы X полностью определяет состояние системы Y . Тогда $H(Y | X) = 0$, а энтропия системы равна

$$H(X, Y) = H(X). \quad (8)$$

Количество информации I_X измеряется уменьшением энтропии системы, для уточнения которой предназначены сведения. Количество информации, необходимое для полного выяснения состояния системы: $I_X = H(X)$.

Поставим задачу определения оптимального расположения точек наблюдения при составлении или уточнении матрицы корреспонденции с учетом новых пунктов притяжения. Абстрактный транспортный граф – это совокупность вершин (перекрестков, узлов сети) и ребер (часть улично-дорожной сети между соседними перекрестками).

Пусть K – новый пункт притяжения (новый сток заявок), а $D_i, i = 1, 2, \dots, k$ – возможные источники заявок. Требуется определить наиболее информативные вершины для расположения наблюдателей при условии ограниченных ресурсов, то есть возможность установить не более N_0 наблюдателей.

Пусть определены вершины графа, через которые может проходить маршрут. Их количество равно N . Априори произвольная заявка может пройти с равной вероятностью через любую из этих вершин на пути в K , то есть вероятность пребывания в вершине $X = x_i$ равна, $p_i = 1 / N, i = 1, 2, \dots, N$. В этом случае (для слоя $\{D\}_i \leftrightarrow K$) можем считать, что состояние системы X {вся улично-дорожная сеть} полностью определяет система Y .

Пусть имеется m_i направлений, по которым можно продолжить движение от вершины $X = x_i$, причем только s_i из них могут привести в пункт K ($s_i < m_i$). Найдем количество информации о системе, которую можно получить отдельно от каждого из состояний $X = x_i$.

$$\begin{aligned} I_{x_i} &= -\log_a P((X = x_i) \cdot K) = \\ &= -\log_a \frac{s_i}{m_i N} = \log_a \left(N \frac{m_i}{s_i} \right). \end{aligned} \quad (9)$$

Заметим, что $(m_i / s_i) > 1$, логарифм – монотонно возрастающая функция при $a > 0, a \neq 1$. Поэтому больше информации несет тот узел сети, из которого выходит больше дуг, ведущих в пункт K .

Предлагается следующий **алгоритм** для определения оптимального расположения точек наблюдения при уточнении матрицы корреспонденции для слоя $\{D\}_i \leftrightarrow K$:

1) определяем маршруты как перечень вершин графа, ведущие от каждого из источников $D_i, i = 1, 2, \dots, m$ к стоку – пункту K ;

2) включаем все вершины из пункта 1) **алгоритма** в множество $X = \{x_i | i = 1, 2, \dots, N\}$;

3) определяем количество m_i направлений, по которым можно продолжить движение от вершины $X = x_i$, количество s_i тех из них, которые могут привести в пункт K ($s_i < m_i$);

4) найдем количество информации:

$$I_{x_i} = \log_a \left(N \frac{m_i}{s_i} \right), i = 1, 2, \dots, N;$$

5) упорядочим по убыванию величины I_{x_i} , выберем N_0 из них.

Так как $I_X = M(-\log_a p_i)$, то это обеспечит наибольшую информативность.

Следующая задача: оценить необходимое число измерений, которые следует произвести в каждой вершине, чтобы с заданной надежностью получить параметры распределения транспортного потока.

Рассмотрим оценку вероятности выбрать определенное направление из положения $X = x_i$.

В схеме испытаний случайная величина X принимает значение 1 («успех») с вероятностью p и значение 0 («неудача») с вероятностью $(1-p)$, оптимальной несмещенной оценкой p является относительная частота успешных исходов в n испытаниях:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}. \quad (10)$$

Статистика $n\bar{X}$ имеет биномиальное распределение [9]. Выборочная средняя – асимптотически нормальная величина, у которой $M(\bar{X}) \approx p, \sigma^2(\bar{X}) \approx \frac{p(1-p)}{n}$.

Тогда можно оценить при уровне значимости α (надежности $1 - \alpha$) построить асимптотический доверительный интервал:

$$P\left(\frac{|\bar{X} - p|}{\sigma} \leq \lambda_\alpha\right) = P\left(\frac{|\bar{X} - p|\sqrt{n}}{\sqrt{p(1-p)}} \leq \lambda_\alpha\right) = P\left(\frac{|\bar{X} - p|\sqrt{n}}{\sqrt{\bar{X}(1-\bar{X})}} \leq \lambda_\alpha\right) \rightarrow 1 - \alpha, \text{ где } \lambda_\alpha = \Phi^{-1}(\alpha)$$

$$P\left(|\bar{X} - p| \leq \lambda_\alpha \sqrt{\frac{\bar{X}(1-\bar{X})}{n}}\right) \rightarrow 1 - \alpha. \quad (11)$$

Следовательно, ошибка при замене вероятности относительной частотой при заданной надежности $1 - \alpha$ равна

$$\Delta = \lambda_\alpha \sqrt{\frac{\bar{X}(1-\bar{X})}{n}}. \quad (12)$$

Если требуется, чтобы ошибка не превысила $r\%$ от оценки, то следует решить неравенство

$$\lambda_\alpha \sqrt{\frac{\bar{X}(1-\bar{X})}{n}} \leq r \frac{\bar{X}}{100}. \quad (13)$$

Решив, получим оценку количества опытов для получения необходимой точности оценки:

$$n \geq (\lambda_\alpha)^2 \frac{(1-\bar{X})100^2}{\bar{X} \cdot r^2}. \quad (14)$$

2. *Оценивание матрицы корреспонденций*

Найдем оценку условной вероятности $P^*(K | D_i)$ того, что заявка из пункта D_i выедет в пункт K , с помощью Байесовского подхода [8, 9].

Пусть имеется выборка из распределения Бернулли с параметром $p: \{y_1, y_2, \dots, y_s\}$, полученная с помощью III категории датчиков.

И пусть про параметр p возможно предположить, будто любые его значения априори одинаково вероятны. Тогда

$$\begin{aligned} f\left(p / \bar{y}\right) &= \frac{f(\bar{y}; p) \cdot q(p)}{f(\bar{y})} = \\ &= \frac{\left(p^{n\bar{y}} (1-p)^{n-n\bar{y}}\right) q(p)}{f(\bar{y})} \end{aligned} \quad (15)$$

– условная плотность распределения,

где $\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^s y_i}{s}$.

Заметим, что $f(\bar{y}) = const$, а также в силу предположения о равновозможности вероятностей $p: q(p) = q = const$. Данная плотность является плотностью бета-распределения $B(\alpha, \beta)$ с параметрами $\alpha = n\bar{y} + 1, \beta = n - n\bar{y} + 1$:

$$f\left(p / \bar{y}\right) = \frac{\left(p^{n\bar{y}} (1-p)^{n-n\bar{y}}\right)}{B(n\bar{y} + 1; n - n\bar{y} + 1)}. \quad (16)$$

Математическое ожидание бета-функции равно

$$M(T / \bar{y}) = \frac{\alpha}{\alpha + \beta} = \frac{n\bar{y} + 1}{n + 2}. \quad (17)$$

То есть примем

$$p^* = \frac{n\bar{y} + 1}{n + 2} = P^*(K | D_i). \quad (18)$$

Обозначим $D_i, i = 1, 2, \dots, k$ – оценки общего объема заявок в одноименных пунктах D_i .

Тогда по формуле Байеса доля заявок, прибывших в пункт K , при условии, что пунктом отправления был D_i :

$$P^*(D_i | K) = \frac{P^*(D_i)P^*(K | D_i)}{P^*(K)}, \quad (19)$$

где

$$P^*(K) = \sum_{i=1}^k P^*(D_i)P^*(K | D_i),$$

$$\text{а } P^*(D_i) = \frac{D_i}{\sum_{i=1}^k D_i}. \quad (20)$$

При известном предполагаемом объеме прибытий N_K заявок/час в пункте K (возможно получить с помощью датчиков I и II категории), найдем оценку количества $N_{D_i \rightarrow K}$ заявок/час, отбывающих из пункта D_i :

$$N_{D_i \rightarrow K} = P^*(D_i | K) \cdot N_K. \quad (21)$$

Таким образом оцениваются корреспонденции слоев спроса $\{D\}_i \leftrightarrow K$.

Если предварительно известны вероятности предпочтения одного из возможных маршрутов из каждого пункта D_i , то остается перераспределить объемы корреспонденций $N_{D_i \rightarrow K}$, пропорционально увеличив интенсивности по соответствующим дугам. Данные об интенсивностях по дугам транспортной сети снимаются в вершинах, отобранных согласно алгоритму в пункте 1. Результат перераспределения объема корреспонденций по улично-дорожной сети в авторской модели TIMeR_Mod отражается в матрицах $A_{STREETS}$ и $B_{INTERSECTION}$.

Заключение

В работе с помощью вероятностно-статистических методов решается задача оптимального планирования эксперимента с целью наблюдения за транспортными потоками на улично-дорожной сети в случае, когда требуется оценить изменение транспортных корреспонденций. Разработан алгоритм для определения оптимального расположения точек наблюдения при оценивании изменений в матрице корреспонденций, вызванных появлением нового слоя спроса $\{D\}_i \leftrightarrow K$. Кроме того, уделено внимание определению количества экспериментов, необходимых для достижения требуемой точности расчетов.

Результаты исследования имеют практическую значимость, так как позволяют оптимизировать временные и трудовые ресурсы при решении задачи обновления матрицы корреспонденций в случае введения

в эксплуатацию новых объектов на улично-дорожной сети.

Список литературы

1. Zhu S., Guo Y., Zheng H., Peeta S., Ramadurai G., Wang J. Field Data Based Data Fusion Methodologies to Estimate Dynamic Origin-Destination Demand Matrices from Multiple Sensing and Tracking Technologies . USDOT Region V Regional University Transportation Center Final Report, 31st July 2016. 65 p.
2. Yu H., Zhu S., Yang J., Guo Y., Tang T. A Bayesian Method for Dynamic Origin-Destination Demand Estimation Synthesizing Multiple Sources of Data // Sensors. 2021. Vol. 21 (15). No. 4971. P. 1–20. DOI: 10.3390/s21154971.
3. Теселкин А.А. Байесовский подход к задаче планирования экспериментов для оценки транспортных корреспонденций // Наука. Технологии. Инновации: сборник научных трудов: в 10 ч. Новосибирск: Издательство НГТУ, 2017. С. 245–247.
4. Naumova N.A. Method for estimating an origin-destination matrix for dynamic assignment // International Journal of Control Theory and Applications. 2016. Т. 9, № 30. С. 129–138.
5. Наумова Н.А. Отчет о научно-исследовательской работе в рамках гранта РФФИ № 16-48-230720 P_A «Разработка методов автоматизированного управления транспортными потоками с учетом динамических изменений в матрице корреспонденций». Краснодар: ФГБОУ ВО «КубГУ», 2018. 97 с.
6. Петров И.Г. Вероятностно-статистические методы в менеджменте // Человек и общество в цифровой экономике: опыт, проблемы и направления развития: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации». М., 2018. С. 138–144.
7. Теселкин А.А. Методы планирования и статистического анализа наблюдений для оценки матриц транспортных корреспонденций: дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 2018. 162 с.
8. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: учеб. для вузов. 11-е изд. М.: Кнорус, 2018. 664 с.
9. Севастьянов Б.А. Курс теории вероятностей и математической статистики. Серия: Классический учебник МГУ. М., 2022. 256 с.

УДК 517.91:519.6
DOI 10.17513/snt.39760

ОБ УСЛОВИЯХ УСТОЙЧИВОСТИ С ОБРАТНОЙ ПРОПОРЦИЕЙ НАЧАЛЬНЫМ ЗНАЧЕНИЯМ РЕШЕНИЙ СИСТЕМ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Ромм Я.Е.

*Таганрогский институт имени А.П. Чехова (филиал)
ФГБОУ ВО «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)»,
Таганрог, e-mail: romm@list.ru*

Представлены необходимые и достаточные условия устойчивости, а также асимптотической устойчивости по Ляпунову решений систем обыкновенных дифференциальных уравнений общего вида. Первая разновидность представленных условий формулируется в границах существования и единственности решения на полуоси, кроме того, требуется непрерывность правой части системы и ее непрерывная дифференцируемость на полуоси. Вторая разновидность необходимых и достаточных условий устойчивости формулируется в тех же ограничениях, но без требования дифференцируемости правой части. Первая разновидность использует в формулировке отношение компонента решения к его начальному значению. Вторая разновидность использует только компоненты правой части дифференциальной системы и их отношение к соответственным начальным значениям. Обе разновидности опираются исключительно на вид системы, не преобразуют ее и не применяют построение функции Ляпунова. Предложенные критерии дополнены разновидностями достаточных условий. Так, достаточные условия асимптотической устойчивости решения даны для случая системы, компоненты правой части которой и их производные имеют постоянные знаки на полуоси. Для этого же случая даны достаточные условия неустойчивости. В обоих случаях критерии опираются на теорему Коши о среднем значении и используют отношения компонентов правой части к соответственным начальным значениям. Кроме того, результаты дополнены необходимыми и достаточными условиями устойчивости и асимптотической устойчивости линейных дифференциальных систем с постоянной и переменной матрицей коэффициентов. Рассмотрен способ линеаризации системы. Предложенные критерии допускают компьютерную реализацию, примеры которой приводятся в работе.

Ключевые слова: необходимые и достаточные условия устойчивости по Ляпунову, компьютеризация анализа устойчивости, нелинейные и линейные дифференциальные системы, линеаризация, численное решение задачи Коши

ON STABILITY CONDITIONS WITH AN INVERSE PROPORTION TO THE INITIAL VALUES OF SOLUTIONS OF ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS' SYSTEMS

Romm Ya.E.

*A.P. Chekhov Taganrog Institute (branch) of Rostov State University of Economics, Taganrog,
e-mail: romm@list.ru*

The necessary and sufficient conditions for the stability and asymptotic Lyapunov stability of solutions of the general form of ordinary differential equations' systems are presented. The first kind of the presented conditions is formulated within the boundaries of the existence and uniqueness of the solution on the semi-axis, in addition, the continuity of the right part of the system and its continuous differentiability on the semi-axis is required. The second kind of necessary and sufficient stability conditions is formulated in the same constraints, but without the requirement of differentiability of the right part. The first type in the formulation uses the ratio of the solution component to its initial value. The second one applies only the components of the right part of the differential system and their relation to the corresponding initial values. Both varieties rely solely on the type of the system, do not transform it and do not apply the construction of the Lyapunov function. The proposed criteria are supplemented by varieties of sufficient conditions. Thus, sufficient conditions for the asymptotic stability of the solution are given for the case of a system where the right-hand side components and their derivatives have stability signs on the semi-axis. Sufficient instability conditions are given for the same case. In both cases, the criteria are based on the Cauchy's mean value theorem and use the ratios of the components of the right-hand side to the corresponding initial values. The results are supplemented with necessary and sufficient conditions for stability and asymptotic stability of linear differential systems with constant and variable coefficient matrices. The method of linearization of the system is considered. The proposed criteria allow for computer implementation, examples of which are given in the paper.

Keywords: necessary and sufficient Lyapunov stability conditions, computer implementation of stability analysis, nonlinear and linear differential systems, linearization, numerical solution of the Cauchy problem

Фундаментальные положения качественной теории дифференциальных уравнений изложены в [1, 2]. Современное состояние вопроса освещается в [3, 4], а также в [5–8].

При этом в работах, посвященных задачам устойчивости решений систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ), основное внимание, как правило, обращено

на метод функций Ляпунова и его содержание на современном этапе [3]. Предлагаются методы аналитического характера, вместе с тем представлены подходы к рассмотрению прикладных аспектов с применением средств вычислительной техники [4, 6], с преобразованиями функций правой части [7–9] и вычислением функции Ляпунова [10, 11]. Как правило, подходы к разработке прикладных методов не опираются на использование численных методов. Ниже предлагается решение прикладных задач анализа устойчивости именно на основе численных методов решения ОДУ. Ставится задача представить на этой основе необходимые и достаточные условия устойчивости в смысле Ляпунова решений ОДУ общего вида, указать границы применимости предлагаемых критериев, дать примеры численного эксперимента, иллюстрирующие излагаемый подход. При этом аналитические оценки устойчивости должны строиться непосредственно из компонентов правой части дифференциальной системы, без их вычислительных преобразований и без применения функции Ляпунова. Построение численных оценок устойчивости должно опираться на приближенное решение системы ОДУ и давать возможность анализа устойчивости по ходу компьютерной реализации численного интегрирования, что представляется актуальным для основных технических приложений.

Цель исследования заключается в том, чтобы найти необходимые и достаточные условия устойчивости решений систем ОДУ в границах существования и единственности решений. В аналитической форме критерии должны строиться непосредственно из компонентов правой части дифференциальной системы. В численной форме критерии должны опираться на приближенное решение системы и предоставлять возможность компьютерного анализа устойчивости по ходу решения в режиме реального времени. Требуется дать математическое обоснование искомых критериев, проиллюстрировать их достоверность с помощью численного эксперимента.

Исходные положения. Предполагается, что выполнено обычное преобразование задачи Коши для системы ОДУ, в результате которого анализ устойчивости решения в смысле Ляпунова (ниже устойчивости) сводится к анализу устойчивости нулевого решения $V(t) = O \quad \forall t \in [t_0, \infty)$ [1]. Преобразованная задача Коши с возмущенными начальными значениями ниже дана в виде

$$V' = U(t, V), \quad V(t_0) = V_0, \quad t \in [t_0, \infty), \quad (1)$$

где

$$U(t, V) = (u_1(t, V), u_2(t, V), \dots, u_n(t, V)),$$

$$V = (v_1(t), v_2(t), \dots, v_n(t)),$$

$$V_0 = (v_{10}, v_{20}, \dots, v_{n0}), \quad \bar{O} = (0, 0, \dots, 0),$$

все значения переменных предполагаются вещественными. Требуется исследовать устойчивость нулевого решения задачи (1). Возмущение (ненулевое решение) $V(t), V(t_0) \neq \bar{O}$ не будет отмечаться специальным символом и, как синоним, иногда будет называться просто решением задачи (1). Используются согласованные канонические нормы матрицы и вектора, по умолчанию $\|V(t)\| = \max_{1 \leq k \leq n} |v_k(t)|$.

Предполагается, что $\exists \delta_0 > 0$, такое, что в области

$$R_0 : \left\{ t_0 \leq t < \infty; \forall V(t) : V'(t) = U(t, V), \right. \\ \left. \|V(t_0)\| \leq \delta_0 \right\}$$

выполнены все условия существования и единственности решения задачи (1), при этом вектор-функция $U(t, V)$ определена, непрерывна и непрерывно дифференцируема $\forall V(t) \in R_0$. Совокупность данных предположений в дальнейшем определяется термином «исходные предположения».

В исходных предположениях нулевое решение задачи (1) устойчиво, если $\forall \varepsilon > 0$ найдется $\Delta, 0 < \Delta \leq \delta_0$, такое, что $\|V_0\| \leq \Delta$ влечет $\|V(t)\| \leq \varepsilon \quad \forall t \in [t_0, \infty)$. Нулевое решение асимптотически устойчиво, если оно устойчиво и найдется $\Delta_1, 0 < \Delta_1 \leq \Delta$, такое, что из неравенства $\|V_0\| \leq \Delta_1$ следует $\lim_{t \rightarrow \infty} \|V(t)\| = 0$.

Необходимые и достаточные условия устойчивости нулевого решения на основе мультипликативного преобразования метода Эйлера. Для краткости компоненты решения $v_k(t)$ иногда обозначаются v_k . Метод Эйлера приближенного решения задачи (1) по компонентам записывается в виде

$$v_{k(i+1)} = v_{ki} + u_k(t_i, V_i)h, \\ i = 0, 1, \dots, \forall k \in \overline{1, n}. \quad (2)$$

Шаг h предполагается равномерным, для произвольно выбранной независимой переменной $t \in [t_0, \infty)$ индекс i в (2) на отрезке $[t_0, t]$ неограниченно возрастает в соответствии убывающему на $[t_0, t]$ шагу –

$$\forall t \in (t_0, \infty), t = \text{const}: t = t_{i+1}, h = \frac{t_{i+1} - t_0}{i+1} = \frac{t - t_0}{i+1}, \quad 0, 1, \dots, n, \quad (3)$$

$$i = 0, 1, \dots, t_{j+1} = t_j + h, 0 \leq j \leq i.$$

Для аналитических оценок метод Эйлера на каждом шаге рассматривается исключительно с остаточным членом, в этом случае на каждом шаге он может интерпретироваться как точный (без погрешности), именно,

$$v_{k(i+1)} = v_{ki} + u_k(t_i, V_i)h + q_{ki}, \quad i = 0, 1, \dots, \forall k \in \overline{1, n}, \quad (4)$$

где q_{ki} – остаточный член формулы Тейлора в окрестности точки t_i радиуса h для k -го компонента приближения:

$$q_{ki} = \frac{1}{2} u'_k(\xi_{ki}, V(\xi_{ki}))h^2, \quad t_i < \xi_{ki} < t_{i+1}, \quad \forall k \in \overline{1, n}. \quad (5)$$

В обозначениях (4), (5) выполняются следующие преобразования:

$$v_{k(i+1)} = v_{ki} + \frac{u_k(t_i, V_i)}{v_{ki}} v_{ki} h + q_{ki}, \quad i = 0, 1, \dots, \forall k \in \overline{1, n}, \quad (6)$$

или,

$$v_{k(i+1)} = (1 + D_i^{(k)} h) v_{ki} + q_{ki}, \quad i = 0, 1, \dots, \forall k \in \overline{1, n}, \quad (7)$$

где

$$D_i^{(k)} = \frac{u_k(t_i, V_i)}{v_{ki}},$$

q_{ki} из (5), метод Эйлера интерпретируется как два первых члена формулы Тейлора для k -го компонента решения. Пусть предполагается до тех пор, пока не оговорено иное, что

$$v_{ki}(t) \neq 0, \quad i = 0, 1, \dots, \forall k \in \overline{1, n}. \quad (8)$$

Кроме того, на время рассмотрения (7) (и только на это время) предполагается, что

$$\forall T = \text{const}, T \in [t_0, \infty): |u_k(t, V)| \leq L_T |v_k(t)|, \quad L_T = \text{const} \quad \forall t \in [t_0, T], \quad \forall k \in \overline{1, n}. \quad (9)$$

С учетом (9) при ограничении (8)

$$|D_{i-\ell}^{(k)}| \leq L_T, \quad L_T = \text{const}, \quad i = 0, 1, \dots, \forall \ell = 0, 1, \dots, i, \quad \forall k \in \overline{1, n}. \quad (10)$$

Предположения (8), (9) и (10) вводятся только на период рассмотрения (6), (7) с мультипликативными преобразованиями. В дальнейшем, начиная с применения аддитивных преобразований метода Эйлера, эти предположения, дополнительные к исходным предположениям, не будут считаться выполненными.

Точное значение компонентов решения задачи (1) преобразуется к виду

$$v_{k(i+1)} = (1 + D_i^{(k)} h) v_{ki} + q_{ki} = (1 + D_i^{(k)} h) ((1 + D_{i-1}^{(k)} h) v_{k(i-1)} + q_{k(i-1)}) + q_{ki},$$

или $v_{k(i+1)} = (1 + D_i^{(k)} h)(1 + D_{i-1}^{(k)} h) v_{k(i-1)} + (1 + D_i^{(k)} h) q_{k(i-1)} + q_{ki}$. Отсюда

$$v_{k(i+1)} = (1 + D_i^{(k)} h)(1 + D_{i-1}^{(k)} h)((1 + D_{i-2}^{(k)} h) v_{k(i-2)} + q_{k(i-2)}),$$

так что

$$v_{k(i+1)} = (1 + D_i^{(k)} h)(1 + D_{i-1}^{(k)} h)(1 + D_{i-2}^{(k)} h) v_{k(i-2)} + (1 + D_i^{(k)} h)(1 + D_{i-1}^{(k)} h) q_{k(i-2)} + (1 + D_i^{(k)} h) q_{k(i-1)} + q_{ki}.$$

Далее, по рекуррентности,

$$v_{k(i+1)} = \prod_{\ell=0}^i (1 + D_{i-\ell}^{(k)} h) v_{k0} + \sum_{r=0}^{i-1} \prod_{\ell=0}^r (1 + D_{i-\ell}^{(k)} h) q_{k(i-r-1)} + q_{ki}, \quad i = 0, 1, \dots, \forall k \in \overline{1, n}. \quad (11)$$

Пусть

$$R_{0i}^{(k)} = \sum_{r=0}^{i-1} \prod_{\ell=0}^r (1 + D_{i-\ell}^{(k)} h) q_{k(i-r-1)} + q_{ki}, \quad i = 0, 1, \dots, \forall k \in \overline{1, n} \quad (12)$$

Лемма 1. В предположениях, дополнительно к исходным включающих (8), (9) и (10),

$$\lim_{i \rightarrow \infty} R_{0i}^{(k)} = 0 \quad \forall T = \text{const}, T \in [t_0, \infty), \forall t \in [t_0, T], \forall k \in \overline{1, n} \quad (13)$$

Доказательство [12, 13]. Для $\forall T \in [t_0, \infty) \exists C = C(T), C = \text{const} \forall t \in [t_0, T]: \|U'(t, V)\| \leq C$. Поэтому, согласно (5), (6), в (12) $|q_{kr}| \leq C_0 h^2, C_0 = \frac{1}{2}C, \forall r \in \overline{0, i}; \forall i = 1, 2, \dots, \forall k \in \overline{1, n}$. Пусть $k \in \overline{1, n}$ произвольно фиксировано. Очевидно,

$$|R_{0i}^{(k)}| \leq \sum_{r=0}^{i-1} \prod_{\ell=0}^r |(1 + D_{i-\ell}^{(k)} h)| |q_{k(i-r-1)}| + |q_{ki}|.$$

С учетом (10), $|R_{0i}^{(k)}| \leq \sum_{r=0}^{i-1} \prod_{\ell=0}^r (1 + L_T h) |C_0 h^2 + C_0 h^2|.$

Отсюда $|R_{0i}^{(k)}| \leq \sum_{r=0}^{i-1} |1 + L_T h|^{r+1} C_0 h^2 + C_0 h^2 = C_0 h^2 \sum_{r=0}^i |1 + L_T h|^r$, что влечет

$$|R_{0i}^{(k)}| \leq C_0 h^2 \frac{(1 + L_T h)^{i+1} - 1}{(1 + L_T h) - 1}, \text{ или}$$

$$|R_{0i}^{(k)}| \leq \frac{C_0}{L_T} \left((1 + L_T h)^{\frac{(t-t_0)}{h}} - 1 \right) h = \frac{C_0}{L_T} \left((1 + L_T h)^{\frac{1}{L_T h} (t-t_0) L_T} - 1 \right) h.$$

Уменьшаемое, монотонно возрастая, стремится к $e^{L_T(t-t_0)}$. Отсюда, с учетом (3),

$$|R_{0i}^{(k)}| \leq \frac{C_0}{L_T} \left(e^{L_T(t-t_0)} - 1 \right) \frac{t-t_0}{i+1}.$$

Таким образом, $\forall T = \text{const}, T \in [t_0, \infty), \forall t \in [t_0, T], \forall k \in \overline{1, n}, R_{0i}^{(k)} \rightarrow 0$ при $i \rightarrow \infty$. Лемма доказана.

Следствие 1. В условиях леммы 1

$$v_k(t) = \lim_{i \rightarrow \infty} \prod_{\ell=0}^i (1 + D_{i-\ell}^{(k)} h) v_k(t_0) \quad \forall t \in [t_0, \infty), \forall k \in \overline{1, n}. \quad (14)$$

Доказательство. Предельный переход в (11) с учетом (12), (13) влечет (14).

Из леммы 1 и следствия 1 вытекает

Лемма 2 [12, 13]. В условиях леммы 1 для устойчивости нулевого решения задачи (1) необходимо и достаточно существование $\Delta, 0 < \Delta \leq \delta_0$, такого, что для всех решений $V(t), V(t_0) = V_0$, при ограничении $0 < \|V_0\| \leq \Delta$ выполняется неравенство

$$\left| \lim_{i \rightarrow \infty} \prod_{\ell=0}^i (1 + D_{i-\ell}^{(k)} h) \right| \leq C^{(1)}, \quad C^{(1)} = \text{const} \quad \forall t \in [t_0, \infty), \forall k \in \overline{1, n}. \quad (15)$$

Для асимптотической устойчивости нулевого решения в тех же условиях необходимо и достаточно, чтобы выполнялось предыдущее утверждение и существовало $\Delta_1 \leq \Delta$, такое, что неравенство $0 < \|V_0\| \leq \Delta_1$ влечет

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \lim_{i \rightarrow \infty} \prod_{\ell=0}^i (1 + D_{i-\ell}^{(k)} h) = 0 \quad \forall k \in \overline{1, n}. \quad (16)$$

Соотношения леммы 2 упрощаются непосредственно ниже.

Условия устойчивости с обратной пропорцией начальным значениям. Из следствия 1 и (14)

$$\frac{v_k(t)}{v_k(t_0)} = \lim_{i \rightarrow \infty} \prod_{\ell=0}^i (1 + D_{i-\ell}^{(k)} h) \quad \forall t \in [t_0, \infty), \quad \forall k \in \overline{1, n}. \quad (17)$$

Согласно (17) из леммы 2 вытекает

Следствие 2 [13]. Условия, формулировка и утверждение леммы 2 дословно сохраняются при замене соотношения (15) на соотношение вида

$$\left| \frac{v_k(t)}{v_k(t_0)} \right| \leq C^{(1)}, \quad C^{(1)} = \text{const} \quad \forall t \in [t_0, \infty), \quad \forall k \in \overline{1, n}, \quad (18)$$

и (16) – на соотношение

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left| \frac{v_k(t)}{v_k(t_0)} \right| = 0 \quad (\lim_{t \rightarrow \infty} v_k(t) = 0) \quad \forall k \in \overline{1, n}. \quad (19)$$

Таким образом, в основных предположениях, дополненных предположениями (8), (9) и (10), необходимое и достаточное условие устойчивости дает соотношение (18). Необходимое и достаточное условие асимптотической устойчивости дает одновременное выполнение (18) и (19), в (19) деление на $v_k(t_0)$ можно исключить. Ограничения (8)–(10) существенно сужают область применения этих критериев. Однако, как будет показано непосредственно ниже, эти ограничения можно снять.

Необходимые и достаточные условия устойчивости на основе аддитивного преобразования метода Эйлера. Соотношение (14) представляет собой эквивалентное преобразование метода Эйлера с учетом остаточного члена. Аналогичное соотношение можно получить на основании аддитивного преобразования метода Эйлера, также с учетом остаточного члена. Именно, из (4)

$$v_{k(i+1)} = v_{ki} + u_k(t_i, V_i)h + q_{ki} = v_{k(i-1)} + u_k(t_{i-1}, V_{i-1})h + q_{k(i-1)} + u_k(t_i, V_i)h + q_{ki}.$$

Отсюда

$$v_{k(i+1)} = v_{k(i-2)} + u_k(t_{i-2}, V_{i-2})h + q_{k(i-2)} + u_k(t_{i-1}, V_{i-1})h + q_{k(i-1)} + u_k(t_i, V_i)h + q_{ki},$$

и, далее, по рекуррентности,

$$v_{k(i+1)} = v_{k(i-i)} + u_k(t_{i-i}, V_{i-i})h + q_{k(i-i)} + u_k(t_{i-(i-1)}, V_{i-(i-1)})h + q_{k(i-(i-1))} + \dots + \\ + u_k(t_{i-1}, V_{i-1})h + q_{k(i-1)} + u_k(t_i, V_i)h + q_{ki}.$$

Окончательно

$$v_{k(i+1)} = v_{k0} + \sum_{\ell=0}^i u_k(t_{i-\ell}, V_{i-\ell})h + \sum_{\ell=0}^i q_{k(i-\ell)}, \quad v_{k0} = v_k(t_0), \quad \forall k \in \overline{1, n}.$$

При $i \rightarrow \infty$ на любом отрезке $[t_0, t]$ получится

$$v_k(t) = v_{k0} + \lim_{i \rightarrow \infty} \sum_{\ell=0}^i (u_k(t_{i-\ell}, V_{i-\ell})h) + \lim_{i \rightarrow \infty} \sum_{\ell=0}^i q_{k(i-\ell)}, \quad \forall t \in [t_0, \infty), \quad \forall k \in \overline{1, n},$$

где с учетом (3)–(5), в обозначениях доказательства леммы 1,

$$|q_{ki}| \leq C_0 h^2, \quad C_0 = C_0(T), \quad C_0 = \text{const} \quad \forall t \in [t_0, T] \quad \forall T \in [t_0, \infty), \quad \forall k \in \overline{1, n}, \quad \forall i = 1, 2, \dots$$

Предел суммы остаточных членов равен нулю. В самом деле, $\forall t \in [t_0, T]$,

$$\left| \sum_{\ell=0}^i q_{k(i-\ell)} \right| \leq \sum_{\ell=0}^i |q_{k(i-\ell)}| \leq \sum_{\ell=0}^i C_0 h^2 = (i+1)C_0 h^2 = \frac{t-t_0}{h} C_0 h^2 = (t-t_0)C_0 h = C_0 \frac{(t-t_0)^2}{i+1}.$$

$$\text{Отсюда} \quad \left| \sum_{\ell=0}^i q_{k(i-\ell)} \right| \leq C_0 \frac{(T-t_0)^2}{i+1} \rightarrow 0, \quad i \rightarrow \infty,$$

следовательно, $\left| \sum_{\ell=0}^i q_{k(i-\ell)} \right| \rightarrow 0, i \rightarrow \infty, \forall t \in [t_0, T], \forall k \in \overline{1, n}$.

Вследствие того, что $\lim_{i \rightarrow \infty} \sum_{\ell=0}^i q_{k(i-\ell)} = 0 \quad \forall k \in \overline{1, n}$, с учетом произвольности выбора $T \in [t_0, \infty)$,

$$v_k(t) = v_k(t_0) + \lim_{i \rightarrow \infty} \sum_{\ell=0}^i (u_k(t_{i-\ell}, V_{i-\ell}) h) \quad \forall t \in [t_0, \infty), \forall k \in \overline{1, n}, \quad (20)$$

где $h = h(i)$ из (3), $h \rightarrow 0, i \rightarrow \infty$, поэтому слагаемое под знаком суммы заключено в скобки. В каждой точке $t \in [t_0, \infty)$ соотношение (20) представляет собой результат сходимости метода Эйлера на отрезке $[t_0, t]$.

Замечание 1. Равенство (20) верно в более широких условиях, чем равенство (14). Оно непосредственно выводится из метода Эйлера с учетом остаточного члена без применения операций деления, что ранее требовало ограничения (8), и без использования неравенств (9) и (10). Для выполнения (20) достаточно изложенных вначале исходных предположений.

Как и в (14), в (20) можно выделить начальное значение в виде множителя:

$$v_k(t) = \frac{v_k(t_0) + \lim_{i \rightarrow \infty} \sum_{\ell=0}^i (u_k(t_{i-\ell}, V_{i-\ell}) h)}{v_k(t_0)} \times v_k(t_0) \quad \forall t \in [t_0, \infty), \forall k \in \overline{1, n}. \quad (21)$$

Из (21) очевидно, что устойчивость нулевого решения задачи (1) полностью определяется асимптотическим поведением дроби перед выделенным сомножителем $v_k(t_0)$. Поскольку (21) эквивалентно (20), то с учетом замечания 1 соответственный критерий на основе данной дроби окажется применимым в условиях свободных от ограничений (8), (9) и (10). В результате лемма 2 переходит в следующую лемму.

Лемма 3. В исходных предположениях, не включающих ограничения (8), (9) и (10), для устойчивости нулевого решения задачи (1) необходимо и достаточно существование $\Delta, 0 < \Delta \leq \delta_0$, такого, что $\forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$ выполняется соотношение

$$\left| \frac{v_k(t_0) + \lim_{i \rightarrow \infty} \sum_{\ell=0}^i (u_k(t_{i-\ell}, V_{i-\ell}) h)}{v_k(t_0)} \right| \leq C^{(1)}, \quad C^{(1)} = \text{const} \quad \forall t \in [t_0, \infty), \forall k \in \overline{1, n}, \quad (22)$$

где $h = h(i)$ из (3), $h \rightarrow 0, i \rightarrow \infty$. В тех же предположениях для асимптотической устойчивости нулевого решения необходимо и достаточно, чтобы выполнялось предыдущее утверждение и существовало $\Delta_1 \leq \Delta$, такое, что неравенство $0 < \|V_0\| \leq \Delta_1$ влечет

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{v_k(t_0) + \lim_{i \rightarrow \infty} \sum_{\ell=0}^i (u_k(t_{i-\ell}, V_{i-\ell}) h)}{v_k(t_0)} = 0 \quad \forall k \in \overline{1, n}. \quad (23)$$

Соотношение (22) выполняется в предположениях существования и единственности решения задачи (1), а также дифференцируемости правой части (1) на полуоси. То же относится к (23). Согласно (21) в условиях леммы 3 во всей области R_0 выполняется

$$\frac{v_k(t)}{v_k(t_0)} = \frac{v_k(t_0) + \lim_{i \rightarrow \infty} \sum_{\ell=0}^i (u_k(t_{i-\ell}, V_{i-\ell}) h)}{v_k(t_0)} \quad \forall t \in [t_0, \infty), \forall k \in \overline{1, n},$$

где рассматриваются только возмущенные решения, так что заведомо $v_k(t_0) \neq 0$. Отсюда и из леммы 3 вытекает

Теорема 1. В исходных предположениях, в которых, в частности, не требуется выполнения (8), (9) и (10), для устойчивости нулевого решения задачи (1) необходимо и достаточно существование $\Delta, 0 < \Delta \leq \delta_0$, такого, что $\forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$ выполняется соотношение

$$\left| \frac{v_k(t)}{v_k(t_0)} \right| \leq C^{(1)}, \quad C^{(1)} = \text{const} \quad \forall t \in [t_0, \infty), \quad \forall k \in \overline{1, n}. \quad (24)$$

В тех же условиях для асимптотической устойчивости нулевого решения необходимо и достаточно, чтобы оно было устойчиво и существовало $\Delta_1 \leq \Delta$, такое, что $\forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta_1$ выполняется соотношение

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left| \frac{v_k(t)}{v_k(t_0)} \right| = 0 \quad \left(\lim_{t \rightarrow \infty} v_k(t) = 0 \right) \quad \forall k \in \overline{1, n}. \quad (25)$$

Таким образом, для критериев (24), (25) не требуется иных ограничений кроме существования и единственности решений, а также непрерывной дифференцируемости правой части (1) в R_0 . Неравенства (8), (10) были необходимы для обеспечения (13) и, соответственно, (14). Для выполнения (21) этого не требуется – достаточно исходных предположений.

Замечание 2. Ограничения (8)–(10) исключали целые классы уравнений из числа допускающих применение (24), (25). Так, если $u_k(t) = \cos(t)$, $v_k(t) = \sin(t)$, то (8) нарушалось бы при всех $t = r\pi$, $r = 0, 1, 2, \dots$

Поскольку в числителях соотношений (21)–(23) интеграл, приближенно вычисляемый по формуле прямоугольников, то с переходом к пределу при $h \rightarrow 0$ обосновывается

Следствие 3. Условия и утверждения теоремы 1 сохранятся, если соотношения (24) и (25) заменить соответственно на соотношение

$$\left| \frac{v_k(t_0) + \int_{t_0}^t u_k(t, V, V_0) dt}{v_k(t_0)} \right| \leq C^{(1)}, \quad C^{(1)} = \text{const}, \quad \forall t \in [t_0, \infty), \quad \forall k \in \overline{1, n} \quad (26)$$

и

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left| \frac{v_k(t_0) + \int_{t_0}^t u_k(t, V, V_0) dt}{v_k(t_0)} \right| = 0 \quad \left(\lim_{t \rightarrow \infty} \left(v_k(t_0) + \int_{t_0}^t u_k(t, V, V_0) dt \right) = 0 \right) \quad \forall k \in \overline{1, n}. \quad (27)$$

Очевидно, следствие 3 – разновидность теоремы 1. Вместе с тем (26), (27) дают возможность учитывать условия сходимости несобственного интеграла. Так, имеет место

Следствие 4. Если $\forall \Delta_1, 0 < \Delta_1 \leq \delta_0, \exists V_0 = V(t_0) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta_1$, такое, что $\exists k : \exists \lim_{t \rightarrow \infty} u_k(t, V, V_0) = \alpha, \alpha > 0$, то нулевое решение задачи (1) неустойчиво. Аналогично, в случае $\exists k : \exists \lim_{t \rightarrow \infty} u_k(t, V, V_0) = \alpha_0, \alpha_0 < 0$.

Доказательство. В условиях следствия $\exists k, \exists t_1 > t_0, \exists \beta > 0, \beta < \alpha, \beta = \text{const} : u_k(t, V, V_0) > \beta \quad \forall t \in [t_1, \infty)$. Поэтому выполняется соотношение

$$v_k(t) = v_k(t_0) + \int_{t_0}^t u_k(t, V, V_0) dt = v_k(t_0) + \int_{t_0}^{t_1} u_k(t, V, V_0) dt + \int_{t_1}^t u_k(t, V, V_0) dt > v_k(t_0) + \int_{t_0}^{t_1} u_k(t, V, V_0) dt + (t - t_1)\beta \quad \forall t \in [t_1, \infty).$$

Отсюда $v_k(t) \rightarrow \infty$ при $t \rightarrow \infty$, что исключает устойчивость нулевого решения.

Случай $\exists k, \exists \lim_{t \rightarrow \infty} u_k(t, V, V_0) = \alpha_0, \alpha_0 < 0$, рассматривается аналогично.

Следствие 5. Если $\forall \Delta_1, 0 < \Delta_1 \leq \delta_0, \exists \{V_{0m}\}_{m=1}^{\infty}, V_{0m} = V_m(t_0), 0 < \|V_{0m}\| \leq \Delta_1$, та-
кже, что выполняется соотношение

$$\exists k : \exists \lim_{v_{km}(t_0) \rightarrow 0} \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{u_k(t, V, V_{0m})}{|v_{km}(t_0)|} = \alpha_1, \quad \alpha_1 > 0,$$

то нулевое решение задачи (1) неустойчиво.

$$\text{Аналогично, в случае } \exists k : \exists \lim_{v_{km}(t_0) \rightarrow 0} \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{u_k(t, V, V_{0m})}{|v_{km}(t_0)|} = \alpha_2, \quad \alpha_2 < 0.$$

Доказательство. В условиях следствия $\exists k, \exists M$, такие, что $\forall m \geq M$ выполняется соотношение $\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{u_k(t, V, V_{0m})}{|v_{km}(t_0)|} = \beta_1, \beta_1 > 0$. Для таких k, M выполнены условия следствия 4, поэтому нулевое решение системы (1) неустойчиво.

$$\text{Случай } \exists k : \exists \lim_{v_{km}(t_0) \rightarrow 0} \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{u_k(t, V, V_{0m})}{|v_{km}(t_0)|} = \alpha_1, \quad \alpha_1 < 0, \text{ рассматривается аналогично.}$$

Согласно следствиям 4, 5 существование при некотором $k \in \overline{1, n}$ в любой произвольно малой окрестности нулевых начальных значений конечного и отличного от нуля предела $\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{u_k(t, V, V_0)}{|v_k(t_0)|}$ влечет неустойчивость нулевого решения. Отсюда имеет место

Следствие 6. Необходимым условием устойчивости нулевого решения задачи (1) является утверждение, что либо $\forall k \in \overline{1, n}, \forall \Delta_1, 0 < \Delta_1 \leq \delta_0, \forall \{V_{0m}\}_{m=1}^{\infty}, V_{0m} = V_m(t_0), 0 < \|V_{0m}\| \leq \Delta_1$

$$\exists \lim_{v_{km}(t_0) \rightarrow 0} \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{u_k(t, V, V_{0m})}{|v_{km}(t_0)|} = 0, \quad (28)$$

либо $\lim_{v_{km}(t_0) \rightarrow 0} \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{u_k(t, V, V_{0m})}{|v_{km}(t_0)|}$ при некоторых $k \in \overline{1, n}$ не существует, а для остальных k верно (28).

Замечание 3. Для устойчивости нулевого решения задачи (1) недостаточно стремления к нулю подинтегральной функции $\int_t^t u_k(t, V) dt$, недостаточно также выполнения соотношения $\lim_{v_{km}(t_0) \rightarrow 0} \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{u_k(t, V, V_{0m})}{|v_{km}(t_0)|} = 0 \quad \forall k \in \overline{1, n}$.

Необходимым и достаточным условием устойчивости является выполнение (26) в исходных предположениях, асимптотической устойчивости – одновременно (26) и (27). Аналогично, в исходных предположениях необходимые и достаточные условия устойчивости дает теорема 1.

В (26) $v_k(t_0)$ тривиально вносится под знак интеграла. Значение $v_k(t_0)$ может быть произвольно малым, от него зависит подинтегральная функция, в этой связи используется развернутое обозначение $u_k(t, V) = u_k(t, V, V(t_0))$. Соотношение (26) эквивалентно

$$\left| \int_{t_0}^t \frac{u_k(t, V, V(t_0))}{v_k(t_0)} dt \right| \leq C_1, \quad C_1 = \text{const} \quad \forall t \in [t_0, \infty), \quad \forall k \in \overline{1, n},$$

$$(27) - \lim_{t \rightarrow \infty} \left| 1 + \int_{t_0}^t \frac{u_k(t, V, V(t_0))}{v_k(t_0)} dt \right| = 0 \quad \forall k \in \overline{1, n}, \text{ что равносильно}$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \int_{t_0}^t \frac{u_k(t, V, V(t_0))}{v_k(t_0)} dt = -1, \text{ или } \int_{t_0}^{\infty} \frac{u_k(t, V, V(t_0))}{v_k(t_0)} dt = -1 \quad \forall k \in \overline{1, n}.$$

В результате следствие 3 перейдет в следующее утверждение.

Лемма 4. В исходных предположениях для устойчивости нулевого решения задачи (1) необходимо и достаточно существование Δ , $0 < \Delta \leq \delta_0$, такого, что $\forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$ выполняется соотношение

$$\left| \int_{t_0}^t \frac{u_k(t, V, V(t_0))}{v_k(t_0)} dt \right| \leq C_1, \quad C_1 = \text{const} \quad \forall t \in [t_0, \infty), \quad \forall k \in \overline{1, n}. \quad (29)$$

В тех же условиях для асимптотической устойчивости нулевого решения необходимо и достаточно, чтобы оно было устойчиво и существовало $\Delta_1 \leq \Delta$, такое, что $\forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta_1$ верно равенство

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left| 1 + \int_{t_0}^t \frac{u_k(t, V, V(t_0))}{v_k(t_0)} dt \right| = 0 \quad \forall k \in \overline{1, n}, \quad (30)$$

или, что равносильно,

$$\int_{t_0}^{\infty} \frac{u_k(t, V, V(t_0))}{v_k(t_0)} dt = -1 \quad \forall k \in \overline{1, n}.$$

На основании леммы 4 для оценки устойчивости можно применить мажоранты. Так, (29) будет выполняться, если $\forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$ имеют место соотношения

$$\forall k \in \overline{1, n} \quad \exists f_k(t): \left| \frac{u_k(t, V, V(t_0))}{v_k(t_0)} \right| \leq |f_k(t)|, \quad \int_{t_0}^t |f_k(t)| dt \leq C_1, \quad C_1 = \text{const} \quad \forall t \in [t_0, \infty).$$

В частности, если $0 < t_0$ и $u_k(t, V, V(t_0))$ допускает выбор $f_k(t) = \rho t^{-\beta}$, где $1 < \beta$, $0 < \rho$, то

$$\int_{t_0}^t |f_k(t)| dt = \rho \int_{t_0}^t t^{-\beta} dt, \quad \text{тогда} \quad \int_{t_0}^t |f_k(t)| dt = \rho \left(\frac{1}{1-\beta} t^{1-\beta} - \frac{1}{1-\beta} t_0^{1-\beta} \right),$$

$$\text{где} \quad \frac{\rho}{\beta-1} (t_0^{1-\beta} - t^{1-\beta}) \leq \frac{\rho}{\beta-1} t_0^{1-\beta} \quad \forall t \in [t_0, \infty), \quad \forall k \in \overline{1, n}.$$

В этом случае будет выполняться (29):

$$\left| \int_{t_0}^t \frac{u_k(t, V, V(t_0))}{v_k(t_0)} dt \right| \leq \int_{t_0}^t \left| \frac{u_k(t, V, V(t_0))}{v_k(t_0)} \right| dt \leq \int_{t_0}^t |f_k(t)| dt \leq C_1, \quad C \quad t \quad C$$

$$C_1 = \sup_{0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta} \frac{\rho}{\beta-1} t_0^{1-\beta}, \quad C_1 = \text{const} \quad \forall t \in [t_0, \infty), \quad \forall k \in \overline{1, n}. \quad (31)$$

Если данный выбор ρ и β в $\frac{\rho}{\beta-1} t_0^{1-\beta}$ возможен в некоторой Δ -окрестности начальных значений, то (31) верно $\forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$, и нулевое решение задачи (1) будет устойчиво в силу леммы 4. В этом же случае нулевое решение будет асимптотически устойчиво, если при условии $0 < \|V_0\| \leq \Delta_1$ выполняются соотношения

$$\forall k \in \overline{1, n} \quad \exists g_k(t), \quad \exists c = \text{const} : \left| 1 + \int_{t_0}^t \frac{u_k(t, V, V(t_0))}{v_k(t_0)} dt \right| \leq c \left| 1 + \int_{t_0}^t g_k(t) dt \right|, \quad \int_{t_0}^t g_k(t) dt \rightarrow -1, \quad t \rightarrow \infty.$$

Так, если при значениях параметров из предыдущего примера функция $u_k(t, V, V(t_0))$ допускает выбор $g_k(t) = -\rho t^{-\beta}$, то

$$\int_{t_0}^t g_k(t) dt = -\rho \int_{t_0}^t t^{-\beta} dt = -\rho \left(\frac{1}{1-\beta} t^{1-\beta} - \frac{1}{1-\beta} t_0^{1-\beta} \right) \rightarrow -\rho \frac{1}{\beta-1} t_0^{1-\beta}, \quad t \rightarrow \infty,$$

и, при выборе $\rho = \frac{\beta-1}{t_0^{1-\beta}}$, будет выполнено $\int_{t_0}^t g_k(t) dt \rightarrow -1$, следовательно, выполнится

$$\left| 1 + \int_{t_0}^t \frac{u_k(t, V, V(t_0))}{v_k(t_0)} dt \right| \leq c \left| 1 + \int_{t_0}^t g_k(t) dt \right| \rightarrow 0, \quad t \rightarrow \infty. \quad (32)$$

Если данный выбор ρ и β в $\rho = \frac{\beta-1}{t_0^{1-\beta}}$ возможен в Δ_1 -окрестности начальных значений, то это будет означать, что (32) выполняется для всех решений $V(t)$, при условии $0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta_1$. Соответственно, в тех же условиях будет выполняться (30), что будет означать асимптотическую устойчивость нулевого решения задачи (1). Напротив, если $\forall \Delta > 0, \forall N > 0, N = \text{const}, \exists V(t), V(t_0) = V_0$, такое, что при ограничении $0 < \|V_0\| \leq \Delta$ выполняется соотношение

$$\exists k \in \overline{1, n}, \exists \Phi_k(t) : \left| \int_{t_0}^t \frac{u_k(t, V, V(t_0))}{v_k(t_0)} dt \right| \geq \left| \int_{t_0}^t \Phi_k(t) dt \right| \geq N \quad \forall t \in [t_0, \infty),$$

то нулевое решение будет неустойчиво. Например, если данному неравенству в рассматриваемых условиях будет удовлетворять $\Phi_k(t) = \rho t^{-\beta}, 0 < \beta < 1, 0 < \rho$, то

$$\int_{t_0}^t \Phi_k(t) dt = \rho \int_{t_0}^t t^{-\beta} dt = \rho \left(\frac{1}{1-\beta} t^{1-\beta} - \frac{1}{1-\beta} t_0^{1-\beta} \right) \rightarrow \infty, \quad t \rightarrow \infty,$$

что влечет неустойчивость нулевого решения.

В результате имеет место

Предложение 1. Пусть для задачи (1) выполнены исходные предположения. Если $\exists \Delta$, такое, что $\forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$ выполняется соотношение

$$\forall k \in \overline{1, n} \exists f_k(t) : \left| \frac{u_k(t, V, V(t_0))}{v_k(t_0)} \right| \leq |f_k(t)|, \int_{t_0}^t |f_k(t)| dt \leq C_1, \quad C_1 = \text{const} \quad \forall t \in [t_0, \infty), \quad (33)$$

то нулевое решение задачи (1) устойчиво. В частности, это так, если в (33) можно выбрать $f_k(t) = \rho t^{-\beta} \forall k \in \overline{1, n}$, где $0 < \rho, 1 < \beta, \beta = \text{const}, \rho = \text{const}$. Если нулевое решение устойчиво и при этом $\exists \Delta_1, 0 < \Delta_1 \leq \Delta$, такое, что неравенство $0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta_1$ влечет выполнение соотношения

$$\forall k \in \overline{1, n} \exists g_k(t), \exists c = \text{const} : \left| 1 + \int_{t_0}^t \frac{u_k(t, V, V(t_0))}{v_k(t_0)} dt \right| \leq c \left| 1 + \int_{t_0}^t g_k(t) dt \right|, \quad g_k(t) dt \quad t$$

$$\int_{t_0}^t g_k(t) dt \rightarrow -1, \quad t \rightarrow \infty, \quad (34)$$

то нулевое решение асимптотически устойчиво. В частности, это так, если в (34) можно выбрать $g_k(t) = -\rho t^{-\beta}, 0 < \rho, \rho = \text{const}, 1 < \beta, \beta = \text{const}$, при значении $\rho = (\beta-1)t_0^{\beta-1}$. Если $\forall \Delta > 0, \forall N > 0, N = \text{const}, \exists V(t)$, такое, что при ограничении $0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$ выполняется

$$\exists k \in \overline{1, n}, \exists \Phi_k(t) : \left| \int_{t_0}^t \frac{u_k(t, V, V(t_0))}{v_k(t_0)} dt \right| \geq \left| \int_{t_0}^t \Phi_k(t) dt \right| \geq N \quad \forall t \in [t_0, \infty), \quad (35)$$

то нулевое решение неустойчиво. В частности, это так, если в (35) можно выбрать $\Phi_k(t) = \rho t^{-\beta}, 0 < \beta < 1, \beta = \text{const}, 0 < \rho, \rho = \text{const}$.

Непосредственно ниже в интегралах из (29), (30) рассматривается замена переменной $x = t / v_k(t_0)$ с обозначением $v_{k0} = v_k(t_0)$ и $x_{k0} = t_0 / v_{k0}$. Из $t = v_{k0}x$ следует $dt = v_{k0} dx$. Нижний предел интегрирования t_0 переходит в x_{k0} , верхний предел интегрирования t переходит в $x = t / v_{k0}$:

$$\int_{t_0}^t \frac{u_k(t, V, V(t_0))}{v_k(t_0)} dt = \int_{t_0/v_{k0}}^{t/v_{k0}} \frac{u_k(t, V, V(t_0))}{v_{k0}} v_{k0} dx = \int_{x_{k0}}^x u_k(v_{k0}x, V(v_{k0}x), V(v_{k0}x_0)) dx.$$

Окончательно

$$\int_{t_0}^t \frac{u_k(t, V, V(t_0))}{v_k(t_0)} dt = \int_{x_{k0}}^x u_k(v_{k0}x, V(v_{k0}x), V(v_{k0}x_0)) dx. \tag{36}$$

При использовании (36) лемма 4 перейдет в следующую лемму.

Лемма 5. В исходных предположениях для устойчивости нулевого решения задачи (1) необходимо и достаточно существование Δ , $0 < \Delta \leq \delta_0$, такого, что $\forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$ выполняется соотношение

$$\left| \int_{x_{k0}}^x u_k(v_{k0}x, V(v_{k0}x), V(v_{k0}x_0)) dx \right| \leq C^{(1)},$$

$$C^{(1)} = \text{const}, \quad x = t / v_{k0}, \quad x_{k0} = t_0 / v_{k0}, \quad \forall t \in [t_0, \infty), \quad \forall k \in \overline{1, n}. \tag{37}$$

Для асимптотической устойчивости нулевого решения необходимо и достаточно, чтобы оно было устойчиво и существовало $\Delta_1 \leq \Delta$, такое, что $0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta_1$ влечет

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left| 1 + \int_{x_{k0}}^x u_k(v_{k0}x, V(v_{k0}x), V(v_{k0}x_0)) dx \right| = 0 \quad \forall k \in \overline{1, n}, \tag{38}$$

или,

$$\int_{x_{k0}}^{\infty} u_k(v_{k0}x, V(v_{k0}x), V(v_{k0}x_0)) dx = -1 \quad \forall k \in \overline{1, n}.$$

С той же заменой переменной следствие 3 примет следующий вид.

Следствие 7. В условиях и обозначениях леммы 5 утверждения этой леммы сохраняются, если (37) и (38) представить соответственно в разновидностях

$$\left| \int_{x_{k0}}^x u_k(v_{k0}x, V(v_{k0}x), V(v_{k0}x_0)) dx \right| \leq C_1, \quad C_1 = \text{const} \quad \forall x \in [x_{k0}, \infty), \quad \forall k \in \overline{1, n}, \tag{39}$$

что равносильно

$$\left| \frac{1}{v_{k0}} v_k(v_{k0}x) \right| \leq C^{(1)}, \quad C^{(1)} = \text{const} \quad \forall x \in [x_{k0}, \infty), \quad \forall k \in \overline{1, n}, \tag{40}$$

и

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left| 1 + \int_{x_{k0}}^x u_k(v_{k0}x, V(v_{k0}x), V(v_{k0}x_0)) dx \right| = 0 \quad \left(\int_{x_{k0}}^{\infty} u_k(v_{k0}x, V(v_{k0}x), V(v_{k0}x_0)) dx = -1 \right) \quad \forall k \in \overline{1, n},$$

что равносильно

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left| \frac{1}{v_{k0}} (v_k(v_{k0}x)) \right| = 0 \quad (\lim_{x \rightarrow \infty} v_k(v_{k0}x) = 0) \quad \forall k \in \overline{1, n}. \tag{41}$$

Доказательство. Из (26) и (36)

$$\begin{aligned} \frac{v_k(t_0) + \int_{t_0}^t u_k(t, V, V_0) dt}{v_k(t_0)} &= 1 + \int_{t_0}^t \frac{u_k(t, V, V_0)}{v_k(t_0)} dt = \\ &= 1 + \int_{x_{k0}}^x u_k(v_{k0}x, V(v_{k0}x), V(v_{k0}x_0)) dx = 1 + \frac{1}{v_{k0}} \int_{x_{k0}}^x dv_k(v_{k0}x, V(v_{k0}x), V(v_{k0}x_0)), \end{aligned}$$

где

$$1 + \frac{1}{v_{k0}} \int_{x_{k0}}^x dv_k(v_{k0}x) = 1 + \frac{1}{v_{k0}} (v_k(v_{k0}x) - v_k(v_{k0}x_{k0})) = 1 + \frac{1}{v_{k0}} (v_k(v_{k0}x) - v_{k0}) = \frac{1}{v_{k0}} v_k(v_{k0}x).$$

Отсюда следует (40), (41), эквивалентность (40) и (39), эквивалентность (41) и (38). Следствие доказано.

На основе (36)–(41) тривиально формулируется аналог предложения 1. Соотношения (38)–(41) могут применяться для аналитических оценок устойчивости с учетом обратной пропорции $v_k(t_0)$.

Условия устойчивости с учетом знаков компонентов функции правой части и их производных. Для краткости компоненты $u_k(t, V)$ из (1) ниже обозначаются $u_k(t)$ и u'_k . Следующие утверждения указывают на роль обратной пропорции начальным значениям в представленных выше условиях устойчивости. Имеет место

Теорема 2. Пусть для задачи (1) выполнены исходные предположения и пусть $\exists \Delta$, такое, что $\forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$ неравенства $u_k(t) < 0$, $0 < u'_k(t)$ и соотношения

$$\left| \frac{u_k(t)}{u'_k(t)} / v_k(t_0) \right| \leq c_0, \quad c_0 = \text{const}, \quad |u_k(t) / v_k(t_0)| \leq c_1, \quad c_1 = \text{const} \text{ выполняются}$$

$\forall t \in [t_0, \infty)$, $\forall k \in \overline{1, n}$. Тогда нулевое решение задачи (1) устойчиво, при этом $\exists \lim_{t \rightarrow \infty} u_k(t) = 0$ и $\exists \lim_{t \rightarrow \infty} v_k(t) = q_{\lim v k}$, $|q_{\lim v k}| < \infty$, $\forall k \in \overline{1, n}$.

Аналогичные утверждения имеют место при условии $0 < u_k(t)$, $u'_k(t) < 0$.

Доказательство. Пусть произвольно зафиксировано $k \in \overline{1, n}$ и рассматривается случай $u_k(t) < 0$, $0 < u'_k(t)$. Исходные предположения и неравенства $u_k(t) < 0$, $0 < u'_k(t)$ $\forall t \in [t_0, \infty)$ обеспечивают условия теоремы Коши о среднем значении [14] для функций $v_k(t)$ и $u_k(t)$ $\forall t \in [t_0, \bar{t}]$, $\forall \bar{t} \in [t_0, \infty)$, $\forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$ (функции $v_k(t)$ и $u_k(t)$ непрерывны на $[t_0, \bar{t}]$, дифференцируемы $\forall t \in (t_0, \bar{t})$, $u'_k(t) \neq 0$ $\forall t \in (t_0, \bar{t})$). В силу этой теоремы

$$\frac{v_k(t) - v_k(t_0)}{u_k(t) - u_k(t_0)} = \frac{u_k(\xi_k)}{u'_k(\xi_k)}, \quad \xi_k \in (t_0, t),$$

$$\forall t \in [t_0, \bar{t}], \quad \forall \bar{t} \in [t_0, \infty), \quad \forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta, \quad \forall k \in \overline{1, n}. \quad (42)$$

$$\text{Из (42)} \quad v_k(t) = \frac{u_k(\xi_k)}{u'_k(\xi_k)} (u_k(t) - u_k(t_0)) + v_k(t_0),$$

$$\text{поэтому } |v_k(t)| \leq \left| \frac{u_k(\xi_k)}{u'_k(\xi_k)} \right| (|u_k(t)| + |u_k(t_0)|) + |v_k(t_0)|.$$

Неравенство $|u_k(t) / v_k(t_0)| \leq c_1$ влечет $|u_k(t)| \leq c_1 |v_k(t_0)| \leq c_1 \Delta$.

Отсюда

$$|v_k(t) / v_k(t_0)| \leq \left| \frac{u_k(\xi_k)}{u'_k(\xi_k)} / v_k(t_0) \right| (c_1 \Delta + c_1 \Delta) + |v_k(t_0) / v_k(t_0)|, \text{ где } v_k(t_0) \neq 0.$$

По условию первый сомножитель правой части неравенства ограничен константой c_0 , в результате $|v_k(t)/v_k(t_0)| \leq C^{(1)}$, $C^{(1)} = c_0 \times 2c_1\Delta + 1$, $C^{(1)} = \text{const} \quad \forall t \in [t_0, \infty)$, $k \in \overline{1, n}$, $\forall V(t) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$. Тем самым, с учетом произвольного выбора $k \in \overline{1, n}$, выполнено (24), и по теореме 1 нулевое решение задачи (1) устойчиво. Далее, функция $u_k(t) < 0$ возрастает ($0 < u'_k(t)$). Следовательно, $\exists \lim_{t \rightarrow \infty} u_k(t) = q_{\lim u_k} \leq 0$. Требуется доказать, что $q_{\lim u_k} = 0$. Если предположить иное, то $q_{\lim u_k} < 0$. Тогда $u_k(t)$ приближается к этому пределу, возрастая. Найдутся $\sigma < q_{\lim u_k}$, $t_{u\sigma} \geq t_0$, такие, что $\sigma \leq u_k(t) \leq q_{\lim u_k} \quad \forall t \in [t_{u\sigma}, \infty)$, при этом $|q_{\lim u_k}| \leq |u_k(t)|$.

$$\text{Очевидно, } |v_k(t)| = \left| v_k(t_0) + \int_{t_0}^{t_{u\sigma}} u_k(t) dt + \int_{t_{u\sigma}}^t u_k(t) dt \right|.$$

$$\text{Отсюда } |v_k(t)| \geq \left| \int_{t_{u\sigma}}^t u_k(t) dt \right| - \left| v_k(t_0) + \int_{t_0}^{t_{u\sigma}} u_k(t) dt \right|,$$

$$\text{где } \left| \int_{t_{u\sigma}}^t u_k(t) dt \right| = \left| - \int_{t_{u\sigma}}^t |u_k(t)| dt \right| = \int_{t_{u\sigma}}^t |u_k(t)| dt.$$

$$\text{В результате } |v_k(t)| \geq \left| \int_{t_{u\sigma}}^t |u_k(t)| dt - v_k(t_0) + \int_{t_0}^{t_{u\sigma}} u_k(t) dt \right|.$$

$$\text{В то же время } \int_{t_{u\sigma}}^t |u_k(t)| dt \geq \int_{t_{u\sigma}}^t |q_{\lim u_k}| dt = |q_{\lim u_k}| \times (t - t_{u\sigma}) \rightarrow \infty, \text{ если } t \rightarrow \infty.$$

Отсюда $|v_k(t)| \rightarrow \infty$ при $t \rightarrow \infty$, что противоречит устойчивости нулевого решения. Таким образом, предположение $q_{\lim u_k} < 0$ неверно, следовательно, $q_{\lim u_k} = \lim_{t \rightarrow \infty} u_k(t) = 0 \quad \forall k \in \overline{1, n}$. Далее, в продолжение доказательства, случай, когда функция $v_k(t)$ не ограничена снизу, в условиях теоремы невозможен. Если допустить обратное, то эта функция монотонно убывает ($v'_k(t) = u_k < 0$) $\forall t \in [t_0, \infty)$, и поскольку не ограничена снизу, то $\lim_{t \rightarrow \infty} v_k(t) = -\infty$, что противоречит устойчивости нулевого решения. Остается принять, что функция $v_k(t)$ ограничена снизу, тогда в силу ее убывания $\exists \lim_{t \rightarrow \infty} v_k(t) = q_{\lim v_k}$, $|q_{\lim v_k}| < \infty$. Случай $0 < u_k(t)$, $u'_k(t) < 0$ рассматривается аналогично. Теорема доказана.

Из хода доказательства вытекает

Следствие 8. Все утверждения теоремы 2 сохраняются, если в условиях этой теоремы для некоторых компонентов системы (1) с номерами $k = k_i$ выполняются неравенства $u_k(t) < 0$, $0 < u'_k(t)$, а для остальных, с номерами $k = k_j$, $k_j \neq k_i$, выполняются неравенства $0 < u_k(t)$, $u'_k(t) < 0$, те и другие в совокупности выполняются $\forall t \in [t_0, \infty)$, $\forall k \in \overline{1, n}$, $\forall V(t) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$.

Имеет место

Теорема 3. Пусть выполнены все условия теоремы 2 и изменения условий, допустимые следствием 8. Тогда, если $\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{u_k(\xi_k)}{u'_k(\xi_k)} = 0$, где ξ_k из (42), $\forall k \in \overline{1, n}$, $\forall V(t) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$, то нулевое решение задачи (1) асимптотически устойчиво.

Доказательство. Пусть рассматриваются первоначальные условия теоремы 2 и случай $u_k(t) < 0$, $0 < u'_k(t) \quad \forall t \in [t_0, \infty)$, $\forall k \in \overline{1, n}$, $\forall V(t) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$. По теореме 2 в этих условиях нулевое решение устойчиво, $\exists \lim_{t \rightarrow \infty} u_k(t) = 0$ и $\exists \lim_{t \rightarrow \infty} v_k(t) = q_{\lim v_k}$, $|q_{\lim v_k}| < \infty$, $\forall k \in \overline{1, n}$. Отсюда следует, что существует предел левой части (42) при $t \rightarrow \infty$ и, в силу равенства в этом соотношении, существует предел правой части: $\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{u_k(\xi_k)}{u'_k(\xi_k)} \quad \forall k \in \overline{1, n}$.

По условию доказываемой теоремы $\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{u_k(\xi_k)}{u'_k(\xi_k)} = 0 \quad \forall k \in \overline{1, n}, \quad \forall V(t) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$.

Пусть произвольно зафиксировано $k \in \overline{1, n}$.

Требуется доказать, что $q_{\lim v k} = 0 \quad \forall V(t) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$. Из (42) \bar{t} можно исключить, тогда

$$v_k(t) - v_k(t_0) = \frac{u_k(\xi_k)}{u'_k(\xi_k)}(u_k(t) - u_k(t_0)), \quad \xi_k \in (t_0, t), \quad \forall t \in [t_0, \infty), \quad \forall V(t) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta. \quad (43)$$

В (43) знак начального значения допустимо изменить на противоположный, положив $\bar{v}_k(t_0) = -v_k(t_0)$. Соответственные изменения всех переменных аналогично отмечаются чертой:

$$\bar{v}_k(t) - \bar{v}_k(t_0) = \frac{\bar{u}_k(\bar{\xi}_k)}{\bar{u}'_k(\bar{\xi}_k)}(\bar{u}_k(t) - \bar{u}_k(t_0)), \quad \bar{\xi}_k \in (t_0, t), \quad \forall t \in [t_0, \infty), \quad \forall \bar{V}(t) : 0 < \|\bar{V}(t_0)\| \leq \Delta. \quad (44)$$

При этом для $\bar{v}_k(t_0)$ и $\forall \bar{V}(t) : 0 < \|\bar{V}(t_0)\| \leq \Delta$ сохраняются все условия теоремы 2 и доказываемой теоремы, поскольку они предполагались выполненными $\forall V(t) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$. Если теперь предположить противоположное тому, что надо доказать, именно, что $\lim_{t \rightarrow \infty} v_k(t) = q_{\lim v k} \neq 0$, то правомерны приводимые ниже рассуждения и оценки, вследствие которых предельный переход в равенстве приведет к противоречию. Равенства (43) и (44) складываются, с учетом $\bar{v}_k(t_0) = -v_k(t_0)$ получится

$$v_k(t) + \bar{v}_k(t) = \frac{u_k(\xi_k)}{u'_k(\xi_k)}(u_k(t) - u_k(t_0)) + \frac{\bar{u}_k(\bar{\xi}_k)}{\bar{u}'_k(\bar{\xi}_k)}(\bar{u}_k(t) - \bar{u}_k(t_0)),$$

$$\xi_k \in (t_0, t), \quad \bar{\xi}_k \in (t_0, t), \quad \forall t \in [t_0, \infty). \quad (45)$$

По теореме Лагранжа о среднем $v_k(t) - v_k(t_0) = u_k(\tilde{\xi}_k)(t - t_0) < 0$, $\tilde{\xi}_k \in (t_0, t)$, с учетом $u_k(t) < 0 \quad \forall t \in [t_0, \infty)$. Аналогично, $\bar{v}_k(t) - \bar{v}_k(t_0) = \bar{u}_k(\hat{\xi}_k)(t - t_0) < 0$, $\hat{\xi}_k \in (t_0, t)$. Сложение этих отрицательных функций с учетом $\bar{v}_k(t_0) = -v_k(t_0)$ даст в сумме отрицательную функцию: $v_k(t) + \bar{v}_k(t) < 0$. Одно из слагаемых левой части неравенства (левой части (45)) является всюду отрицательной на полуоси функцией, такой, что ее модуль строго больше модуля начального значения $|v_k(t_0)|$. Именно, это та функция, которая соответствует отрицательному начальному значению. Одно из пары начальных значений отрицательно в силу $\bar{v}_k(t_0) = -v_k(t_0)$. Рассматриваемая функция убывает вследствие $u_k(t) < 0 \quad \forall t \in [t_0, \infty)$. Отсюда $\exists \tau > 0$, такое, что в пределе по $t \rightarrow \infty$ эта функция не превзойдет $-(|v_k(t_0)| + \tau)$. Другое слагаемое левой части (45) также убывает, по такой же причине, и либо начиная с некоторого места такое слагаемое всюду отрицательно на полуоси, либо изначально всюду на полуоси неотрицательно, но вследствие убывания его модуль будет строго меньше модуля начального значения $|v_k(t_0)|$. Отсюда $\exists \bar{\tau} > 0$, $\bar{\tau} < |v_k(t_0)|$, такое, что в случае неотрицательности в пределе по $t \rightarrow \infty$ эта функция не превосходит $|v_k(t_0)| - \bar{\tau}$. В результате сумма $v_k(t) + \bar{v}_k(t)$ строго меньше нуля, причем либо в пределе по $t \rightarrow \infty$ она не больше $-(|v_k(t_0)| + \tau)$, либо в пределе по $t \rightarrow \infty$ она не больше $-(|v_k(t_0)| + \tau) + (|v_k(t_0)| - \bar{\tau}) = -\tau - \bar{\tau} = \text{const}$, $-\tau - \bar{\tau} < 0$. В любом случае

$$\lim_{t \rightarrow \infty} (v_k(t) + \bar{v}_k(t)) \leq -\tau_0 < 0, \quad \tau_0 = \min((|v_k(t_0)| + \tau), \tau + \bar{\tau}).$$

Предельный переход в равенстве (45) влечет

$$\lim_{t \rightarrow \infty} (v_k(t) + \bar{v}_k(t)) = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{u_k(\xi_k)}{u'_k(\xi_k)} (\lim_{t \rightarrow \infty} u_k(t) - u_k(t_0)) + \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\bar{u}_k(\bar{\xi}_k)}{\bar{u}'_k(\bar{\xi}_k)} (\lim_{t \rightarrow \infty} \bar{u}_k(t) - \bar{u}_k(t_0)),$$

где пределы дробей существуют и по условию равны нулю, кроме того, согласно теореме 2, $\lim_{t \rightarrow \infty} u_k(t) = 0$, $\lim_{t \rightarrow \infty} \bar{u}_k(t) = 0$. В результате правая часть равенства равна нулю.

Тогда $\lim_{t \rightarrow \infty} (v_k(t) + \bar{v}_k(t)) = 0$, однако было показано, что $\lim_{t \rightarrow \infty} (v_k(t) + \bar{v}_k(t)) \leq -\tau_0 < 0$.
 Полученное противоречие разрешается, если $\lim_{t \rightarrow \infty} v_k(t) = 0$ и $\lim_{t \rightarrow \infty} \bar{v}_k(t) = 0$, так что $\lim_{t \rightarrow \infty} (v_k(t) + \bar{v}_k(t)) = \lim_{t \rightarrow \infty} v_k(t) + \lim_{t \rightarrow \infty} \bar{v}_k(t) = 0$. Следовательно, предположение $\lim_{t \rightarrow \infty} v_k(t) = q_{\lim v_k} \neq 0$ неверно. В результате $\lim_{t \rightarrow \infty} v_k(t) = 0$, где $k \in \overline{1, n}$ – произвольно выбранный номер компонента ненулевого решения. Равенство выполняется $\forall V(t) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$, поэтому в качестве Δ_1 можно взять Δ . Нулевое решение задачи (1) устойчиво и $\lim_{t \rightarrow \infty} v_k(t) = 0 \quad \forall V(t) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta_1 \leq \Delta, \quad \forall k \in \overline{1, n}$, так что это решение асимптотически устойчиво. Другие варианты условий рассматриваются аналогично. Теорема доказана.

Пусть снова произвольно зафиксировано $k \in \overline{1, n}$ и рассматривается случай $u_k(t) < 0, 0 < u'_k(t) \quad \forall t \in [t_0, \infty)$. В условиях теоремы 3 выполнено $\lim_{t \rightarrow \infty} u_k(t) = 0, \lim_{t \rightarrow \infty} v_k(t) = 0$, согласно условиям $\frac{u_k(t)}{u'_k(t)} < 0$.

Если $\exists u''_k(t) \quad \forall t \in [t_0, \infty)$, очевидно, $\left(\frac{u_k(t)}{u'_k(t)}\right)' = \frac{(u'_k(t))^2 - u_k(t) \times u''_k(t)}{(u'_k(t))^2}$, где $-u_k(t) > 0$.

Если при этом $0 \leq u''_k(t)$, то $0 < \left(\frac{u_k(t)}{u'_k(t)}\right)'$. Тогда функция $\frac{u_k(t)}{u'_k(t)}$ возрастает, при этом ограничена сверху $\forall t \in [t_0, \infty)$.

Следовательно, $\exists \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{u_k(t)}{u'_k(t)}, \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{u_k(t)}{u'_k(t)} \leq 0$.

То же получится, если $|u''_k(t)| \leq (u'_k(t))^2 / |u_k(t)|$.

Пусть теперь рассматривается случай $0 < u_k(t), u'_k(t) < 0 \quad \forall t \in [t_0, \infty)$. По-прежнему $\frac{u_k(t)}{u'_k(t)} < 0$, но $0 < \left(\frac{u_k(t)}{u'_k(t)}\right)'$ при условии $u''_k(t) \leq 0$, или, если $|u''_k(t)| \leq (u'_k(t))^2 / |u_k(t)|$, далее сохраняются предыдущие рассуждения. Рассуждения распространяются на условия следствия 8.

Отсюда вытекает

Следствие 9. Пусть выполнены все условия теоремы 3 и рассматривается случай $u_k(t) < 0, 0 < u'_k(t) \quad \forall t \in [t_0, \infty), k \in \overline{1, n}$. Если $\exists u''_k(t)$, и при этом $0 < u''_k(t) \quad \forall t \in [t_0, \infty), \forall k \in \overline{1, n}$, то выполнены условия применения правила Лопиталья, согласно которому $\exists \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{v_k(t)}{u_k(t)}$ и

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{v_k(t)}{u_k(t)} = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{u_k(t)}{u'_k(t)}, \quad k \in \overline{1, n}. \tag{46}$$

В случае $0 < u_k(t), u'_k(t) < 0 \quad \forall t \in [t_0, \infty)$ тот же результат получится, если $u''_k(t) \leq 0$. В обоих случаях результат сохранится, если $|u''_k(t)| \leq (u'_k(t))^2 / |u_k(t)|$.

В (46) $\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{v_k(t)}{u_k(t)} \leq 0$ и $\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{u_k(t)}{u'_k(t)} \leq 0 \quad \forall k \in \overline{1, n}$, поэтому решение $v_k(t)$ в условиях следствия не может иметь одинакового знака с $u_k(t)$. Все утверждения данного следствия сохраняются $\forall k \in \overline{1, n}$ в условиях следствия 8.

Если в (42) знаменатель дроби равномерно отделен от нуля,

$$\inf_{\xi \in [t_0, \infty)} |u'_k(\xi)| = \delta, \quad 0 < \delta, \quad \forall t \in [t_0, \infty), \quad \forall V(t) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta, \quad \forall k \in \overline{1, n}, \tag{47}$$

то, как нетрудно видеть, теоремы 2, 3 можно объединить с упрощением условий.

Теорема 4. Пусть для задачи (1) выполнены исходные предположения и, кроме того, выполняется (47). Пусть $\exists \Delta$, такое, что $\forall V(t) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$ неравенства $u_k(t) < 0$, $0 < u'_k(t)$, а также соотношения $|u_k(t)/v_k(t_0)| \leq c_1$, $c_1 = \text{const}$, выполняются $\forall t \in [t_0, \infty)$, $\forall k \in \overline{1, n}$. Тогда нулевое решение задачи (1) устойчиво, при этом $\lim_{t \rightarrow \infty} u_k(t) = 0$ $\forall k \in \overline{1, n}$, и если $\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{u_k(\xi_k)}{u'_k(\xi_k)} = 0$, где ξ_k из (42), $\forall k \in \overline{1, n}$, $\forall V(t) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$, то оно асимптотически устойчиво. Аналогичные утверждения верны в случае $0 < u_k(t)$, $u'_k(t) < 0$ и сохраняются при изменении условий следствия 8.

Замечание 4. Теоремы 3 и 4 сохраняют свои утверждения, если в их условиях соотношение $\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{u_k(\xi_k)}{u'_k(\xi_k)} = 0$ заменить соотношением

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{u_k(t)}{u'_k(t)} = 0, \quad (48)$$

поскольку значения $\frac{u_k(\xi_k)}{u'_k(\xi_k)}$ образуют числовую подпоследовательность некоторой сходящейся последовательности $\left\{ \frac{u_k(t_r)}{u'_k(t_r)} \right\}_{r=0}^{\infty}$, образованной значениями независимой переменной t , – такими, что $\lim_{t_r \rightarrow \infty, r \rightarrow \infty} \frac{u_k(t_r)}{u'_k(t_r)} = 0$. По теореме 2 $\lim_{t \rightarrow \infty} u_k(t) = 0$, откуда (48)

будет выполняться, если $\exists \lim_{t \rightarrow \infty} u'_k(t)$ и $\lim_{t \rightarrow \infty} u'_k(t) \neq 0$. Поэтому теоремы 3 и 4 сохраняются, если вместо (48) в их условиях потребовать существования $\lim_{t \rightarrow \infty} u'_k(t) \neq 0$.

С учетом этого замечания теорема 3 перейдет в следующую теорему.

Теорема 5. Пусть для задачи (1) выполнены исходные предположения. Пусть $\exists \Delta$, такое, что $\forall V(t) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$ неравенства $u_k(t) < 0$, $0 < u'_k(t)$, а также соотношения $|u_k(t)/v_k(t_0)| \leq c_1$, $c_1 = \text{const}$, выполняются $\forall t \in [t_0, \infty)$, $\forall k \in \overline{1, n}$. Тогда нулевое решение задачи (1) устойчиво, при этом $\lim_{t \rightarrow \infty} u_k(t) = 0$ $\forall k \in \overline{1, n}$. Если, кроме того, $\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{u_k(t)}{u'_k(t)} = 0$ или если $\lim_{t \rightarrow \infty} u'_k(t) \neq 0$ $\forall k \in \overline{1, n}$, $\forall V(t) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$, то нулевое решение асимптотически устойчиво. Аналогичные утверждения верны в случае $0 < u_k(t)$, $u'_k(t) < 0$ и сохраняются при изменении условий, допустимых следствием 8.

Производная компонента $u'_k(t)$ из (1) аналитически определяется по формуле полной производной сложной функции [14]

$$\frac{du_k}{dt} = \frac{\partial u_k}{\partial t} + \sum_{\ell=1}^n \frac{\partial u_k}{\partial v_\ell} \frac{dv_\ell}{dt}, \text{ или } \frac{du_k}{dt} = \frac{\partial u_k}{\partial t} + \sum_{\ell=1}^n \frac{\partial u_k}{\partial v_\ell} u_\ell, \quad k \in \overline{1, n}.$$

В случае выполнения (47) условия устойчивости можно сформулировать без предположения о постоянстве знаков $u_k(t)$ и $u'_k(t)$. Имеет место

Предложение 2. Пусть для задачи (1) выполнены исходные предположения и пусть $\exists \Delta > 0$, такое, что $\forall V(t) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$ неравенства $|u_k(t)/v_k(t_0)| \leq c_1$, $c_1 = \text{const}$, выполняются $\forall t \in [t_0, \infty)$, $\forall k \in \overline{1, n}$. Пусть, кроме того, выполняется соотношение (47) и выполнены условия теоремы Коши в форме (42). Тогда нулевое решение задачи (1) устойчиво. Утверждение сохраняется при изменении условий, допустимых следствием 8.

Доказательство. По условию (42) верно $\forall k \in \overline{1, n}$, $\forall V(t) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$, что влечет

$$|v_k(t)| \leq \left| \frac{u_k(\xi_k)}{u'_k(\xi_k)} \right| (|u_k(t)| + |u_k(t_0)|) + |v_k(t_0)|.$$

Из $|u_k(t)/v_k(t_0)| \leq c_1$ следует $|u_k(t)| \leq c_1 \Delta$.

Отсюда $|v_k(t)/v_k(t_0)| \leq 2c_1 \Delta \times \left| \frac{u_k(\xi_k)}{u'_k(\xi_k)} \right| / v_k(t_0) + 1$, где $v_k(t_0) \neq 0$.

Далее, $\left| \frac{u_k(\xi_k)}{u'_k(\xi_k)} / v_k(t_0) \right| = \left| \frac{u_k(\xi_k)}{v_k(t_0)} \right| / |u'_k(\xi_k)| \leq c_1 / \delta$, где δ из (47).

В результате $|v_k(t) / v_k(t_0)| \leq C^{(1)}$, $C^{(1)} = 2 \frac{c_1^2 \Delta}{\delta} + 1$, $C^{(1)} = \text{const} \quad \forall t \in [t_0, \infty)$, $k \in \overline{1, n}$, $\forall V(t) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$, что означает выполнение (24) в условиях теоремы 1.

Поэтому нулевое решение задачи (1) устойчиво. Предложение доказано.

Выражение $v_k(t)$ из (42) влечет формально общий вид условий устойчивости.

Предложение 3. Пусть для задачи (1) выполнены условия применения теоремы Коши в форме (42). Тогда для устойчивости нулевого решения необходимо и достаточно существование $\Delta > 0$, такого, что $\forall V(t) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$ выполняется соотношение

$$\left| \frac{1}{v_k(t_0)} \left(\frac{u_k(\xi_k)}{u'_k(\xi_k)} (u_k(t) - u_k(t_0)) + v_k(t_0) \right) \right| \leq C^{(1)}, \quad C^{(1)} = \text{const}, \quad \xi_k \in (t_0, t), \quad \forall t \in [t_0, \infty), \quad \forall k \in \overline{1, n}.$$

Для асимптотической устойчивости нулевого решения необходимо и достаточно, чтобы оно было устойчиво и существовало $\Delta_1 \leq \Delta$, такое, что $0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta_1$ влечет

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left(\frac{u_k(\xi_k)}{u'_k(\xi_k)} (u_k(t) - u_k(t_0)) + v_k(t_0) \right) = 0 \quad \forall k \in \overline{1, n}.$$

Утверждения предложения сохраняются в условиях следствия 8.

Достаточное условие неустойчивости включает

Теорема 6. Пусть для задачи (1) выполнены исходные предположения. Если $\forall \Delta > 0$ можно указать $k \in \overline{1, n}$, такое, что неравенства $0 < u_k(t)$ и $0 < u'_k(t)$ выполняются $\forall t \in [t_0, \infty)$, $\forall V(t_0) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$, то нулевое решение задачи (1) неустойчиво. Утверждение сохраняется, если в тех же условиях $u_k(t) < 0$ и $u'_k(t) < 0 \quad \forall t \in [t_0, \infty)$, $\forall V(t_0) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$.

Доказательство. Пусть $\forall \Delta > 0$ для номера $k \in \overline{1, n}$ неравенства $0 < u_k(t)$ и $0 < u'_k(t)$ выполняются $\forall t \in [t_0, \infty)$, $\forall V(t_0) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$. Тогда с учетом исходных предположений выполнены условия теоремы Коши, в силу которой верно (42). В рассматриваемых условиях $u_k(t)$ монотонно возрастает ($0 < u'_k(t)$) и, в силу $(v_k(t) - v_k(t_0))' = u_k(t)$, $u_k(t) > 0$,

монотонно возрастает функция $v_k(t) - v_k(t_0) = \frac{u_k(\xi_k)}{u'_k(\xi_k)} (u_k(t) - u_k(t_0))$. При этом по монотонности $u_k(t) > u_k(t_0) > 0$, так что $v_k(t) - v_k(t_0) = \frac{u_k(\xi_k)}{u'_k(\xi_k)} (u_k(t) - u_k(t_0)) > 0$. Отсюда, в силу

монотонного роста, найдутся $\bar{\Delta} > 0$ и $\bar{t}_0 \geq t_0$, такие, что $\frac{u_k(\xi_k)}{u'_k(\xi_k)} (u_k(t) - u_k(t_0)) > \bar{\Delta} \quad \forall t \geq \bar{t}_0$, тогда $v_k(t) - v_k(t_0) > \bar{\Delta} \quad \forall t \geq \bar{t}_0$. Можно считать априори выбранным значение $v_k(t_0) > 0$, при этом оно может быть сколь угодно мало. Тогда $v_k(t) > \bar{\Delta} \quad \forall t \geq \bar{t}_0$, следовательно, $\frac{v_k(t)}{v_k(t_0)} > \frac{\bar{\Delta}}{v_k(t_0)} \quad \forall t \geq \bar{t}_0$, и $\forall N > 0$, где N может иметь сколь угодно большое числовое значение, выполняется $\frac{v_k(t)}{v_k(t_0)} > N$ лишь только $0 < v_k(t_0) < \frac{N}{\Delta}$. Тем самым нарушается

(24) – необходимое условие устойчивости теоремы 1. Поэтому нулевое решение задачи (1) неустойчиво. Случай $u_k(t) < 0$ и $u'_k(t) < 0 \quad \forall t \in [t_0, \infty)$ рассматривается аналогично. Теорема доказана.

Необходимо заметить, что условия теоремы Коши исключают смену знака в знаменателе левой части (42), а условие (47) – смену знака в правой части (42). Поэтому рассмотренные утверждения носят ограниченный характер, они не выводят из области постоянства знаков компонентов правой части (1), их нельзя перенести на общий случай переменных знаков функций $u_k(t)$ и $u'_k(t)$ в произвольных точках полуоси. Значение утверждений можно видеть в том, что на их основе строятся знакопостоянные мажоранты для знакопеременных компонентов правых частей системы (1) в условиях предложения 1. Чтобы при этом аналитически

учитывать обратную пропорцию начальным значениям, можно выполнить переход к интегральной форме мажорирующих функций с заменой переменной согласно (37), (38).

Общие условия устойчивости с обратной пропорцией начальным значениям компонентов правой части. Пусть на полуоси последовательными индексами отмечены равные по длине отрезки с общими границами

$$[t_0, \infty) = \bigcup_{i=0}^{\infty} [t_i, t_{i+1}], \quad t_{i+1} = t_i + h_c, \quad h_c = \text{const}, \quad i = 0, 1, \dots, \quad (49)$$

где h_c задается произвольно. Искомая оценка устойчивости будет опираться на теорему Лагранжа о среднем, применяемую к каждому отрезку из (49). Для решения задачи (1) будут рассматриваться следующие разновидности формул средних значений

$$v_k(t) - v_k(t_\ell) = v'_k(\bar{\xi}_{k\ell}) \times (t - t_\ell), \quad \forall t \in [t_\ell, t_{\ell+1}], \quad \bar{\xi}_{k\ell} \in (t_\ell, t) \quad \forall \ell = 0, 1, \dots, \quad \forall k \in \overline{1, n}, \quad (50)$$

или

$$v_k(t) - v_k(t_\ell) = u_k(\bar{\xi}_{k\ell}) \times (t - t_\ell), \quad \forall t \in [t_\ell, t_{\ell+1}], \quad \bar{\xi}_{k\ell} \in (t_\ell, t) \quad \forall \ell = 0, 1, \dots, \quad \forall k \in \overline{1, n}, \quad (51)$$

а также

$$v_k(t_{\ell+1}) - v_k(t_\ell) = u_k(\xi_{k\ell}) \times (t_{\ell+1} - t_\ell), \quad \xi_{k\ell} \in (t_\ell, t_{\ell+1}) \quad \forall \ell = 0, 1, \dots, \quad \forall k \in \overline{1, n}. \quad (52)$$

Имеет место

Теорема 7. Пусть для задачи (1) выполнены исходные предположения. Пусть предполагается, кроме того, что в условиях разбиения (49), при любом выборе $h_c = \text{const}$, $\exists \Delta > 0$, такое, что $\forall V(t) : 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$, $\forall k \in \overline{1, n}$, выполняются неравенства

$$\left| \frac{1}{v_k(t_0)} \sum_{\ell=0}^i u_k(\xi_{k\ell}) \right| \leq c, \quad c = \text{const}, \quad \xi_{k\ell} \in (t_\ell, t_{\ell+1}), \quad t_{\ell+1} - t_\ell = h_c, \quad \forall \ell \in \overline{0, i}, \quad \forall i = 0, 1, \dots, \quad (53)$$

где $\xi_{k\ell}$ из (52), аналогично, для каждого слагаемого из левой части (53)

$$\left| \frac{u_k(\xi_{k\ell})}{v_k(t_0)} \right| \leq \bar{c}, \quad \bar{c} = \text{const}, \quad \xi_{k\ell} \in (t_\ell, t_{\ell+1}), \quad t_{\ell+1} - t_\ell = h_c, \quad \forall \ell \in \overline{0, i}, \quad \forall i = 0, 1, \dots. \quad (54)$$

Тогда нулевое решение задачи (1) устойчиво.

Доказательство. Пусть в (49) h_c произвольно выбрано и зафиксировано. Пусть произвольно зафиксировано $k \in \overline{1, n}$. Исходные предположения для функции $v_k(t)$ обеспечивают выполнение условий теоремы Лагранжа о среднем на каждом отрезке из (49), в частности выполняются соотношения (50)–(52). Из (52) при $\ell = i$

$$v_k(t_{i+1}) = u_k(\xi_{ki}) \times h_c + v_k(t_i), \quad \xi_{ki} \in (t_i, t_{i+1}), \quad \forall i = 0, 1, \dots \quad (55)$$

Из (55) $v_k(t_{i+1}) = u_k(\xi_{ki}) \times h_c + u_k(\xi_{k(i-1)}) \times h_c + v_k(t_{i-1}) \quad \forall i = 1, 2, \dots$, и, далее, по рекуррентности,

$$v_k(t_{i+1}) = u_k(\xi_{ki}) \times h_c + u_k(\xi_{k(i-1)}) \times h_c + u_k(\xi_{k(i-2)}) \times h_c + \dots + u_k(\xi_{k(i-i)}) \times h_c + v_k(t_{i-i}). \quad (56)$$

Отсюда

$$|v_k(t_{i+1})| \leq \left| \sum_{\ell=0}^i u_k(\xi_{k\ell}) \right| \times h_c + |v_k(t_0)|. \quad (57)$$

$$\text{Из (57)} \quad |v_k(t_{i+1}) / v_k(t_0)| \leq h_c \left| \frac{1}{v_k(t_0)} \sum_{\ell=0}^i u_k(\xi_{k\ell}) \right| + 1.$$

Отсюда, с учетом (53), $|v_k(t_{i+1}) / v_k(t_0)| \leq h_c \times c + 1$. Для оценки $v_k(t)$, $\forall t \in [t_i, t_{i+1})$, используется неравенство $v_k(t) \leq |v_k(t_{i+1}) - v_k(t)| + |v_k(t_{i+1})|$, согласно которому с учетом (51) $|v_k(t)| \leq |u_k(\bar{\xi}_{ki})| \times (t_{i+1} - t) + |v_k(t_{i+1})|$, где $\bar{\xi}_{ki} \in (t, t_{i+1})$. Далее, с учетом (53), $|v_k(t_{i+1})| < (h_c \times c + 1) |v_k(t_0)|$. В результате $|v_k(t)| \leq \bar{c} \times |v_k(t_0)| \times (t_{i+1} - t) + |v_k(t_{i+1})|$, где \bar{c} из (54), и

$$|v_k(t)| < C^{(1)} |v_k(t_0)|, \quad C^{(1)} = (c + \bar{c}) \times h_c + 1, \quad \forall t \in [t_i, t_{i+1}] \quad \forall i = 0, 1, \dots \quad (58)$$

Окончательно

$$|v_k(t)/v_k(t_0)| \leq C^{(1)}, C^{(1)} = \text{const}, \forall t \in [t_0, \infty), \forall k \in \overline{1, n}, \forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta. \quad (59)$$

Выполнено соотношение (24) теоремы 1, и рассматриваемая теорема доказана.

Замечание 5. Теорема 7 не требует выполнения всех исходных предположений – при ее доказательстве, до оценки (58) включительно, нигде не использовалось предположение непрерывной дифференцируемости правой части (1). В условиях теоремы достаточно было бы ограничиться непрерывностью правой части, при этом из (58) непосредственно вытекает устойчивость нулевого решения задачи (1). Формально дифференцируемость $U(t)$ была нужна в доказательстве как часть условия теоремы 1 – для ссылки на (24) исходя из (59), но фактически (59) излишне – устойчивость непосредственно следует из (58): $|v_k(t)| \leq C^{(1)}\Delta$.

Имеет место

Теорема 8. Пусть выполнены все условия теоремы 7. Если, кроме того, $\exists \Delta_1 > 0, 0 < \Delta_1 \leq \Delta$, такое, что при любом выборе $h_c = \text{const}$ из (49), $\forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta_1$ выполняются соотношения

$$\frac{1}{v_k(t_0)} \sum_{\ell=0}^i u_k(\xi_{k\ell}) h_c + 1 \rightarrow 0, t \rightarrow \infty, t \in [t_i, t_{i+1}), \forall i = 0, 1, \dots, (i \rightarrow \infty), \quad (60)$$

$$\xi_{k\ell} \in (t_\ell, t_{\ell+1}), t_{\ell+1} - t_\ell = h_c, \forall \ell \in \overline{0, i}, \forall k \in \overline{1, n},$$

где $\xi_{k\ell}$ из (52), а также

$$u_k(t) \rightarrow 0, t \rightarrow \infty \forall k \in \overline{1, n}, \quad (61)$$

то нулевое решение задачи (1) асимптотически устойчиво.

Доказательство. Пусть произвольно зафиксировано $k \in \overline{1, n}$. По теореме 7 нулевое решение задачи (1) устойчиво. Имеет место разложение (56), для которого верно равенство

$$v_k(t_{i+1})/v_k(t_0) = \frac{1}{v_k(t_0)} \sum_{\ell=0}^i u_k(\xi_{k\ell}) h_c + 1.$$

Отсюда и из (60)

$$v_k(t_{i+1})/v_k(t_0) \rightarrow 0, t \rightarrow \infty, t \in [t_i, t_{i+1}), i = 0, 1, \dots (i \rightarrow \infty). \quad (62)$$

Очевидно, $v_k(t) \leq |v_k(t_{i+1}) - v_k(t)| + |v_k(t_{i+1})|, \forall t \in [t_i, t_{i+1}) \forall i = 0, 1, \dots$, следовательно, $|v_k(t)| \leq |u_k(\bar{\xi}_{ki})| \times (t_{i+1} - t) + |v_k(t_{i+1})|$, где $\bar{\xi}_{ki} \in (t, t_{i+1})$ из (51).

$$\text{Отсюда } |v_k(t)| \leq |u_k(\bar{\xi}_{ki})| \times (t_{i+1} - t) + |v_k(t_{i+1})| \leq \max_{t \in [t_i, t_{i+1}]} |u_k(t)| \times h_c + |v_k(t_{i+1})|.$$

По условию $u_k(t) \rightarrow 0, t \rightarrow \infty$, поэтому $\max_{t \in [t_i, t_{i+1}]} |u_k(t)| \times h_c \rightarrow 0, t \rightarrow \infty$. Кроме того, согласно (62) $|v_k(t_{i+1})| \rightarrow 0, t \rightarrow \infty$. В результате

$$|v_k(t)| \rightarrow 0, t \rightarrow \infty. \quad (63)$$

Соотношение (63) получено $\forall k \in \overline{1, n}, \forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$, в качестве Δ_1 можно взять $\Delta_1 = \Delta$. Окончательно $v_k(t) \rightarrow 0, t \rightarrow \infty \forall k \in \overline{1, n}, \forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta_1$.

Теорема доказана.

Замечание 6. В условиях теоремы 8 стремление к нулю решения следует из стремления к нулю производной в (61), а также из существования предела суммы производных равно $-v_k(t_0)$ в (60), где производные слагаемых взяты из (52).

Разложение (56) допускает различные оценки сверху, (57) – одна из них. Можно найти разнообразные мажоранты для (56) или (57) с целью получить достаточные условия устойчивости. В частности, (57) вытекает из неравенств

$$|v_k(t_{i+1})| \leq \sum_{\ell=0}^i |u_k(\xi_{k\ell})| \times h_c + |v_k(t_0)| \leq \sum_{\ell=0}^i \max_{t \in [t_\ell, t_{\ell+1}]} |u_k(t)| \times h_c + |v_k(t_0)|. \quad (64)$$

Если $u_k(t)$ такова, что

$$\max_{t \in [t_\ell, t_{\ell+1}]} |u_k(t)| \leq \frac{1}{t_0 + \ell h_c} \times \bar{c} \times |v_k(t_0)|, \quad \bar{c} = \text{const}, \quad (65)$$

то этого недостаточно для устойчивости, требуется усиление неравенства. Из (65)

$$\begin{aligned} \max_{t \in [t_\ell, t_{\ell+1}]} |u_k(t)| &\leq \frac{1}{\ell} \times \bar{c} \times |v_k(t_0)| / h_c, \quad \bar{c} = \text{const}, \\ \text{и } \max_{t \in [t_\ell, t_{\ell+1}]} |u_k(t)| &\leq \frac{1}{\ell} \times \tilde{c}, \quad \tilde{c} = \bar{c} \times \Delta / h_c, \quad \tilde{c} = \text{const}. \end{aligned}$$

Подстановка в (64) влечет

$$|v_k(t_{i+1})| \leq \bar{c} \Delta \left(\sum_{\ell=0}^i \frac{1}{\ell} + 1 \right) \quad (66)$$

Поскольку $\sum_{\ell=0}^i \frac{1}{\ell} = \ln i + \gamma + \varepsilon_i$, $\gamma = 0.5772\dots = \text{const}$, $\varepsilon_i \rightarrow 0$ [15], то вместо мажоран-

ты из (66) можно рассмотреть частное от деления на $\ln i + \gamma + \varepsilon_i$ (с точностью до постоянного множителя) –

$$|v_k(t_{i+1})| \leq \bar{c} \Delta \left(\frac{1}{\bar{c}_0 \ln i} \sum_{\ell=0}^i \frac{1}{\ell} + 1 \right), \quad \bar{c}_0 > 1, \quad \bar{c}_0 = \text{const}, \quad (67)$$

что повлечет $|v_k(t_{i+1})| \leq \tilde{C} \Delta$, $\tilde{C} = \text{const}$, $\forall i = 1, 2, \dots$

Отсюда следует $|v_k(t)| \leq \tilde{C}_0 \Delta$, $\tilde{C}_0 = \text{const}$, $\forall t \in [t_0, \infty)$, что будет означать устойчивость нулевого решения задачи (1) при условии

$$\sum_{\ell=0}^i \max_{t \in [t_\ell, t_{\ell+1}]} |u_k(t)| \times h_c + |v_k(t_0)| \leq \bar{c} \Delta \left(\frac{1}{\bar{c}_0 \ln i} \sum_{\ell=0}^i \frac{1}{\ell} + 1 \right),$$

где константы взяты из (67), учтено (64) и значение i предполагается достаточно большим. Наряду с этим как достаточное условие устойчивости нулевого решения задачи (1) можно рассматривать соотношение

$$\frac{1}{\bar{c} |v_k(t_0)|} \sum_{\ell=0}^i |u_k(\xi_{k\ell})| \leq \left(\frac{1}{\bar{c}_0 \ln i} \sum_{\ell=0}^i \frac{1}{\ell} + 1 \right) \quad \forall t \in [t_0, \infty), \quad \forall k \in \overline{1, n}, \quad \forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta. \quad (68)$$

С точностью до постоянного множителя $\forall \varepsilon > 0$, начиная с некоторого i , выполняется

$$\frac{1}{\bar{c}_0} \sum_{\ell=0}^i \frac{1}{\ell^{1+\varepsilon}} + 1 \leq \frac{1}{\bar{c}_0 \ln i} \sum_{\ell=0}^i \frac{1}{\ell} + 1 \leq \frac{1}{\bar{c}_0} \sum_{\ell=0}^i \frac{1}{\ell} + 1,$$

поэтому правая часть (68) имеет промежуточный порядок роста между гармоническим и субгармоническим рядом.

На основе (49)–(52) и (56) можно сформулировать необходимые и достаточные условия устойчивости. Пусть снова произвольно зафиксировано $k \in \overline{1, n}$. Если (51) преобразовать к виду $v_k(t) - v_k(t_{i+1}) = u_k(\bar{\xi}_{k(i+1)}) \times (t - t_{i+1})$, $\forall t \in [t_{i+1}, t_{i+2}]$, $\bar{\xi}_{k(i+1)} \in (t_{i+1}, t)$ $\forall i = 0, 1, \dots$ и сложить с (56), то равенство сохранится:

$$\begin{aligned} v_k(t) - v_k(t_{i+1}) + v_k(t_{i+1}) &= u_k(\bar{\xi}_{k(i+1)}) \times (t - t_{i+1}) + u_k(\xi_{ki}) \times h_c + u_k(\xi_{k(i-1)}) \times h_c + \\ &+ u_k(\xi_{k(i-2)}) \times h_c + \dots + u_k(\xi_{k0}) \times h_c + v_k(t_0). \end{aligned}$$

В результате

$$v_k(t) = u_k(\bar{\xi}_{k(i+1)}) \times (t - t_{i+1}) + h_c (u_k(\xi_{ki}) + u_k(\xi_{k(i-1)}) + u_k(\xi_{k(i-2)}) + \dots + u_k(\xi_{k0})) + v_k(t_0),$$

где $\bar{\xi}_{k(i+1)}$ из (51) при $\ell = i + 1$, $\xi_{k\ell}$ из (52) при $\ell = i - r$, $r \in \overline{0, i}$.

Деление на $v_k(t_0)$ влечет

$$\frac{v_k(t)}{v_k(t_0)} = \frac{1}{v_k(t_0)} \left(u_k(\bar{\xi}_{k(i+1)}) \times (t - t_{i+1}) + h_c \sum_{\ell=0}^i u_k(\xi_{k\ell}) \right) + 1, \quad (69)$$

$$\forall t \in [t_{i+1}, t_{i+2}], \bar{\xi}_{k(i+1)} \in (t_{i+1}, t) \quad \forall i = 0, 1, \dots$$

Согласно (49) равенство (69) верно $\forall t \in [t_0, \infty)$. Преобразования, в результате которых получено (69), верны $\forall k \in \overline{1, n}, \forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$. Отсюда, с учетом замечания 5, вытекает

Теорема 9. Пусть для задачи (1) выполнены исходные предположения (за вычетом предположения о непрерывной дифференцируемости $U(t, V)$). Пусть выполнено разбиение (49), где $h_c = \text{const}$ выбрано произвольно. Тогда для устойчивости нулевого решения задачи (1) необходимо и достаточно существование $\Delta > 0$, такого, что $\forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta, \forall k \in \overline{1, n}$, имеет место соотношение

$$\left| \frac{1}{v_k(t_0)} \left(u_k(\bar{\xi}_{k(i+1)}) (t - t_{i+1}) + h_c \sum_{\ell=0}^i u_k(\xi_{k\ell}) \right) + 1 \right| \leq c, \quad c = \text{const}, \quad (70)$$

$$\forall t \in [t_0, \infty): t \in [t_{i+1}, t_{i+2}], \forall i = 0, 1, \dots, \bar{\xi}_{k(i+1)} \in (t_{i+1}, t_{i+2}), \xi_{k\ell} \in (t_\ell, t_{\ell+1}) \quad \forall \ell \in \overline{0, i},$$

где $\bar{\xi}_{k(i+1)}$ из (51) при $\ell = i+1$, $\xi_{k\ell} \forall \ell \in \overline{0, i}$ – из (52). Для асимптотической устойчивости необходимо и достаточно, чтобы выполнялось это условие и существовало $\Delta_1, 0 < \Delta_1 \leq \Delta$, такое, что $\forall k \in \overline{1, n}, \forall V(t): 0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta_1$ верно соотношение

$$u_k(\bar{\xi}_{k(i+1)}) \times (t - t_{i+1}) + h_c \sum_{\ell=0}^i u_k(\xi_{k\ell}) + v_k(t_0) \rightarrow 0, \quad (71)$$

$$t \rightarrow \infty \quad (i \rightarrow \infty), \xi_{k\ell} \in (t_\ell, t_{\ell+1}), \bar{\xi}_{k(i+1)} \in (t_{i+1}, t_{i+2}).$$

Замечание 7. Необходимо принять во внимание разницу между теоремой 9 и леммой 2. В отличие от (22) соотношение (70) использует точные значения $u_k(\xi_{k\ell})$ компонентов правой части (1), $h_c = \text{const}$, и не предполагает перехода к пределу по $h \rightarrow 0$. Кроме того, (70) не использует дифференцируемости $u_k(t)$ из (1). То же можно сказать относительно сопоставления (23) и (70), (71).

Теорема 9, в выражении через компоненты правой части (1), при условии их непрерывности на полуоси, дает необходимые и достаточные условия устойчивости и асимптотической устойчивости нулевого решения задачи (1) для системы ОДУ общего вида в предположении существования и единственности решения в R_0 .

Замечание 8. Равенство (56), левые части (70) и (71) близко связаны с теоремой о среднем, в том числе применительно к значению интеграла. Они также сходны с разложением (22) и с интегральной суммой, определяющей интеграл [15]. Существенное отличие в том, что в (70) используется обратная пропорция значению $v_k(t_0)$, произвольно выбранному из неравенства $0 < \|V(t_0)\| \leq \Delta$. Отличие, кроме того, в том, что рассматриваемые соотношения применяются для оценки устойчивости решения ОДУ.

Для практических целей существует возможность определить значения $\xi_{k\ell}$ в $u_k(\xi_{k\ell})$ с высокой точностью. Именно, из (52)

$$\frac{v_k(t_{\ell+1}) - v_k(t_\ell)}{(t_{\ell+1} - t_\ell)} = u_k(\xi_{k\ell}), \quad \xi_{k\ell} \in (t_\ell, t_{\ell+1}),$$

или

$$\frac{v_k(t_{\ell+1}) - v_k(t_\ell)}{h_c} = u_k(\xi_{k\ell}), \quad \xi_{k\ell} \in (t_\ell, t_{\ell+1}), \quad h_c = (t_{\ell+1} - t_\ell),$$

что равносильно $h_c^{-1}(v_k(t_{\ell+1}) - v_k(t_\ell)) - u_k(\xi_{k\ell}) = 0$. Отсюда найти $\xi_{k\ell}$ можно как минимум модуля левой части равенства

$$\min_{\xi_{k\ell} \in [t_\ell, t_{\ell+1}]} \left| h_c^{-1}(v_k(t_{\ell+1}) - v_k(t_\ell)) - u_k(\xi_{k\ell}) \right| = 0. \quad (72)$$

Все значения под знаком модуля в (72) представимы в компьютерной реализации приближенного решения задачи (1). Минимум модуля любой функции на любом конечном отрезке с высокой точностью определяется с помощью программы на основе алгоритма сортировки [16].

Ниже материал дополняется особенностями оценок устойчивости линейных систем.

Об устойчивости линейной системы ОДУ. Наблюдается аналогия между решением системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) по методу простой итерации и решением задачи Коши для линейной системы ОДУ с постоянными коэффициентами по методу Эйлера. Пусть рассматривается СЛАУ в приведенной форме

$$x = Ax + b, \quad (73)$$

где матрица $A = (a_{ij})$, $n \times n$, общего вида, $b = (b_1, b_2, \dots, b_n)$, $\det(E - A) \neq 0$, $\|A\| < 1$, E – единичная матрица. В этих условиях метод простой итерации

$$x^{(k)} = Ax^{(k-1)} + b, \quad k = 1, 2, \dots \quad (74)$$

сходится к единственному решению СЛАУ (73) при любом выборе $x^{(0)}$. Количество итераций (74) можно сократить, возводя матрицу в степень. Так, если найти $A_1 = A^2$ и $b_1 = Ab + b$, то (74) эквивалентно схеме $x^{(k)} = A_1 x^{(k-2)} + b_1$, число итераций которой вдвое меньше, чем в (74). Аналогично, $x^{(k)} = A_2 x^{(k-4)} + b_2$, где $A_2 = A_1^2$, $b_2 = A_1 b_1 + b_1$, и число последующих итераций сократится вчетверо и т.д. В случае параллельного вычисления требуемых степеней матриц и соответственных векторов, путем данных преобразований можно существенно сократить время решения системы (73). В общем случае итерационная схема решения СЛАУ с логарифмическим числом итераций записывается следующим образом

$$\left. \begin{aligned} A_1 &= A^2, & x^{(1)} &= Ax^{(0)} + b, & b^{(1)} &= Ab + b, \dots, \\ A_\ell &= A_{\ell-1}^2, & x^{(\ell)} &= A_{\ell-1} x^{(\ell-1)} + b^{(\ell-1)}, & b^{(\ell)} &= A_{\ell-1} b^{(\ell-1)} + b^{(\ell-1)}; \quad \ell = 2, 3, \dots \end{aligned} \right\} \quad (75)$$

Схема (75) эквивалентна (74) [17]. При этом если в (74) для произвольного $\varepsilon > 0$

$$\|x - x^{(k)}\| \leq \varepsilon \quad \forall k \geq k_0(\varepsilon), \quad (76)$$

то для $x^{(\ell)}$ из (75) то же верно $\forall \ell \geq \lceil \log_2(k_0 + 1) \rceil$, число итераций k сокращается до $\log_2 k$. Однако итерации (75) существенно сложнее. Максимально параллельное выполнение одной итерации (74) и одного шага (75) происходит за одинаковое время (здесь время – синоним временной сложности). Шаг (75) выполняется за время $T(n^3 + 2n^2) \leq t_y + \lceil \log_2(n+1) \rceil t_c$, шаг (74) – за время $T(n^2) \leq t_y + \lceil \log_2(n+1) \rceil t_c$, где t_c и t_y – время арифметического сложения и умножения, в скобках левой части – число процессоров. В результате метод (75) достигает приближения (76) к решению СЛАУ (73) за время

$$T(n^3 + 2n^2) \leq \lceil \log_2(k_0 + 1) \rceil (t_y + \lceil \log_2(n+1) \rceil t_c) = \lceil \log_2(k_0 + 1) \rceil O(\log_2 n).$$

Пусть теперь рассматривается задача Коши для линейной системы ОДУ

$$Y' = BY + d, \quad Y(t_0) = Y_0, \quad (77)$$

с матрицей постоянных коэффициентов B , $n \times n$, и постоянным вектором d , $Y = Y(t)$ $t \in [t_0, \infty)$. Для приближенного решения (77) применяется метод Эйлера

$$\begin{aligned} Y_{i+1} &= Y_i + h \times BY_i + d, \quad i = 0, 1, \dots, \text{ или,} \\ Y_{i+1} &= AY_i + d, \quad i = 0, 1, \dots, \end{aligned} \quad (78)$$

где $A = E + h \times B$, шаг h определяется из (3). Внешне (78) сходно с (74). Устойчивость линейной системы совпадает с устойчивостью соответствующей однородной системы $Y' = BY$, поэтому ниже полагается $d = \vec{0}$. Схема (78) примет вид

$$Y_{i+1} = AY_i, \quad i = 0, 1, \dots, \quad A = E + h \times B. \quad (79)$$

Метод Эйлера рассматривается в условиях сходимости, поэтому в (79)

$$h = (t - t_0) / i, \quad \forall t = \text{const} : h \rightarrow 0 \quad (i \rightarrow \infty). \quad (80)$$

Если теперь по аналогии с (75) возводить матрицу A в степень, то сокращение числа итераций не произойдет, и это было бы излишне для пошагового приближения решения ОДУ, однако при фиксированном h происходит удаление Y_{i+1} от начальной точки t_0 в геометрической прогрессии:

$$Y_{i+1} = AY_i = A^2Y_{i-1} = A^3Y_{i-2} = \dots = A^{i+1}Y_0. \tag{81}$$

Фиксирование h нарушает (80), но при достаточно малом h реализуется численное моделирование устойчивости линейной системы. Удобно выполнять умножение текущей матрицы на себя, моделирующий процесс примет вид

$$Y_{2^{i+1}} = A^{2^{i+1}}Y_0. \tag{82}$$

Из (81), (82) поведение A^{i+1} ($A^{2^{i+1}}$) на полуоси полностью определяет рост, ограниченность или убывание возмущения нулевого решения при условии, что шаг из (80). Процесс следует рассматривать при произвольном t как $Y(t)$, $t \in [t_0, \infty)$, (81) переходит в соотношение

$$Y(t) = A^{i+1}Y_0, \quad t \in [t_0, \infty), \quad h = (t - t_0) / i, \tag{83}$$

точное значение решения для любого t получается путем предельного перехода

$$Y(t) = \lim_{h \rightarrow 0, h=(t-t_0)/i} A^{i+1}Y_0, \quad t \in [t_0, \infty),$$

что эквивалентно

$$Y(t) = \lim_{i \rightarrow \infty (h \rightarrow 0)} A^{i+1}Y_0, \quad t \in [t_0, \infty), \quad h = (t - t_0) / i. \tag{84}$$

Из (84) именно асимптотическое поведение $\lim_{i \rightarrow \infty (h \rightarrow 0)} A^{i+1}$ полностью определяет характер устойчивости нулевого решения, соответственно – всей системы [1]. Отсюда вытекает

Теорема 10. Для устойчивости системы (77) необходимо и достаточно, чтобы

$$\left\| \lim_{i \rightarrow \infty (h \rightarrow 0)} A^{i+1} \right\| \leq C_0, \quad C_0 = \text{const}, \quad \forall t \in [t_0, \infty), \quad h = (t - t_0) / i, \tag{85}$$

где $A = E + h \times B$. Если условие (85) выполняется, то для асимптотической устойчивости системы необходимо и достаточно, чтобы

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left\| \lim_{i \rightarrow \infty (h \rightarrow 0)} A^{i+1} \right\| = 0, \quad h = (t - t_0) / i. \tag{86}$$

Следствие 10. Теорема сохраняется, если в (85) и в (86) A^{i+1} заменить на $A^{2^{i+1}}$ и $h = (t - t_0) / i$ заменить на $h = (t - t_0) / 2^i$.

В случае если система (77) линейна, но матрица B не постоянна, $B = B(t)$, все элементы $B(t)$ предполагаются непрерывными функциями на полуоси, что влечет равномерную сходимость метода Эйлера $\forall t \in [t_0, \bar{t}]$, $\forall \bar{t} \in [t_0, \infty)$. Выполняется переход от (78) к (79), (80). Поскольку теперь матрица $A = E + h \times B(t) = A(t)$ переменная, переход к (83) невозможен. Аналог предыдущего процесса строится пошагово. Пусть в (80) t обозначается как t_i :

$$h = (t - t_0) / i, \quad t = t_0 + ih, \quad t_i = t.$$

Вместо (81) получится $Y_{i+1} = A(t_i)Y_i = A(t_i)A(t_{i-1})Y_{i-1} = \dots = \prod_{\ell=0}^i A(t_{i-\ell})Y_0$. Отсюда вытекает

Теорема 11. Для устойчивости линейной системы (77) с матрицей $B = B(t)$, все элементы которой непрерывны $\forall t \in [t_0, \infty)$, необходимо и достаточно, чтобы

$$\left\| \lim_{i \rightarrow \infty (h \rightarrow 0)} \prod_{\ell=0}^i A(t_{i-\ell}) \right\| \leq \bar{C}_0, \quad \bar{C}_0 = \text{const}, \quad \forall t \in [t_0, \infty), \quad h = (t - t_0) / i, \tag{87}$$

где $A(t) = E + h \times B(t)$, $t_{i-\ell} = t_0 + (i - \ell)h \quad \forall \ell \in \overline{0, i}$. Если это условие выполнено, то для асимптотической устойчивости необходимо и достаточно, чтобы при h из (87) выполнялось

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left\| \lim_{i \rightarrow \infty (h \rightarrow 0)} \prod_{\ell=0}^i A(t_{i-\ell}) \right\| = 0. \tag{88}$$

Замечание 9. Описанные ранее способы анализа устойчивости, независимо от способов теорем 8, 9, могут использоваться для задачи (77) как для частного случая задачи (1).

Численное моделирование устойчивости системы (77) на основе (85), (86) и (87), (88) при малом h на большом интервале, как правило, соответствует аналитической оценке устойчивости [17]. Стоит дополнить, что методом на основе сортировки, упоминавшемся относительно (72), можно с высокой точностью вычислить все корни характеристического полинома матрицы B из (77) [16] и на этой основе сделать полный вывод об устойчивости системы.

О линеаризации системы ОДУ для оценки устойчивости. Пусть для приближенного решения задачи (1) применяется кусочно-интерполяционный метод с итерационным уточнением [18, 19]. На каждом подынтервале интерполирующие компоненты правой части полиномы имеют вид алгебраических полиномов фиксированной степени от одной переменной t , они непрерывно склеиваются на каждой границе смежных подынтервалов. В результате получается непрерывное приближение функцией одной переменной каждого компонента правой части системы (1) на всем отрезке приближенного решения. Приближение выполняется с наперед заданной точностью. Система (1) оказывается преобразованной к приближению линейной системой вида (77), где матрица $B = B(t)$ непрерывна на всем отрезке приближения. С априори заданной точностью приближается также само решение. Массивы полиномов, приближающих правую часть и приближающих решение на промежутке большой длины, можно хранить в виде типизированных файлов. В результате достигается возможность численного моделирования устойчивости решения задачи (1) на основе преобразования к линеаризованной системе. Ниже описание метода детализируется согласно [19]. В (1) меняется обозначение независимой переменной:

$$V' = U(x, V), \quad V(x_0) = V_0, \quad x \in [x_0, \infty), \quad (89)$$

где $U(x, V) = (u_1(x, V), u_2(x, V), \dots, u_n(x, V))$, $V = (v_1(x), v_2(x), \dots, v_n(x))$, $V_0 = (v_{10}, v_{20}, \dots, v_{n0})$. Отрезок приближенного решения разбивается на подынтервалы равной длины

$$[a, b] = \bigcup_{i=0}^{p-1} [a_i, b_i], \quad b_i - a_i = (b-a)p^{-1}, \quad a_{i+1} = b_i, \quad i = 0, 1, \dots, p-2. \quad (90)$$

Пусть произвольно зафиксировано $k \in \overline{1, n}$. Выполняется приближение функции $u_k(x)$ из (89) на $[a, b]$ из (90). Для этого на каждом подынтервале $[a_i, b_i]$ строится интерполяционный полином Ньютона степени \bar{n} с равноотстоящими узлами для интерполирования $u_k(x)$:

$$\Psi_{ki\bar{n}}(t) = u_k(x_{i0}) + \sum_{j=1}^{\bar{n}} \frac{\Delta^j u_{ki0}}{j!} \prod_{r=0}^{j-1} (t-r), \quad (91)$$

$$x \in [a_i, b_i], \quad t = (x - x_{i0})h_i^{-1}, \quad h_i = (b_i - a_i)\bar{n}^{-1}, \quad x_{i0} = a_i, \quad i \in \overline{0, p-1}.$$

Полином (91) преобразуется к виду полинома с числовыми коэффициентами

$$\Psi_{ki\bar{n}}(t) = u_k(x_{i0}) + \sum_{\ell=1}^{\bar{n}} c_{ki\ell} t^\ell, \quad (92)$$

где $c_{ki\ell} = \sum_{j=\ell}^{\bar{n}} \Delta^j u_{ki0} \frac{d_{j\ell}}{j!}$. В основе преобразования – алгоритм восстановления коэффициентов полинома по его корням [18], согласно которому в $\prod_{r=0}^{j-1} (t-r)$ следует положить $t_r = r$, $r \in \overline{0, j-1}$, значения коэффициентов рекуррентно восстанавливаются из соотношений

$$d_{mm} = d_{(m-1)(m-1)}, \quad d_{m(m-\ell)} = d_{(m-1)(m-\ell-1)} - d_{(m-1)(m-\ell)} t_{m-1}, \quad (93)$$

$$d_{m0} = -d_{(m-1)0} t_{m-1}, \quad \ell = 1, 2, \dots, m-1, \quad m = 1, 2, \dots, j.$$

Здесь и ниже $h_i = (b-a)p^{-1}\bar{n}^{-1}$. Интерполирование выполняется с рядом особенностей.

В $u_k(x, V) = u_k(x, V, U(V))$ подставляется приближенное значение $\{v_k(x)\}_{k=1}^n$, вначале $\{v_k(x)\}_{k=1}^n \approx \{v_{k0}\}_{k=1}^n = V_0$. Функция $u_k(x, V_0, U(V_0))$ приближается полиномами (92) по схеме (91)–(93) с итерационным уточнением по следующему алгоритму. При фиксированных значениях \bar{n} и p из (90) на отрезке $[a_i, b_i]$, сначала при $i = 0$, затем, аналогично, при $i = 1, 2, \dots, p - 1$, выполняется приближение (92),

$$\Psi_{ki\bar{n}}(t) = u_k(x_{i0}, V_{i0}, U_{i0}) + \sum_{\ell=1}^{\bar{n}} c_{ki\ell} t^\ell, \quad u_k(x, V_{i0}, U_{i0}) \approx \Psi_{ki\bar{n}}(t), \quad t = (x - a_i)h_i^{-1},$$

h_i – шаг интерполяции на $[a_i, b_i]$, постоянный для всех номеров i : $h_i = (b - a)p^{-1}\bar{n}^{-1}$. Первообразная

$$\Psi_{k(\text{int})i(\bar{n}+1)}(t) = v_{ki0} + h_i \int_0^t \Psi_{ki\bar{n}}(t) dt, \quad \text{или,} \quad \Psi_{k(\text{int})i(\bar{n}+1)}(t) = v_{ki0} + h_i \sum_{\ell=0}^{\bar{n}} c_{ki\ell} / (\ell + 1) t^{\ell+1},$$

$c_{ki0} = u_k(x_{i0}, V_{i0}, U_{i0})$ (на начальном подынтервале $v_{k00} = v_{k0}$, на последующих подынтервалах выбор v_{ki0} поясняется ниже), принимается за приближение k -го компонента решения: $v_k(x) \approx \Psi_{k(\text{int})i(\bar{n}+1)}(t)$, $x \in [a_i, b_i]$. Тогда $u_k(x, V) \approx u_k(x, \{\Psi_{\ell(\text{int})i(\bar{n}+1)}(t)\}_{\ell=1}^n)$. При том же значении \bar{n} , на том же подынтервале строится интерполяционный полином вида (92) для приближения $\Psi_{ki\bar{n}}^{(1)}(t) \approx u_k(x, \{\Psi_{\ell(\text{int})i(\bar{n}+1)}(t)\}_{\ell=1}^n)$, $t = (x - a_i)h_i^{-1}$. От этого полинома снова берется первообразная с тем же значением константы $\Psi_{k(\text{int})i(\bar{n}+1)}^{(1)}(t) = v_{ki0} + h_i \int_0^t \Psi_{ki\bar{n}}^{(1)}(t) dt$, выполняется соответственная подстановка в правую часть, $u_k(x, V) \approx u_k(x, \{\Psi_{\ell(\text{int})i(\bar{n}+1)}^{(1)}(t)\}_{\ell=1}^n)$, которая затем аналогично интерполируется, $\Psi_{ki\bar{n}}^{(2)}(t) \approx u_k(x, \{\Psi_{\ell(\text{int})i(\bar{n}+1)}^{(1)}(t)\}_{\ell=1}^n)$, $t = (x - a_i)h_i^{-1}$.

Итерации

$$\Psi_{ki\bar{n}}^{(r)}(t) \approx u_k(x, \{\Psi_{\ell(\text{int})i(\bar{n}+1)}^{(r-1)}(t)\}_{\ell=1}^n), \quad t = (x - a_i)h_i^{-1},$$

$$\Psi_{k(\text{int})i(\bar{n}+1)}^{(r)}(t) = v_{ki0} + h_i \int_0^t \Psi_{ki\bar{n}}^{(r)}(t) dt, \quad r = 1, 2, \dots,$$

$$\Psi_{k(\text{int})i(\bar{n}+1)}^{(0)}(t) = \Psi_{k(\text{int})i(\bar{n}+1)}(t), \quad \Psi_{ki\bar{n}}^{(0)}(t) = \Psi_{ki\bar{n}}(t)$$

продолжаются до априори заданной границы: $r \leq q = \text{const}$. Выше неявно предполагалось, что за значение v_{ki0} было взято $\Psi_{k(\text{int})i(\bar{n}+1)}^{(q)}(b_{i-1})$. По окончании итераций на $[a_i, b_i]$ выполняется переход к $[a_{i+1}, b_{i+1}]$, где за значение $v_{k(i+1)0}$ принимается $\Psi_{k(\text{int})i(\bar{n}+1)}^{(q)}(b_i)$. Отсюда $\Psi_{k(\text{int})(i+1)(\bar{n}+1)}^{(q)}(a_{i+1}) = \Psi_{k(\text{int})i(\bar{n}+1)}^{(q)}(b_i)$, $i = 0, 1, \dots, p - 2$, и интегральные полиномы совпадают на каждой общей границе всех смежных подынтервалов. Таким образом, построенное приближение решения является непрерывной функцией $\forall x \in [a, b]$. Кусочно-интерполяционное приближение правой части (89) (производной от решения) также, по построению, является непрерывной функцией на всем $[a, b]$. Именно, интерполяция выполняется с равномерным шагом, в число интерполяционных узлов включаются обе границы подынтервала. За значение $\Psi_{ki\bar{n}}^{(0)}(t)$ в интерполяционном узле на левой границе подынтервала $[a_{i+1}, b_{i+1}]$ принимается выходное значение $\Psi_{ki\bar{n}}^{(q)}(t)$ на правой границе подынтервала $[a_i, b_i]$, и это узловое значение не меняется в продолжение итераций на $[a_{i+1}, b_{i+1}]$. В результате $\Psi_{ki\bar{n}}^{(q)}(b_i) = \Psi_{k(i+1)\bar{n}}^{(q)}(a_{i+1}) \quad \forall i \in \bar{0}, p - 1$, полиномы, интерполирующие k -й компонент правой части (89), имеют равные значения на каждой общей границе смежных подынтервалов, что влечет непрерывность кусочной интерполяции компонентов правой части (1) на всем отрезке $[a, b]$. На этом отрезке имеет место равномерная сходимость $\{\Psi_{\ell(\text{int})i(\bar{n}+1)}^{(q)}(t)\}_{\ell=1}^n$ к решению V задачи (89) и равномерная сходимость $\{\Psi_{\ell i \bar{n}}^{(q)}(t)\}_{\ell=1}^n$ к производной от решения $V' = U$ [18], если $p \rightarrow \infty$.

Однако для доказательства предполагается существование и непрерывность производных до $\bar{n} + 1$ -го порядка включительно от $u_k(x)$, $\forall x \in [a, b]$.

С отступлением от формализации имеют место следующие предложения [19].

Предложение 4. Коэффициенты полиномиального приближения производной от k -го компонента решения задачи (89), $\Psi_{ki\bar{n}}^{(q)}(t)$, $t = (x - a_i)h_i^{-1}$, имеют числовые значения, $\Psi_{ki\bar{n}}^{(q)}(t) = c_{ki0}^{(q)} + \sum_{\ell=1}^{\bar{n}} c_{ki\ell}^{(q)} t^\ell$. По всем номерам подынтервалов из (90) они образуют массив из p строк вида $(c_{uk00}^{(q)}, c_{uk01}^{(q)}, \dots, c_{uk0(\bar{n}+1)}^{(q)})$, $(c_{uk10}^{(q)}, c_{uk11}^{(q)}, \dots, c_{uk1(\bar{n}+1)}^{(q)})$, \dots , $(c_{uk(p-1)0}^{(q)}, c_{uk(p-1)1}^{(q)}, \dots, c_{uk(p-1)(\bar{n}+1)}^{(q)})$, который можно хранить в памяти компьютера в виде типизированного файла. Обращение к строке этого файла позволяет восстановить значение k -го компонента производной от решения по схеме Горнера. Номер строки типизированного файла, соответствующий произвольному значению независимой переменной $x \in [a, b]$, является номером подынтервала, которому принадлежит x , $x \in [a_i, b_i]$, и определяется из соотношения $i = [(x - a) / (b_i - a_i)]$, или

$$i = [(x - a) / ((b - a)p^{-1})], \quad (94)$$

где $[\alpha]$ – целая часть числа α .

Предложение 5. Предложение 4 с точностью до обозначений повторяется для коэффициентов полинома $\Psi_{k(\text{int})i(\bar{n}+1)}^{(q)}(t)$, $t = (x - a_i)h_i^{-1}$, приближающего k -й компонент решения задачи (89). Они имеют числовые значения, $\Psi_{k(\text{int})i(\bar{n}+1)}^{(q)}(t) = v_{ki0} + h_i \sum_{\ell=0}^{\bar{n}} c_{ki\ell}^{(q)} / (\ell + 1) t^{\ell+1}$, по всем номерам подынтервалов из (90) образуют массив из p строк вида $(c_{vk00}^{(q)}, c_{vk01}^{(q)}, \dots, c_{vk0\bar{n}}^{(q)})$, $(c_{vk10}^{(q)}, c_{vk11}^{(q)}, \dots, c_{vk1\bar{n}}^{(q)})$, \dots , $(c_{vk(p-1)0}^{(q)}, c_{vk(p-1)1}^{(q)}, \dots, c_{vk(p-1)\bar{n}}^{(q)})$, который можно хранить в виде типизированного файла. Обращение к строке этого файла позволяет восстановить значение k -го компонента решения задачи (89) по схеме Горнера. Номер строки определяется из (94).

Результатом данных преобразований является линеаризованное приближение задачи (89), такое, что и решение, и правая часть системы (89) приближены с наперед заданной точностью. Компонент правой части на текущем подынтервале $[a_i, b_i]$ приближает полином $\Psi_{ki\bar{n}}^{(q)}(t)$, $t = (x - a_i) / h_i$. Для задачи (89) полученное приближение рассматривается как частный случай линейной системы $Y' = BY + d$, $Y(x_0) = Y_0$, где $B = B(x)$, $d = \vec{0}$. Таким образом,

$$Y' = B(x)Y, \quad x \in [x_0, \infty), \quad (95)$$

где k -я строка матрицы $B(x)$ при $x \in [a_i, b_i]$ имеет вид $\Psi_{ki\bar{n}}^{(q)}(t) = \sum_{\ell=0}^{\bar{n}} c_{ki\ell}^{(q)} t^\ell$, $t = (x - a_i) / h_i$. При этом $B(x)$ является диагональной матрицей

$$B(x) = \begin{pmatrix} \sum_{\ell=0}^{\bar{n}} c_{1i\ell}^{(q)} t^\ell & & & \\ & \sum_{\ell=0}^{\bar{n}} c_{2i\ell}^{(q)} t^\ell & & \\ & & \dots & \\ & & & \sum_{\ell=0}^{\bar{n}} c_{ni\ell}^{(q)} t^\ell \end{pmatrix}, \quad t = (x - a_i) / h_i. \quad (96)$$

Для системы (95), (96) можно выполнить преобразования (78)–(80), (87), (88). В результате анализ устойчивости сведется к анализу системы вида (77) по схеме (79), где $A = E + h \times B(x)$, шаг метода Эйлера $h = (x - x_0) / r$ убывает к нулю на любом отрезке $[x_0, x]$, $x \in [x_0, \infty)$, $r = 1, 2, \dots$. С точностью до обозначений остается применить теорему 11 и соотношения (87), (88). Произведение матриц сведется к произведению диагональных элементов:

$$\prod_{r=0}^j A(x_{j-r}) = \left(\prod_{r=0}^j \left(1 + h \sum_{\ell=0}^{\bar{n}} c_{i\ell}^{(q)} t^\ell \right) \prod_{r=0}^j \left(1 + h \sum_{\ell=0}^{\bar{n}} c_{2i\ell}^{(q)} t^\ell \right) \dots \prod_{r=0}^j \left(1 + h \sum_{\ell=0}^{\bar{n}} c_{ni\ell}^{(q)} t^\ell \right) \right), t = (x - a_i) / h_i \quad (97)$$

Реальный контроль устойчивости сведется к контролю значения модуля накапливаемого произведения полиномов $1 + h \sum_{\ell=0}^{\bar{n}} c_{ki\ell}^{(q)} t^\ell$ в процессе приближения каждого компонента с номером $k \in \overline{1, n}$. Предварительно потребуется согласовать шаг метода Эйлера h и длину подынтервала $(b_i - a_i)$. Для численного моделирования устойчивости нулевого решения задачи (89) достаточно выбрать длинный конечный отрезок $[a, b]$ из (90). Для аналитической оценки потребуется оценивать (97) в случае $[a, b]$ произвольной длины.

Кусочно-интерполяционное решение задачи (89) дает возможность компьютерной оценки устойчивости без перехода к линеаризации. Поскольку есть приближение решения $v_k(x) \approx \left\{ \Psi_{\ell(\text{int})i(\bar{n}+1)}^{(q)}(t) \right\}_{\ell=1}^n$, то для каждого компонента с номером $k \in \overline{1, n}$ автоматически выводится $v_k(x) / v_k(x_0) \approx \Psi_{k(\text{int})i(\bar{n}+1)}^{(q)}(t) / v_k(x_0)$, t из (97), что влечет применение теоремы 1 и критериев (24), (25). Аналогичное приближение, $\left\{ \Psi_{ki\bar{n}}^{(q)}(t) \right\}_{\ell=1}^n$, есть для правой части (89), для каждого ее компонента получается $u_k(x) \approx \Psi_{ki\bar{n}}^{(q)}(t)$, что влечет возможность подстановки в (22), (23) и применения леммы 3. Кроме того, есть возможность воспользоваться теоремой 9 на основе подстановки в (70), (71) именно приближения $u_k(\xi_{k\ell})$. Как отмечалось, $\xi_{k\ell}$ можно найти как минимум модуля левой части равенства (72). Подстановка приближений в (72) влечет

$$\min_{\xi_{k\ell} \in [t_\ell, t_{\ell+1}]} \left| h_c^{-1} (\Psi_{k(\text{int})i(\bar{n}+1)}^{(q)}(t_{\ell+1}) - \Psi_{k(\text{int})i(\bar{n}+1)}^{(q)}(t_\ell)) - \Psi_{ki\bar{n}}^{(q)}(\xi_{k\ell}) \right| = 0. \quad (98)$$

Решение уравнения (98) без принципиальных затруднений реализуется с помощью метода поиска корней полиномов, изложенного в [16]. При этом поиск выполняется именно как поиск минимума модуля полинома на отрезке. В этом случае в силу принципа минимума модуля никаких иных минимумов левой части (98) кроме корней полинома под знаком модуля не существует. Происходит автоматическая локализация корней $\xi_{k\ell}$ на промежутке $(t_\ell, t_{\ell+1})$ и их вычисление с высокой точностью. Процесс воспроизводится $\forall i = 0, 1, \dots, \bar{\xi}_{k(i+1)} \in (t_{i+1}, t_{i+2}), \xi_{k\ell} \in (t_\ell, t_{\ell+1}) \forall \ell \in \overline{0, i}$ из (70), (71), что приводит к численной модели анализа устойчивости на основе теоремы 9.

Примеры численного моделирования устойчивости. Нулевое решение системы

$$v_1' = -v_2 + v_1 \sin(v_1^2 + v_2^2 - 1), \quad v_2' = v_1 + v_2 \cos(v_1^2 + v_2^2 - 1), \quad (99)$$

где $t_0 = 0, v_k(t_0) \geq 0, k=1, 2$, асимптотически устойчиво. Это показывает программа (Delphi)

```

program RAE1111;
{$APPTYPE CONSOLE}
uses
  SysUtils;
const h = 0.00001; tt=1000000;
var t,v1,v2,v10,v20,sum1,sum2: extended; k: longint;
function u1(t,v1,v2:extended):extended;
begin u1:=-v2+v1*sin((sqr(v1)+sqr(v2)-1)); end;
function u2(t,v1,v2:extended):extended;
begin u2:=v1+v2*cos((sqr(v1)+sqr(v2)-1)); end;
begin
k := 0; v10:=0.00005{*10}{/10}; v20:=0.00005{*10}{/10};

```

```

v1:=v10; v2:=v20; sum1:=0;sum2:=0;
t:=0; while t <=10000 do begin
v1:= v1+ h * u1(t,v1,v2); v2:= v2+ h * u2(t,v1 ,v2 );
sum1:=sum1+ u1(t,v1,v2); sum2:=sum2+ u2(t,v1,v2);
k:=k+1; if k = tt then begin writeln ("t=",t:2:20,' ');
writeln ('|v1/v10|=',abs(v1/v10):2:20,' ','|v2/v20|=',abs(v2/v20):2:20,' ');
writeln ('|u1/v10|=',abs(u1(t,v1,v2)/v10):2:20,' ','|u2/v20|=',abs(u2(t,v1 ,v2 )/v20):2:20,' ');
writeln ('|(h*sum1)/v10+1|=',abs((h*sum1)/v10+1):2:20,' ','|(h*sum2)/v20+1|=',abs((h*sum2)/v20+1):2:20,' ');
writeln ('|h*sum1+v10|=',abs(h*sum1+v10{1}):2:20,' ','|h*sum2+v20|=',abs(h*sum2+v20{1}):2:20,' ');
k:=0 end; t:=t+h; end; readln
end.

```

Результат работы программы:

```

t=9.99998999999993814000
|v1/v10|=0.29125998463144390000 |v2/v20|=0.55060196113427734000
|u1/v10|=0.30551513518396883000 |u2/v20|=0.00623152503433619000
|(h*sum1)/v10+1|=0.29124462507297467000 |(h*sum2)/v20+1|=0.55059953302620732000
|h*sum1+v10|=0.00001456223125365000 |h*sum2+v20|=0.00002752997665131000
t=19.99998999999953070000
|v1/v10|=0.12474269340820399000 |v2/v20|=0.09358920299588803000
|u1/v10|=0.01137815406980509000 |u2/v20|=0.07417623122037619000
|(h*sum1)/v10+1|=0.12472416491684224000 |(h*sum2)/v20+1|=0.09358430563734230000
|h*sum1+v10|=0.00000623620824584000 |h*sum2+v20|=0.00000467921528187000
t=29.99998999999912320000
|v1/v10|=0.01801949566185700000 |v2/v20|=0.00282119559851540000
|u1/v10|=0.01798407835883173000 |u2/v20|=0.01954379414904189000
|(h*sum1)/v10+1|=0.01800090111125236000 |(h*sum2)/v20+1|=0.00282661386466787000
|h*sum1+v10|=0.00000090004505556000 |h*sum2+v20|=0.00000014133069323000
.....
|v1/v10|=0.00000000000000000000 |v2/v20|=0.00000000000000000000
|u1/v10|=0.00000000000000000000 |u2/v20|=0.00000000000000000000
|(h*sum1)/v10+1|=0.00001841470982673000 |(h*sum2)/v20+1|=0.00000540302317802000
|h*sum1+v10|=0.00000000092073549000 |h*sum2+v20|=0.00000000027015116000

```

Моделирование выполняется на отрезке $t \in [0, 10^4]$. Задача решается методом Эйлера с шагом $h = 10^{-5}$. Данные выводятся с интервалом 10^1 . На каждом интервале выводятся

значения $\left| \frac{v_k(t)}{v_k(t_0)} \right|$, $k = 1, 2$. Они ограничены значением 0.56 и убывают до 0. По теореме 1

согласно (24) это (предварительно) означает устойчивость нулевого решения. Ввиду соответствия (25) устойчивость асимптотическая. С таким же интервалом выводятся значе-

ния $\left| \frac{u_k(t)}{v_k(t_0)} \right|$, $k = 1, 2$. Они ограничены значением 0.4 и убывают до 0. По теореме 7, где

принято $h_c = h = 10^{-5}$, согласно (54) (предварительно) это означает устойчивость нулевого

решения. То же, в соответствии (53), показывает вывод значений $\left| \frac{1}{v_k(t_0)} h \sum_{\ell=0}^i u_k(t) + 1 \right|$

(в программе $|(h*sum1)/v10+1|$, $|(h*sum2)/v20+1|$).

По теореме 8 (предварительно) ввиду соответствия (60), (61) устойчивость асимптотическая. Кроме того, с приближением $u_k(\xi_{k\ell}) \approx u_k(t_\ell)$ выводимые данные соответствуют (70) и (71), что по теореме 9 (предварительно) означает асимптотическую устойчивость нулевого решения задачи (99).

При варьировании начальных значений (закомментировано в программе) воспроизводятся аналогичные результаты, что окончательно подтверждает предварительно сделанные выводы.

Если теперь систему (99) заменить системой

$$v_1' = -v_2 + v_1 \sin e^{(v_1^2 + v_2^2 - 1)}, \quad v_2' = v_1 + v_2 \cos e^{(v_1^2 + v_2^2 - 1)} \quad (100)$$

где $t_0 = 0$, $v_k(t_0) \geq 0$, $k = 1, 2$, то по той же программе с соответственным изменением

```
function u1(t,v1,v2:extended):extended;
begin u1:=-v2+v1* sin(exp((sqr(v1)+sqr(v2)-1))); end;
function u2(t,v1,v2:extended):extended;
begin u2:=v1+v2* cos(exp((sqr(v1)+sqr(v2)-1))); end;
```

получится

```
t=9.99989999999993814000
|v1/v10|=500.59684804253400900000 |v2/v20|=767.20968887111535100000
|u1/v10|=586.81541388098810600000 |u2/v20|=1216.26073371725572000000
|(h*sum1)/v10+1|=500.59097348477086600000 |(h*sum2)/v20+1|=767.21685432457260900000
|h*sum1+v10|=0.02502954867423854000 |h*sum2+v20|=0.03836084271622863000
t=19.999899999999953070000
|v1/v10|=25740.68140412086640000000 |v2/v20|=13022.59203072221274000000
|u1/v10|=8018.31786635432274000000 |u2/v20|=12966.55858312267237000000
|(h*sum1)/v10+1|=25740.60122734582730000000 |(h*sum2)/v20+1|=13022.72395324083090000000
|h*sum1+v10|=1.28703006136729137000 |h*sum2+v20|=0.65113619766204155000
t=29.999899999999912320000
|v1/v10|=13435.20336590923715000000 |v2/v20|=22388.86798987410960000000
|u1/v10|=10302.11110067168487000000 |u2/v20|=3659.19056796498126000000
|(h*sum1)/v10+1|=13435.10035120185532000000 |(h*sum2)/v20+1|=22388.71617758612430000000
|h*sum1+v10|=0.67175501756009277000 |h*sum2+v20|=1.11943580887930622000
.....
t=9999.9998996787937000000
|v1/v10|=27329.70500137057080000000 |v2/v20|=9943.61504761500123000000
|u1/v10|=7388.24417752908457000000 |u2/v20|=17429.65163532512830000000
|(h*sum1)/v10+1|=27329.63112533244450000000 |(h*sum2)/v20+1|=9943.78624790049977000000
|h*sum1+v10|=1.36648155626662222000 |h*sum2+v20|=0.49718931239502499000
```

Выводимые данные возрастают, превосходя возможные ограничения (соответственно не обнаруживают стремления к нулю). При этом уменьшение начальных значений при повторных запусках программы влечет обратно пропорциональный рост значений выводимых данных. Это нарушает необходимое условие устойчивости теоремы 1, а также теоремы 9. Следовательно, нулевое решение задачи (100) неустойчиво.

Если теперь взамен (100) рассматривать систему

$$v_1' = -v_2 + v_1 e^{\sin(v_1^2 + v_2^2 - 1)}, \quad v_2' = v_1 + v_2 e^{\cos(v_1^2 + v_2^2 - 1)}, \quad (101)$$

где $t_0 = 0, v_k(t_0) \geq 0, k=1, 2$, то та же программа с соответственным изменением

```
function u1(t,v1,v2:extended):extended;
begin u1:=-v2+v1* exp(sin((sqr(v1)+sqr(v2)-1))); end;
function u2(t,v1,v2:extended):extended;
begin u2:=v1+v2* exp(cos((sqr(v1)+sqr(v2)-1))); end;
```

даст следующие результаты:

```
t=9.99989999999993814000
|v1/v10|=77862.42446241906800000000 |v2/v20|=26314.83256975851240000000
|u1/v10|=91439.40445717954740000000 |u2/v20|=68024.75800006116810000000
|(h*sum1)/v10+1|=77863.33885077439920000000 |(h*sum2)/v20+1|=26314.95314129935520000000
|h*sum1+v10|=3.89316694253871996000 |h*sum2+v20|=1.31574765706496776000
t=19.999899999999953070000
|v1/v10|=3757708443.45288119000000000000 |v2/v20|=945857167.41732183100000000000
|u1/v10|=885366228.63872246800000000000 |u2/v20|=5653293084.85314156000000000000
|(h*sum1)/v10+1|=3757717297.11517323000000000000 |(h*sum2)/v20+1|=948270838.40854998000000000000
|h*sum1+v10|=187885.86485575866100000000 |h*sum2+v20|=47413.54192042749900000000
t=29.999899999999912320000
|v1/v10|=444655451909496.944000000000000000 |v2/v20|=476839954039750.911000000000000000
|u1/v10|=32184502130253.967300000000000000 |u2/v20|=921495405949247.855000000000000000
|(h*sum1)/v10+1|=444655130064475.639000000000000000 |(h*sum2)/v20+1|=476735427207564.458
0000000000000000
|h*sum1+v10|=22232756503.22378200000000000000 |h*sum2+v20|=23836771360.37822290000000000000
.....
```

Далее наступит переполнение. При варьировании начальных значений результаты аналогичны. Согласно теоремам 1 и 9 нулевое решение задачи (101) неустойчиво.

Изложенный способ компьютерного анализа устойчивости дает пошаговую информацию по ходу решения и может применяться в режиме реального времени. Если

вычисление значений $\left| \frac{1}{v_k(t_0)} h \sum_{\ell=0}^i u_k(t) + 1 \right|$

замедляет процесс, то можно отменить их вычисление и оценивать устойчивость по по-

ведению $\left| \frac{v_k(t)}{v_k(t_0)} \right|$ на основе теоремы 1, прав-

да, оценка на основе теорем 8, 9 достоверна в условиях непрерывности правой части в R_0 без требования ее дифференцируемости.

Представленные результаты следующим образом сравниваются с известными. Необходимые и достаточные условия устойчивости теоремы 1, леммы 3, теоремы 9 сохраняют отличие от условий устойчивости традиционных методов [1, 2], а также [3, 4], представляющих, как правило, достаточные условия устойчивости. В отличие от предложенных, эти методы не предоставляют возможности численного моделирования устойчивости. Подходы, опирающиеся на компьютерные технологии, в частности [5–10], а также [10, 11], аналогично не используют численные методы решения ОДУ, в то время как их применение приводит к изложенным выше условиям устойчивости и позволяет выполнять численное моделирование устойчивости по ходу решения задачи в реальном времени. Аналогичные отличия можно привести относительно теорем 10, 11, применимых к линейным системам. Дополнительно можно отметить, что, в отличие от известных подходов, условия (85)–(88) не требуют информации, как-либо связанной с характеристическим полиномом матрицы коэффициентов, а также с характеристическими показателями [1].

Заключение

Предложены необходимые и достаточные условия устойчивости в смысле Ляпунова решений ОДУ общего вида, указаны границы их применимости. Аналитические оценки устойчивости исходят непосредственно из компонентов правой части дифференциальной системы, без их преобразования, без применения функции Ляпунова. Численные оценки устойчивости опираются на приближенное решение системы ОДУ и дают возможность анализа устойчивости по ходу компьютерной реализации численного интегрирования. Дано математическое

обоснование предложенных критериев, их практическое применение и достоверность иллюстрируются результатами численного эксперимента.

Список литературы

1. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука – всем, 2019. 480 с.
2. Матросов В.М. Метод векторных функций Ляпунова: анализ динамических свойств нелинейных систем. М.: Физматлит, 2001. 376 с.
3. Калигин Б.С. Устойчивость неавтономных дифференциальных уравнений. Минск: БГУ, 2013. 264 с.
4. Любимов В.В. Математическая теория устойчивости с приложениями. СПб.: Лань, 2018. 180 с.
5. Масина О.Н., Дружинина О.В., Рапопорт Л.Б. Элементы теории устойчивости математических моделей управляемых систем. Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2019. 143 с.
6. Поляк Б.Т., Хлебников М.В., Рапопорт Л.Б. Математическая теория автоматического управления. М.: ЛЕНАНД, 2019. 500 с.
7. Дружинина О.В., Седова Н.О. Анализ устойчивости и стабилизации нелинейных каскадных систем с запаздыванием в терминах линейных матричных неравенств // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. 2017. № 1. С. 21–35.
8. Дружинина О.В., Масина О.Н. О подходах к анализу устойчивости нелинейных динамических систем с логическими регуляторами // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2017. Т. 13. № 2. С. 40–49.
9. Новиков М.А. О вычислительных способах достаточных условий устойчивости автономных консервативных систем // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2014. № 1 (41). С. 28–36.
10. Giesl P., Hafstein S. Computation of Lyapunov functions for nonlinear discrete time systems by linear programming // J. Difference Equ. Appl. 2014. Vol. 20, Is. 4. P. 610–640.
11. Fridman E. Tutorial on Lyapunov-based methods for time-delay systems // European Journal of Control. 2014. № 20. P. 271–283.
12. Ромм Я.Е. Моделирование устойчивости по Ляпунову на основе преобразований разностных схем решений обыкновенных дифференциальных уравнений // Известия РАН. Математическое моделирование. 2008. Т. 20. № 12. С. 105–118.
13. Ромм Я.Е. Компьютерно-ориентированный анализ устойчивости на основе рекуррентных преобразований разностных решений обыкновенных дифференциальных уравнений // Кибернетика и системный анализ. 2015. Т. 51. № 3. С. 107–124.
14. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т. 1. СПб.: Лань, 2018. 608 с.
15. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т. 2. СПб.: Лань, 2019. 800 с.
16. Ромм Я.Е. О границах идентификации корней полиномов на основе устойчивой адресной сортировки // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 12 (Ч. 1). С. 84–108. DOI: 10.17513/snt.38959.
17. Ромм Я.Е. Параллельные итерационные схемы линейной алгебры с приложением к анализу устойчивости решений систем линейных дифференциальных уравнений // Кибернетика и системный анализ. 2004. № 4. С. 119–142.
18. Джанунц Г.А., Ромм Я.Е. Варьируемое кусочно-интерполяционное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений с итерационным уточнением // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2017. Т. 57. № 10. С. 1641–1660.
19. Ромм Я.Е., Джанунц Г.А. Моделирование движения навигационных спутников системы ГЛОНАСС на основе кусочно-интерполяционного решения задачи Коши для дифференциальной системы // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 2. С. 88–101. DOI: 10.17513/snt.39529.

УДК 519.248:65.011.46
DOI 10.17513/snt.39761

ПРИМЕНЕНИЕ КРИТЕРИЯ ПИРСОНА ДЛЯ ОЦЕНКИ СТАБИЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

¹Харитонов Д.В., ²Грошев А.В., ¹Рамазанова А.А., ¹Маслова Е.В.

¹АО «Обнинское научно-производственное предприятие «Технология» имени А.Г. Ромашина», Обнинск, e-mail: haritonovdv@technologiya.ru;

²ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева – КАИ», Казань, e-mail: groshevav@kai.ru

Статья рассматривает проблему анализа стабильности технологического процесса. Статистическое управление позволяет оперативно выявлять нарушения технологии, что сокращает время на решение возникшей проблемы на производстве. В производстве наукоемкой керамической продукции, когда дефекты приводят к полному разрушению качества, моделирование данных возможно при помощи биномиального распределения. В основу статистического анализа был положен метод математической статистики – критерий Пирсона. Критерий Пирсона позволяет сделать вывод о распределении выборки. Данный критерий был протестирован для оценки его надежности и чувствительности, что позволяет определить минимальный интервал выборки, требующийся для анализа. Результаты работы критерия Пирсона и атрибутивной величины – коэффициента запуска позволяют указать на положительные или негативные изменения технологического процесса. На производстве ОА «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина» при помощи производственного управленческого комплекса (ПО ПАУК) организован сбор статистических данных о результатах выполнения операций, технологических параметров и дефектов. Анализ данных, полученных за период с 2020 по 2022 г., показал преимущества использования критерия Пирсона на крупных предприятиях, степень его реагирования на изменения стабильности производства.

Ключевые слова: статистическое управление, критерий Пирсона, биномиальное распределение, стабильность производства, технологический процесс

APPLICATION OF THE PEARSON CRITERION FOR PROCESS STABILITY

¹Kharitonov D.V., ²Groshev A.V., ¹Ramazanova A.A., ¹Maslova E.V.

¹Obninsk Research and Production Enterprise «Technologiya» named after A.G. Romashin, Obninsk, e-mail: haritonovdv@technologiya.ru;

²Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev, Kazan, e-mail: groshevav@kai.ru

The article considers the problem of analyzing the stability of the technological process. Statistical process control (SPC) allows to quickly identify technology violations, which reduces the time to solve a problem in production. In the case of the production of science-intensive ceramic products when defect leads to destruction, data modeling is possible using the binomial distribution. At the basis of statistical analysis from mathematical statistics was chosen method – Pearson criterion. Pearson criterion allows to make a conclusion about the distribution of the sample. This criterion has been tested to assesses its reliability and sensitivity to determine the minimum sampling interval required for analysis. The result of the work of Pearson criterion and attribute value – the operation launch ratio allows to indicate positive and negative changes in technological process. At the production of ceramic products, JSC “ORPE “Technologiya” named after A.G. Romashin” with the help of the production automated management complex (PAUK), collection of statistical data on the results of operations, technological parameters and defects was organized. An analysis of the data obtained for the period from 2020 to 2022 showed the advantages of using the Pearson criterion in large enterprises and the degree of its response to changes in the stability of production.

Keyword: SPC, Pearson criterion, binomial distribution, production stability, technological process

Актуальность задачи оперативного контроля стабильности технологического процесса основывается на высоких издержках, возникающих при массовых отзывах продукции, которые исчисляются миллионами рублей.

Анализ стабильности технологического процесса можно реализовать при помощи программно-аппаратного комплекса, который включает в себя программное обеспечение класса MES, систему сбора данных,

алгоритмы и методы выявления сбоев внутри производства.

Применение цифровых технологий Индустрии 4.0 [1] «цифрового двойника» позволяет обеспечить необходимый уровень достоверности и актуальности данных внутри осуществляемой производственной деятельности. Пример реализации такого комплекса подробно описан в публикации [2] и реализован на предприятии ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина.

Методика, описанная в [3], позволяет анализировать данные технического процесса, обрабатывать их, делать выводы о качестве производства, но обладает рядом недостатков внутри математического аппарата, выбранный метод статистического анализа не дает полного анализа.

Целью исследования является усовершенствование методики на основе статистических методов и критериев, по которой можно будет анализировать стабильность производства, делать вывод о состоянии технологического процесса и устранить недостатки ранее описанной работы.

Оценка качества производства с помощью статистических методов начинается с формирования выборки данных. В случае технологического процесса модель составляет через бинарные величины, т.е. предполагается, что результаты контроля фиксированного количества изделий можно рассматривать как совокупность независимых одинаково распределенных случайных величин, которые принимают значение 0, если изделие дефектно, и 1, если дефекты не были обнаружены и изделия являются годными.

Эффективная методика должна содержать вопрос о распределении полученной выборки.

Из Центральной предельной теоремы следует, что при увеличении объема выборки распределение случайной величины сближается с нормальным распределением. Увеличение объема выборки, с другой стороны, приводит к увеличению времени анализа и росту затрат на обнаружение нестабильности ТП, таким образом, допускать, что выборка распределена по нормальному закону, некорректно.

Для правильного выбора методики следует выбрать критерий, по которому можно опровергнуть или принять статистическую гипотезу о распределении.

Критерий Пирсона является наиболее часто используемым критерием проверки статистических гипотез в научных работах по причине его точности и достоверности результатов. Преимущества и сравнение критерия Пирсона с другими существующими критериями подробно рассмотрены в работе [4].

В этом исследовании предлагается методика анализа стабильности производства с помощью критерия Пирсона, выводы о распределении выборки брака на производстве и о возможности применения данного критерия как показателя ухудшения или улучшения технологического процесса.

Выборка строилась на данных 2020–2022 гг., взятых с крупного предприятия

керамической продукции, где дефекты у изделия приводят к полному разрушению. В предыдущих исследованиях была доказана возможность моделирования выборки внутри такого типа производства с помощью биномиального закона. Таким образом, следует проверить статистическим критерием именно эту гипотезу о моделировании выборки на производствах с разрушающим контролем и посмотреть реагирование критерия на изменение стабильности технологического процесса. Данное допущение о распределении выборки предполагается во многих научных работах последних лет.

Точность и достоверность результатов критерия Пирсона были проверены на случайно сгенерированных выборках. Результаты исследования и срабатывания методики по данным ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина были подтверждены данными о технологическом процессе у технологов предприятия.

Материалы и методы исследования

Статистический контроль технологического процесса – одно из важных условий как рентабельного управления качеством выпускаемой продукции, так и способа повышения стабильности и эффективности производства.

Изучению данного вопроса уделяется много времени и внимания, опубликовано множество научных исследований по данной тематике. Так, в работе [5] рассмотрены различные виды и инструменты статистического контроля, программное обеспечение, содержащие методы многомерного статистического анализа, статистических случайных процессов и временных рядов, а также методы статистического регулирования технологического процесса. Основными методами в исследовании систематического контроля качества были выделены: контрольная карта, контрольный лист, стратификация, гистограмма, анализ Паретто, причинно-следственная диаграмма Исикавы и диаграмма разброса.

Контрольные карты как статистический метод были подробно рассмотрены в исследовании В.И. Кузнецова [6]. Различают качественные и количественные контрольные карты в зависимости от типа показателя качества. Применение контрольных карт позволяет предугадать появление дефектных изделий и помогает предположить изменение технологического процесса. В анализе технологического процесса внутри производства широко используются статистические критерии.

Во многих исследованиях используют метод анализа данных – «правило трех

сигм» [7]. Правило трех сигм показывает, что вероятность того, что случайная величина (ошибка) отклонится от указанного диапазона, пренебрежимо мала, а значения, которые лежат вне полученного интервала, являются нарушением и отклонением технического процесса.

В исследовании, проведенном на базе предприятия ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина, было рассмотрено и использовано правило трех сигм для значения атрибутивной величины – коэффициента запуска. Результаты, полученные таким способом, являются не совсем верными, так как использование правила трех сигм предполагает нормальное распределение величины, что в случае величины коэффициента запуска является неверным предположением. Коэффициент запуска по определению – это отношение числа изделий, запущенных в производство, к числу годных изделий.

В работе [8] были построены контрольные карты методом, схожим с правилом трех сигм. Отличие метода заключается в том, что вероятность отказов в сформулированной модели для качественных или количественных признаков, таких же, как коэффициент запуска, подчинена биномиальному закону.

Для выбора распределения следует рассмотреть понятие брака и дефектов в процессе производства. Изучение бракованных изделий, причин брака и видов дефекта важно в управлении производством, данная тема до сих пор является актуальной. В одном из последних исследований по данному вопросу при составлении математической модели данные о дефекте были представлены в виде бинарной величины, так как брак может быть либо выявлен, либо пропущен [9]. С двоичными данными расчет модели как Гауссовское (нормальное) распределение создаст неточные и ненадежные оценки параметров. Автором В.Ю. Чертищевым был предложен алгоритм для оценки вероятности обнаружения дефекта, где статистическая модель основана на биномиальном распределении, за счет того, что вероятность обнаружения дефекта можно принять за отношение совокупности дефектов, которые будут найдены при многократном осмотре.

В работе [10] при бинарных значениях данных в условиях малых выборок поведение случайных величин определяют также биномиальным законом распределения. Такое допущение было выбрано потому, что применять разработанный алгоритм при большом количестве опытов, который позволит использовать методы описательной статистики, основанной на нормальном

распределении случайных величин, экономически невыгодно производствам.

Разница в моделировании бракованных изделий при разных законах распределения хорошо описана в исследовании [11], где моделирование потока случайных событий появления бракованных деталей выполнялось в MathCad, но с изначальным заданным нормальным распределением и вероятностью появления брака, а не на основе данных с производства. Анализировались выборки объемом от 1000 до 100000 с шагом 50. Данные, сгенерированные таким образом, проверялись критерием Пирсона, который показывал, к какому распределению относится выборка. Результатом исследования стало то, что при любом объеме выборки в диапазоне от 200 до 10000 случайно сгенерированная величина бракованных изделий распределена биномиально. Изучение брака и дефектов на производстве является до сих пор открытой темой для изучения, и нет определенного правила рассмотрения бракованных изделий в производстве.

В данной работе предлагается улучшенный алгоритм, который является продолжением описанных выше работ.

Алгоритм статистического анализа

Критерий Пирсона, или критерий χ^2 (Хи-квадрат), применяется для проверки гипотезы о соответствии эмпирического распределения предполагаемому теоретическому распределению при достаточном объеме выборки. Критерий применим для любых видов функций, даже при неизвестных параметрах, что имеет место при анализе результатов механических испытаний, в этом заключается его уникальность. Использование критерия χ^2 предусматривает разбиение размаха варьирования выборки на интервалы и определения числа наблюдений (частоты) для каждого из интервалов. Для удобства оценок параметров распределения интервалы выбирают одинаковой длины. Число интервалов зависит от объема выборки. Для проверки критерия вводится статистика:

$$\chi_{\text{набл}}^2 = \sum_{i=1}^m \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}, \quad (*)$$

где n_i – частота события в интервале,
 n'_i – теоретическая частота события в интервале,

$\chi_{\text{набл}}^2$ – наблюдаемая величина критерия.

Рассчитанная наблюдаемая величина (*) критерия сравнивается с критическим значением критерия Пирсона. Критическое значение ($\chi_{\text{кр}}^2$) является табличной величиной

ной, зависящей от числа степеней свободы. Вывод по критерию Пирсона о принятии гипотезы делается по сравнению наблюдаемой величины критерия и критического значения. Гипотеза о распределении принимается и считается верной, если значение наблюдаемой величины меньше табличного критического значения ($\chi_{\text{набл}}^2 < \chi_{\text{кр}}^2$), в противном случае гипотеза о распределении анализируемой выборки отвергается.

Для проверки результатов критерия Пирсона на точность и достоверность в программе RStudio были сгенерированы случайные выборки, распределенные по биномиальному закону с разными вероятностями (p): p = 0,5, p = 0,6, p = 0,7.

График (рис. 1) показывает значение наблюдаемой величины критерия ($\chi_{\text{набл}}^2$). На рисунке изображены четыре графика: значение наблюдаемой величины критерия у случайно сгенерированной биномиальной выборки с вероятностью, равной 0,5 (зеленый), значение наблюдаемой величины критерия у случайно сгенерированной биномиальной выборки с вероятностью, равной 0,6 (синий), значение наблюдаемой величины критерия у случайно сгенерированной биномиальной выборки с вероятностью, равной 0,7 (фиолетовый), и значение критической величины критерия (красный).

Из графика видно, что нет ни одного срабатывания критерия Пирсона (т.е. значения выше критического – красная прямая на графике) ни для одной из моделируемых биномиальных случайно сгенерированных выборок, значит, нет причин отвергнуть гипотезу об их распределении по биномиальному закону.

Для оценки выбранного метода был проведен анализ чувствительности данного критерия. Модель для оценки чувствительности критерия Пирсона была составлена из двух случайно сгенерированных выборок одинакового объема, распределенных по биномиальному закону, но с разными вероятностями. Данные две выборки были склеены последовательно в одну, и получившаяся выборка была протестирована в программе RStudio по критерию Пирсона, значения были усреднены на 100 реализаций программы и построен график срабатываний значений. Для анализа чувствительности были протестированы разные выборки одинакового объема, с разным шагом от 10 до 1000 и разными начальными вероятностями двух выборок, которые подлежали склеиванию.

Результатом программы были значения по критерию Пирсона и момент срабатывания для разных выбранных интервалов и разности вероятностей двух начальных выборок.

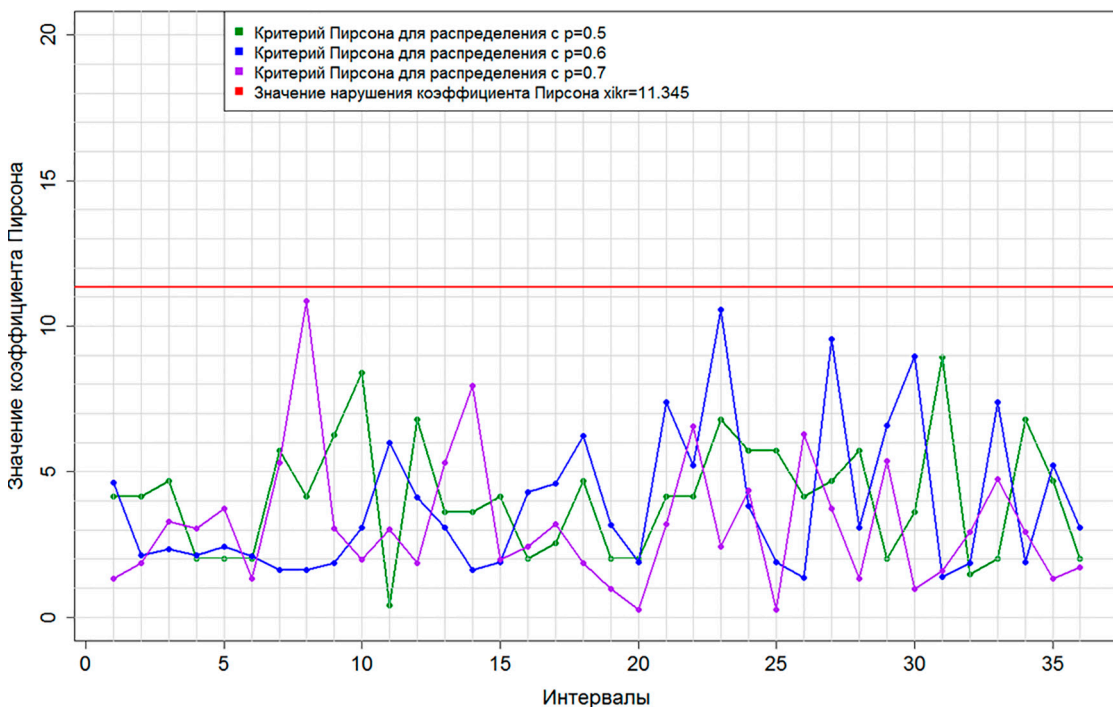


Рис. 1. График значений величины критерия для случайно сгенерированных биномиальных распределений с разными вероятностями

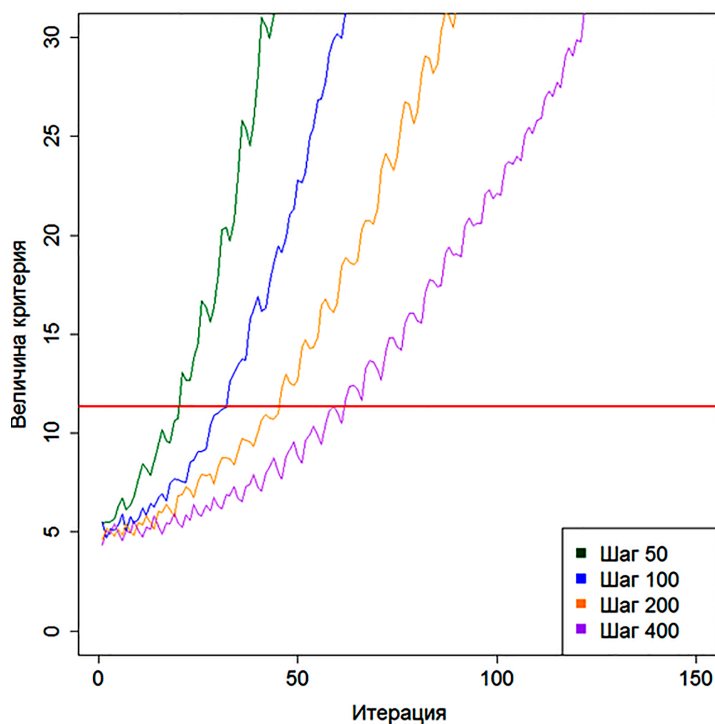


Рис. 2. График значений величины критерия для случайно сгенерированных биномиальных распределений с разным шагом

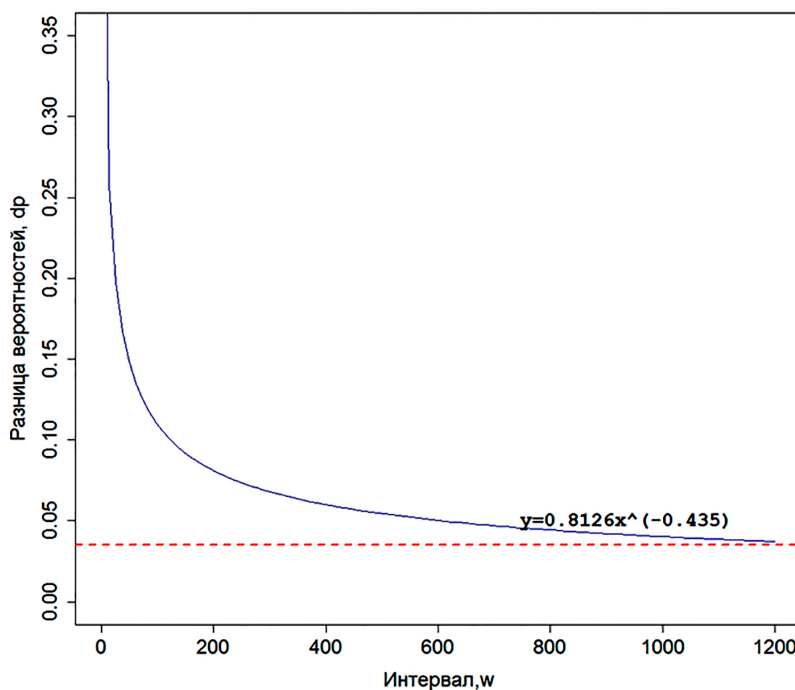


Рис. 3. График чувствительности критерия Пирсона

График (рис. 2) – пример работы программы при склейке двух случайных выборок объемом 500 и вероятностями, равными 0,5 и 0,7. На данном графике видно, что при определен-

ной итерации критерий Пирсона срабатывает, и гипотеза о том, что выборка является биномиальным распределением, с начальной вероятностью 0,5 отвергается.

После множества тестирований и экспериментов с изменением начальных входных данных была выведена зависимость между разницей вероятностей выборок и интервалом анализа, минимально нужным для применения метода. Тренд данной зависимости показал, что она является степенной функцией с мерой совпадения 98,6%. Это позволяет сделать вывод о том, что использование окна размером более 1200 изделий нецелесообразно, потому что критерий Пирсона не срабатывает при разнице вероятностей, которая равна или меньше 0,04.

Полученная зависимость разницы вероятностей и минимального интервала (рис. 3) для правильного реагирования метода без ложных срабатываний и есть чувствительность критерия Пирсона.

Результаты исследования и их обсуждение

Данный метод был применен на данных с предприятия ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина. Были проанализированы данные 2020–2022 гг., взятые с базы данных ПО ПАУК, созданного в виде «цифрового двойника» предприятия. Сбор данных для анализа был организован в виде запроса в программе и выгружен для создания дальнейшей выборки. Анализ стабильности производства проводился по месяцам с помощью критерия Пирсона. Выводы

относительно стабильности гипотезы делались от результатов критерия Пирсона. Срабатывание критерия, когда значение наблюдаемого критерия Хи-квадрат выше табличного критического значения, означает, что выборка не является биномиальным распределением с начальной вероятностью, и произошли некие изменения в процессе производства. При отсутствии срабатывания критерия значения ниже критического соответствуют тому, что производство стабильно.

Анализ стабильности включает в себя не только выводы по критерию Пирсона, но и вспомогательные величины. Величина, также характеризующая технологический процесс, коэффициент запуска. Коэффициент запуска – величина, показывающая отношение всех изделий, запущенных в производство, к числу годных изделий. Задача предприятия состоит в том, чтобы принимать меры по уменьшению коэффициента запуска для улучшения производства и своевременно обнаруживать повышение коэффициента запуска для устранения проблемы, возникшей внутри технологического процесса. На рис. 4 отображен график метода анализа стабильности, где сами точки (рис. 4 – черный цвет) графика – это значения наблюдаемой величины критерия Пирсона, а над ними посчитан коэффициент запуска.

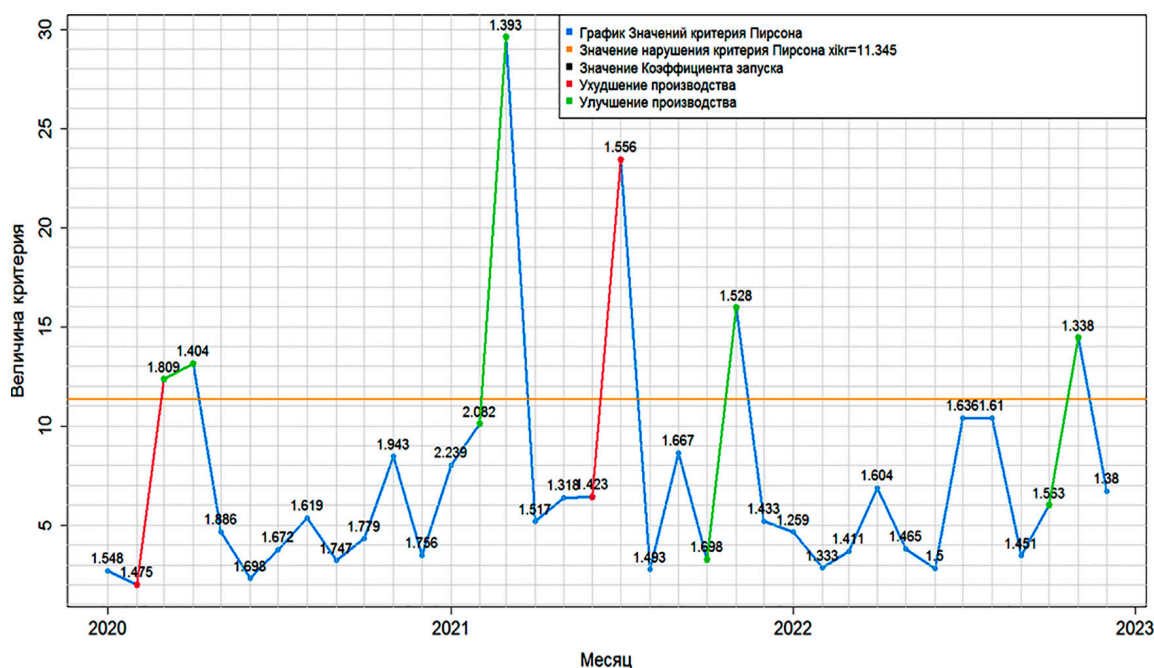


Рис. 4. График метода анализа стабильности по критерию Пирсона за 2020–2022 гг. по данным предприятия

Выводы об изменениях технологического процесса можно делать на основе совокупности двух расчетов. Отсутствие срабатываний критерия Пирсона – производство стабильно. Срабатывание критерия Пирсона говорит о том, что в технологическом процессе произошли изменения, с учетом значения коэффициента запуска, уменьшение которого обозначает улучшение в производстве (рис. 4 – красный цвет отрезков), а увеличение означает ухудшение (рис. 4 – зеленый цвет отрезков). Полученные данные были проверены технологами предприятия, выводы методики совпали с историческими событиями на производстве.

Заключение

Внедрение элементов статистического анализа имеет большое значение для крупных предприятий. Методика позволяет оперативно выявить изменения в процессе производства, быстро среагировать на проблему, что приводит к уменьшению времени на поиск и реализацию решения проблемы. На основании предыдущих исследований модель распределения бракованных изделий определяется распределенной по биномиальному закону. Методика была улучшена добавлением в нее критерия Пирсона, который позволяет сделать выводы о распределении выборки. Критерий Пирсона был проверен на точность и надежность на случайных моделях, также получена зависимость критерия, которая позволяет с нужной чувствительностью к разнице вероятностей подобрать минимальный интервал для исследования выборки. Отсутствие срабатывания критерия говорит о том, что производство стабильно. Расчет коэффициента запуска в совокупности с критерием Пирсона помогает увидеть, в какую сторону направлены изменения технологического процесса. Увеличение коэффициента запуска отражает негативные изменения, уменьшение – положительные.

Методика была опробована на данных крупного предприятия керамической продукции. Результаты методики подтверждены данными технологов предприятия, улучшения отражают время введения новых операций или замену материала на производство, ухудшения отражают отклонения внутри технологического процесса.

Результаты исследования и алгоритм статистического анализа могут быть ис-

пользованы для внедрения в системы автоматизированного управления наукоемкими производствами. В дальнейшем методика может быть усовершенствована добавлением еще одного статистического критерия для анализа или более полным анализом минимального интервала выборки для необходимой чувствительности вероятности.

Список литературы

1. Тарасов И.В. Индустрия 4.0: понятие, концепции, тенденции развития // Стратегии бизнеса. 2018. № 6. С. 57–63.
2. Маслова Е.В., Харитонов Д.В., Анашкина А.А., Грошев А.В. Разработка инструментов анализа производственных данных в программно-аппаратном управленческом комплексе, интегрированном в производство керамических изделий // Наука, инновации и технологии: от идеи к внедрению. Статья в сборнике трудов конференции (Комсомольск-на-Амуре, 07–11 февраля 2022 г.). 2022. С. 124–127.
3. Харитонов Д.В., Грошев А.В., Анашкина А.А., Маслова Е.В. Статистическое управление процессом повышения производительности производства наукоемких керамических изделий // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 8. С. 97–102.
4. Иванов А.И., Малыгина Е.А., Серикова Ю.И., Вятчин С.Е., Куприянов Е.Н. Обоснование и выбор статистических критериев для корректной оценки данных малых выборок биометрических образов // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». 2018. С. 176–179.
5. Гузанов Б.Н., Кривоногова А.С. Статистические методы анализа и управления качеством машиностроительной продукции // Техническое регулирование в едином экономическом пространстве. Статья в сборнике трудов конференции (Екатеринбург, 20 мая 2020 г.). 2020. С. 69–79.
6. Кузнецов В.И. Статистический взгляд на управление качеством // Статистика и математические методы в экономике. 2015. № 1. С. 158–162.
7. Тарасенко И.Д., Дударев В.А. Использование статистических критериев для оценки качества данных (на примере данных по свойствам неорганических веществ) // Тонкие химические технологии. 2017. Т. 12, № 3. С. 101–105.
8. Кузьмин А.Б., Гевак Н.В. Алгоритм оценки качества функционирования авиационных технических объектов в процессе их производства // Научный вестник МГТУ ГА. 2010. № 162. С. 93–100.
9. Чертищев В.Ю. Оценка вероятности обнаружения дефектов акустическими методами в зависимости от их размера в конструкциях из ПКМ для выходных данных контроля в виде бинарных величин // Авиационные материалы и технологии. 2018. № 3 (52). С. 65–79.
10. Коновальцев Э.В., Линник А.П. Обоснование минимального объема выборки при малых количествах наблюдений для оценки характеристик авиационных средств поражения, оснащенных радиолокационными головками самонаведения // Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2022. № 23. С. 43–49.
11. Школина Д.И., Бехер С.А. Восстановление потоков случайных событий результатов неразрушающего контроля методами математического моделирования // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2021. № 4 (59). С. 46–54.

УДК 681.51:658.56
DOI 10.17513/snt.39762

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Яшин В.Н., Сударева М.Е.

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара,
e-mail: vlyashin@yandex.ru*

В статье рассматриваются вопросы, связанные с эффективным решением задач управления качеством промышленной продукции, в частности при управлении качеством производства часов. Эффективное решение таких задач требует широкого применения информационных систем, позволяющих правильно выбрать вектор этого управления и, как результат, принять правильное решение при управлении качеством промышленной продукции. Решение этих задач с использованием информационных и автоматизированных информационных систем является актуальным, поскольку позволяет автоматизировать процесс принятия оптимального решения. Целью работы является проектирование (моделирование) информационной системы управления качеством промышленной продукции, ее анализ и разработка алгоритма ее функционирования. В статье рассматривается процесс управления качеством продукции на основе применения информационной системы, обеспечивающей технологический процесс выпуска продукции заданного уровня качества. При проектировании информационной системы была использована методология структурного анализа и разработки информационных систем. На основе этой методологии был разработан алгоритм функционирования информационной системы, который включает в себя ряд последовательных процедур, описанных авторами в настоящей статье. Предложенная авторами информационная система позволяет реализовать в ней методы управления качеством промышленной продукции, получившие широкое распространение в прикладных исследованиях, показавших практическую целесообразность их применения, и использовать количественные методы в процессе управления качеством.

Ключевые слова: информационная система, управление качеством, промышленная продукция, метод, проектирование, алгоритм

INFORMATION SYSTEM OF QUALITY MANAGEMENT OF INDUSTRIAL PRODUCTS

Yashin V.N., Sudareva M.E.

Samara State Technical University, Samara, e-mail: vlyashin@yandex.ru

The article deals with issues related to the effective solution of problems of quality management of industrial products, in particular, in the quality management of watch production. The effective solution of such problems requires a wide application of information systems that allow choosing the vector of this control correctly and, as a result, making the right decision when managing the quality of industrial products. The solution of these problems by using of information and automated information systems is relevant, since it allows automating the process of making the optimal decision. The purpose of the work is the design (modeling) of an information system for quality management of industrial products, its analysis and development of an algorithm for its functioning. The article discusses the process of product quality management based on use of an information system that ensures the technological process of production of a given level of quality. The methodology of structural analysis and development of information systems was used in the design of the information system. Based on this methodology, an algorithm for the functioning of the information system was developed, which includes a number of sequential procedures described by the authors in this article. The information system proposed by the authors makes it possible to implement the methods of quality management of industrial products that have been widely used in applied research, which have shown the practical feasibility of their application, and to use quantitative methods in the process of quality management.

Keywords: information system, quality management, industrial products, method, design, algorithm

Эффективное решение задач управления качеством промышленной продукции в настоящее время требует широкого применения информационных систем (ИС), позволяющих правильно выбрать вектор этого управления и, как результат, принять правильное решение при управлении качеством промышленной продукции, например при управлении качеством производства часов. Решение этих задач с использованием информационных и автоматизированных информационных систем (АИС) является

актуальным, поскольку позволяет автоматизировать процесс принятия оптимального решения. В научной и технической литературе существуют различные толкования понятия качества продукции. Так, в одних литературных источниках [1, с. 47] под качеством продукции понимается совокупность свойств, определяющих степень способности промышленной продукции удовлетворять общественным потребностям, в других источниках качество промышленной продукции оценивается целым

рядом количественных характеристик промышленной продукции с учетом их эксплуатационных условий [2, с. 7] и т.д. Все эти определения качества продукции имеют свое право на существование, поскольку большинство этих понятий определяют качество промышленной продукции на основе учета ее определенных свойств. Однако в данной работе, на взгляд авторов, целесообразно использовать понятие качества продукции, основываясь на определении, указанном в Государственном стандарте [3], в соответствии с которым «качество представляет собой совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением». В общем случае авторы данной статьи считают, что изменение качества промышленной продукции происходит в результате проведения мероприятий или совокупности мероприятий, воздействующих на факторы или изменяющих условия, в которых эти факторы действуют. Рост качества продукции определяется по улучшению интегрального качества, который определяет общий характер механизма управления качеством промышленной продукции.

Следовательно, процесс управления качеством продукции можно представить в виде установления, обеспечения и поддержания необходимого уровня качества промышленной продукции при ее разработке, производстве, эксплуатации и сопровождении, что реализуется за счет систематического контроля качества и целенаправленного воздействия на условия и факторы, влияющие на качество промышленной продукции. Авторами для управления качеством промышленной продукции предложен процессный метод (подход) к управлению качеством промышленной продукции [4, с. 9], реализованный в виде алгоритма в предлагаемой к рассмотрению ИС. Сущность данного метода состоит в применении системы взаимосвязанных процессов, обеспечивающих непрерывное управление качеством продукции за счет связи между отдельными процессами внутри системы процессов, протекающих в предлагаемой ИС.

Целью работы является проектирование (моделирование) и анализ ИС управления качеством промышленной продукции на основе применения процессного метода, а также разработка алгоритма ее функционирования.

Материалы и методы исследования

Рассмотрим процесс управления качеством продукции на основе применения ИС, обеспечивающей технологический про-

цесс выпуска продукции заданного уровня качества и реализующей процессный метод управления. При этом будем считать, что входом системы управления качеством является совокупность технологических, конструктивных и прочих факторов, а выходом – текущий уровень качества, характеризуемый определенными показателями качества. Для проектирования ИС управления качеством промышленной продукции авторами была частично использована методология SADT (Structured Analysis and Design Technique – методология структурного анализа и проектирования) [5, с. 38], базирующаяся на структурном анализе систем и графическом представлении ИС в виде системы функций, которая имеет три класса структурных моделей: функциональная модель, информационная модель и динамическая модель. Данная методология в настоящее время более известна как нотация IDEF0 (Function Modeling) [5, с. 38].

На рисунке представлена разработанная авторами диаграмма нотации IDEF0 верхнего уровня системы управления качеством промышленной продукции, на которой анализируемый авторами процесс управления качеством промышленной продукции представлен в виде прямоугольника с изображением входных и выходных данных, управляющих воздействий и объектов управления. В диаграмме IDEF0 описываются первоначально все внешние связи исследуемого процесса, далее авторами реализуется декомпозиция этого процесса и происходит описание внутренних процессов, протекающих в ИС, с обозначением всех связей.

Обозначим через $\delta_1, \delta_2, \delta_3 \dots \delta_k$ совокупность технологических, конструктивных и прочих факторов, поступающих на вход системы; $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \dots \sigma_k$ – сигналы управления, приводящие к изменению соответствующих значений $\delta_1, \delta_2, \delta_3 \dots \delta_k$; $w_1, w_2, w_3 \dots w_k$ – операторы (объекты) управления, приводящие к изменению $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \dots \sigma_k$ и характеризующие деятельность служб предприятий по изменению технологического процесса с целью выпуска продукции планируемого качества, $s_1, s_2, s_3, \dots s_k$ – параметры (показатели), оценивающие качество продукции.

Следует также отметить, что в реальных условиях кроме управляющих воздействий σ_k на ИС могут воздействовать еще внешние детерминированные и случайные возмущения. В самом общем виде процесс управления качеством продукции предполагает воздействие на ряд параметров (множеств). Первая группа выходных параметров качества промышленной продукции S определяет свойства готовой, проектируемой либо

находящейся в эксплуатации промышленной продукции и может быть представлена в виде выражения

$$S = \{s_i\}_i^k.$$

Эти параметры представляют собой оценки качества промышленной продукции. К ним можно отнести эксплуатационные, технологические и технико-экономические параметры. Оптимизация этих параметров с помощью целевой функции определяет процесс управления качеством продукции [5, с. 39].

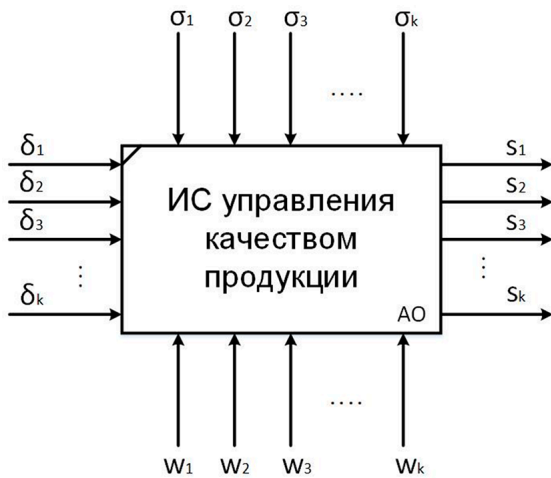


Диаграмма IDEF0 верхнего уровня ИС управления качеством продукции

Вторая группа параметров R представляет собой совокупность факторов, оказывающих существенное влияние на параметры качества продукции:

$$R = \{r_j\}_j^n.$$

Эта группа включает в себя параметры, определяющие качество исходных для производства материалов, уровень подготовки инженерно-технического персонала и рабочих, параметры технологического процесса и т.д. Параметры группы R должны быть коррелированы с параметрами группы S , то есть влиять на них, и быть управляемыми.

В каждом конкретном случае значения параметров этих групп выбирают на основе знаний специалистов по проектированию, производству и эксплуатации. Эти отношения между группами должны отражать реальные связи, существующие в процессе производства, подлежать формализации и обладать свойствами адекватности. Данные отношения могут, в частности, носить функциональный характер и могут

быть представлены следующей системой уравнений:

$$\begin{aligned} s_1 &= \varphi_1(r_1, r_2, r_3 \dots r_n) \\ s_2 &= \varphi_2(r_1, r_2, r_3 \dots r_n) \\ s_3 &= \varphi_3(r_1, r_2, r_3 \dots r_n) \\ &\dots \\ s_k &= \varphi_k(r_1, r_2, r_3 \dots r_n) \end{aligned} \quad (1)$$

Решения системы уравнений (1) могут быть получены существующими в настоящее время математическими методами регрессионного или корреляционного анализа. Однако в предлагаемой авторами ИС построение отношений между этими группами параметров реализовано методом имитационного моделирования с помощью блока обработки информации: вычислительной системы, входящей в состав ИС.

Отличительной чертой управления качеством промышленной продукции является то, что все процессы, связанные с проектированием, производством и обращением готовой продукции, уже организованы и функционируют. Поэтому основное направление совершенствования качества промышленной продукции заключается в модификации управляемых процессов таким образом, чтобы параметры готовой продукции соответствовали определенному уровню требований, налагаемых на качество продукции. Отсюда авторами делается вывод, что при управлении качеством продукции прежде всего необходимо выделить такую группу параметров s , для которых не выполняется условие (2).

Следует также отметить, что адекватное формализованное представление процесса управления качеством продукции требует привлечения большого количества параметров и отношений, связывающих эти параметры, поэтому при практической реализации задач управления качеством продукции необходимо выделить минимальное количество существенных параметров и отношений, удовлетворяющих ограничениям, представленным ниже:

$$s_i \in \Delta s_i^* \text{ для всех } i \in [1, k] \quad (2)$$

где Δs_i^* – интервал, внутри которого s_i -й параметр продукции соответствует требованиям к его качеству.

Результаты исследования и их обсуждение

Алгоритм функционирования ИС управления качеством промышленной продукции представлен авторами в виде последовательности действий, совершаемых над двумя основными группами параме-

тров. К первой группе относятся действия, устанавливающие зависимости между параметрами промышленной продукции и факторами, влияющими на ее качество $r_j \in r$, что, как уже отмечалось выше, достигается методами математической статистики.

Вторая группа включает в себя действия, наиболее существенные для целей управления качеством промышленной продукции. Для реализации действий второй группы алгоритма функционирования ИС определим требования, предъявляемые к совокупности параметров управления, входящих в систему уравнений (1). Предположим, что совокупность параметров управления качеством промышленной продукции представляет собой некоторую физическую систему x . Неопределенность этой системы количественно выражается энтропией $H(x)$ и представляет собой известную формулу К. Шеннона [6, с. 20]:

$$H(x) = -\sum_{i=1}^l P_i \log_2 P_i, \quad (3)$$

где P_i – вероятность некоторого состояния системы;
 l – количество возможных состояний.

Если система x взаимодействует с некоторой другой системой y , то энтропия сложной системы (x,y) будет определяться соотношением

$$H(x, y) = H(x) + H\left(\frac{y}{x}\right), \quad (4)$$

где $H\left(\frac{y}{x}\right)$ – условная энтропия системы y относительно системы x .

Оценим максимальное I_{max} и минимальное I_{min} количество информации, которое определяет граничные значения количества информации, достаточной для управления системой, и которое можно считать информационным критерием для выделения наиболее существенных соотношений в системе x .

$$I_{max} > I^* \geq I_{min}, \quad (5)$$

где I^* – количество информации, достаточное для управления системой.

$$I_{max}(x, y) = \sum_{i=1}^l I(x_i) = -\sum_{i=1}^l \log_2 P(x), \quad (6)$$

$$I_{min}(x, y) = \log_2 l - \sum_{i=1}^l P_i \sum_{j=1}^m P\left(\frac{y_j}{x_i}\right) \log_2 P\left(\frac{y_j}{x_i}\right). \quad (7)$$

Подставляя формулы (6) и (7) в выражение (5), получим неравенство, которое можно считать информационным критерием для выделения наиболее существенных взаимосвязей в системе:

$$-\sum_{i=1}^l \log_2 p(x_i) > I^* \geq \log_2 l - \sum_{i=1}^l P_i \sum_{j=1}^m P\left(\frac{y_j}{x_i}\right) \log_2 P\left(\frac{y_j}{x_i}\right). \quad (8)$$

Полученное выражение информационного критерия представляет собой общий случай нахождения этого критерия.

Рассмотрим частный случай его использования применительно к системе уравнений (1), когда $\varphi(r_1, r_2, r_3 \dots r_n)$ – дифференцируемая функция от переменных $r_1, r_2, r_3 \dots r_n$.

Поскольку влияние погрешностей входных параметров $r_j \in r$ на выходные характеристики $s_i \in s$ неравнозначно, введем понятие чувствительности выходной характеристики:

$$\Delta s_i = \delta \varphi(r_1, r_2, r_3, \dots, r_n) \varphi_i^{-1}(r_1, r_2, r_3, \dots, r_n) \Delta r_j, \\ \delta R_j = \delta \varphi_i(r_1, r_2, r_3, \dots, r_n). \quad (9)$$

Если погрешности параметров продукции, возникающие в процессе их формирования, равновероятны, то в этом случае вероятность появления частных погрешностей выходных характеристик, выраженная через чувствительность, определится по формуле

$$P\left(\frac{\Delta s_i}{\Delta r_j}\right) = \frac{\Delta s_i}{\sum_{i=1}^k \Delta s_i}. \quad (10)$$

Таким образом, зная коэффициенты чувствительности, можно получить значение количества информации и проверить выполнимость критерия (5).

Окончательно имеем

$$-\sum_{i=1}^k \log_2 \frac{\Delta S_i}{\sum_{i=1}^k \Delta S_i} > -\sum_{i=1}^k \log_2 \frac{\Delta S_i^*}{\sum_{i=1}^k \Delta S_i} \geq \log_2 k - \sum_{i=1}^k P_i \sum_{i=1}^k \frac{\Delta S_i}{\sum_{i=1}^k \Delta S_i} \log_2 \frac{\Delta S_i}{\sum_{i=1}^k \Delta S_i}, \quad (11)$$

$$\text{где } P_i = \frac{1}{k} P \left(\frac{\Delta S_i}{\Delta r_j} \right).$$

Заключение

В настоящей работе рассмотрены вопросы, связанные с проектированием ИС, реализующей процессный метод управления качеством промышленной продукции. Авторами в представленной работе для управления качеством промышленной продукции был выбран процессный метод управления, состоящий в применении системы взаимосвязанных процессов, обеспечивающих непрерывное управление качеством продукции за счет установления связи между отдельными процессами, протекающими в ИС. Процессный метод обеспечивает необходимый уровень управления качеством промышленной продукции при ее разработке, производстве, эксплуатации и сопровождении за счет непрерывного контроля управления качеством и воздействия на условия и факторы, влияющие на нее.

При проектировании предлагаемой ИС управления качеством промышленной продукции была применена методология SADT, которая в настоящее время более известна как нотация IDEF0, использующая формализованный процесс проектирования ИС. На основе процессного метода, а также рассмотренной ранее методологии был разработан алгоритм функционирования ИС, который в общем виде процесс управления качеством промышленной продукции представляет воздействием на ряд параметров, которые объединяются в две группы. Первая группа выходных параметров управления качеством промышленной продукции определяет свойства готовой, проектируемой либо находящейся в эксплуатации промышленной продукции. На основе этой группы выходных параметров, влияющих на качество промышленной продукции, устанавливаются закономерности между параметрами продукции и факторами, влияющими на эти параметры.

Вторая группа параметров зависит от совокупности факторов, оказывающих существенное влияние на управление ка-

чеством промышленной продукции. В эту группу параметров входят параметры, определяющие качество исходных материалов для производства, уровень подготовки инженерно-технического персонала и рабочих, особенности технологического процесса и т.д. Для реализации действий второй группы алгоритма функционирования ИС были определены требования, предъявляемые к совокупности параметров управления на основе применения положений теории информации. Предложенный алгоритм позволяет применить количественные критерии оценки качества управления промышленной продукции.

Область применения ИС, функционирующей на основе предложенного авторами алгоритма управления качеством промышленной продукции, является достаточно широкой, поскольку в основе построения ИС лежит методология структурного анализа и проектирования. Конкретным примером области применения разработанной ИС для управления качеством продукции в часовой промышленности является ИС, рассмотренная в статье «Квалиметрическая оценка качества наручных часов» [7].

Список литературы

1. Тарасова Т.В. Качество продукции // Молодой ученый. 2021. № 35 (377). С. 47–48.
2. Хисамова Э.Д., Зайнутдинова Э.Э. Обеспечение качества продукции. Казань: Издательство Казанского университета, 2018. 170 с.
3. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2009. 21 с.
4. Варзунов А.В., Торосян Е.К., Сажнева Л.П. Анализ и управление бизнес-процессами. СПб.: Университет ИТМО, 2016. 112 с.
5. Коцоба И.Ю., Чунаев А.В., Шиков А.Н. Основы проектирования информационных систем. СПб.: Университет ИТМО, 2015. 206 с.
6. Яшин В.Н., Колоденкова А.Е. Информатика. М.: ИНФРА-М, 2021. 522 с.
7. Яшин В.Н. Квалиметрическая оценка качества наручных часов // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 9. С. 85–90.

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 69.058

DOI 10.17513/snt.39763

**АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ВИДОВ КОНТРОЛЯ
СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ И ПРОБЛЕМЫ ИХ РАЗВИТИЯ****Акулов А.О., Рада А.О., Кононова С.А.***ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», Кемерово,**e-mail: rada.ao@kemsu.ru*

Активно развивается внедрение цифровых технологий в сферу строительства для решения задач строительного контроля и в целом управления жизненным циклом объекта. Цель исследования – сравнить традиционные и цифровые технологии контроля строительства, определить наиболее перспективные ниши использования цифровых технологий для организации строительства и управления жизненным циклом. В ходе исследования проанализирован корпус зарубежных и отечественных публикаций. Установлено, что традиционный инструментальный строительный контроль связан с высокими затратами, субъективными ошибками, отличается сравнительно низкой скоростью. Поэтому перспективно внедрение цифровых технологий, в частности создание BIM-моделей как цифровых двойников строительных объектов. Показано, что опубликовано большое число исследований (преимущественно авторов из США и Китая), где рассматриваются научные основы и практика создания цифровых двойников. Обсуждаются достоинства, недостатки, сфера применения таких моделей. Цифровой двойник решает задачу не просто строительного контроля, но и информационной поддержки принятия решений на всем жизненном цикле объекта строительства. В то же время создание BIM-модели связано со значительными начальными затратами. Для построения цифровых моделей часто используется лазерное сканирование (наземное, мобильное, воздушное). Каждый из этих методов имеет определенные преимущества и может использоваться в определенной сфере. В частности, для контроля и управления дорожным хозяйством перспективно мобильное лазерное сканирование. Результаты исследования могут представлять интерес для исследователей и практиков, связанных с применением цифровых технологий в строительстве.

Ключевые слова: строительный контроль, цифровой двойник, BIM-модель, лазерное сканирование, дорожное хозяйство, трехмерная модель, облако точек, строительный объект

Работа выполнена при финансовой поддержке Российской Федерации в лице Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2022-1195 от 30.09.2022, заключенное между Минобрнауки России и Федеральным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Кемеровский государственный университет».

**ANALYSIS OF MODERN TYPES OF CONTROL
OF CONSTRUCTION WORKS AND PROBLEMS OF THEIR DEVELOPMENT****Akulov A.O., Rada A.O., Kononova S.A.***Kemerovo State University, Kemerovo, e-mail: rada.ao@kemsu.ru*

The introduction of digital technologies in the construction industry is actively developing to solve the problems of construction control and, in general, manage the life cycle of an object. The purpose of the study is to compare traditional and digital construction control technologies, to identify the most promising niches for the use of digital technologies for construction organization and life cycle management. In the course of the study, a corpus of foreign and domestic publications was analyzed. It has been established that traditional instrumental construction control is associated with high costs, subjective errors, and is characterized by a relatively low speed. Therefore, the introduction of digital technologies is promising, in particular, the creation of BIM models as digital twins of construction projects. It is shown that a large number of studies have been published (mainly authors from the USA and China), which discuss the scientific foundations and practice of creating digital twins. The advantages, disadvantages, scope of such models are discussed. The digital twin solves the problem of not just construction control, but also information support for decision-making throughout the entire life cycle of a construction project. At the same time, the creation of a BIM model is associated with significant initial costs. To build digital models, laser scanning is often used (ground, mobile, and airborne). Each of these methods has certain advantages and can be used in a certain area. In particular, mobile laser scanning is promising for the control and management of the road sector. The results of the study may be of interest to researchers and practitioners associated with the use of digital technologies in construction.

Keywords: construction control, digital twin, BIM model, laser scanning, road facilities, 3D model, point cloud, building object

The work was carried out with the financial support of the Russian Federation represented by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, agreement No. 075-15-2022-1195 dated September 30, 2022, concluded between the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation and the federal budgetary educational institution of higher education «Kemerovo State University».

Быстрый рост объемов строительных работ в российской экономике (на 40% только в 2017–2021 гг. [1, с. 78]), а также усложнение возводимых объектов [2, 3] обуславливают новые вызовы по научно-методическому обеспечению технологии и организации строительства, в том числе контролю работ, управлению жизненным циклом, включая эксплуатацию зданий и сооружений. Осуществление надежного и эффективного контроля подрядчика со стороны заказчика – важнейшая научно-техническая задача развития отрасли, поскольку строительный контроль выполняет такие функции, как проверка соблюдения сроков, полноты, качества, последовательности выполнения операций, обеспечение соответствия объектов требованиям законодательства и др. [4, 5].

Основными проблемами строительного контроля являются необходимость выделения значительных ресурсов (человеческих, временных, финансовых), зависимость от квалификации, мотивации, добросовестности исполнителей [6]. Вообще говоря, далеко не все заказчики имеют компетентных специалистов и адекватную материально-техническую базу для такого контроля. Кроме того, строительный контроль призван обеспечивать нормальную коммуникацию участников процесса, формируемая информационная база должна быть прозрачной и доступной, что далеко не всегда имеет место на практике [7]. Иными словами, человеческий фактор и громоздкость контроля создают риски расхождения строящихся объектов с проектными параметрами. Так, по словам главы ФБУ «Росстройконтроль» В. Щербинина, «одной из основных проблем при реализации строительных проектов является несоответствие документации реальной ситуации» [8]. Таким образом, нередки ситуации, когда запланировано одно, а в нарушение прав и законных интересов заказчика, потребителя, общества строится нечто другое.

Опыт использования цифровых технологий для решения самых различных научных и производственных задач свидетельствует, что использование беспилотной съемки, цифровых двойников, больших данных, дистанционного сканирования и зондирования объектов, искусственного интеллекта, нейронных сетей резко повышает результативность, эффективность, качество контроля, мониторинга, анализа объектов управления, делает их объективными, независимыми от человеческого фактора [9, 10]. В настоящее время активно развивается использование цифровых технологий в целях повышения скорости, качества, надежности строительного контроля, а также исклю-

чения злоупотреблений (отметим, что в современных реалиях получение службами контроля качества денег так же зависит от сроков сдачи объекта, как и у самих строителей). Однако их внедрение в сложную консервативную строительную отрасль связано с новыми трудностями, ограничениями. Поэтому цифровизация строительного контроля, несомненно, имеет значительные перспективы, однако не менее серьезной ошибкой были бы ее идеализация и спонтанное форсированное внедрение без учета отраслевых особенностей. Поэтому необходим объективный анализ преимуществ, достижений, ограничений, проблем использования цифровых технологий в строительном контроле по сравнению с традиционными.

Цель исследования – сравнить традиционные и цифровые технологии контроля строительства, определить наиболее перспективные ниши использования цифровых технологий для организации строительства и управления жизненным циклом.

Материалы и методы исследования

Исследование основано на библиографическом поиске и последующем критическом анализе научных публикаций, посвященных проблемам строительного контроля, в том числе с использованием цифровых технологий. Используются базы данных «Scopus» и «Российский индекс научного цитирования». Глубина поиска, учитывая динамику развития цифровых технологий, была ограничена в основном пятью годами, т.е. 2019–2023 гг., хотя по отдельным вопросам традиционного контроля целесообразно цитирование некоторых более ранних работ.

Результаты исследования и их обсуждение

Традиционный строительный контроль, как указывается в специальной литературе, основан на физическом выезде специалистов на строительную площадку, где они по преимуществу проводят различные инструментальные измерения (замеры), отборы проб для последующего анализа, а также те или иные испытания [11, 12]. Как правило, строительный контроль начинается с визуального осмотра, в ходе которого можно получить общее представление о ходе работ, обнаружить явные нарушения [13]. Затем чаще всего проводится оценка точности геометрических параметров объекта (прогибы, перемещения, соблюдение габаритов, положение элементов относительно осей и рисков и др.) с использованием нивелиров, прогибомеров, тахеометров [14]. Также необходимым элементом контроля является проверка качества материалов

и конструкций, в частности прочности бетона, его температуры, времени затвердевания. Для этого применяется ультразвуковое сканирование, сдавливание, оценка пластических деформаций и др. [15, 16]. Также контролируется ширина раскрытия трещин, чрезмерная величина которой оказывает негативное влияние на долговечность арматуры и конструкции в целом [17]. Наряду с этим может быть целесообразной проверка теплоизолирующих свойств стен, дверей, окон путем тепловизионной съемки, оценка уровня звукоизоляции строения [18].

Теоретико-методические основы традиционного строительного контроля достаточно хорошо разработаны и, более того, закреплены в различных стандартах и методических рекомендациях. Однако традиционная парадигма строительного контроля, как частично отмечалось ранее, предполагает непосредственное присутствие специалистов на месте и сверку результатов работ с проектом в ручном режиме, составление технических отчетов по результатам. При этом возникает проблема высоких трудозатрат (тем более острая, что нормы финансирования работ по контролю в зависимости от сметной стоимости в России намного ниже мирового уровня), накопления больших объемов информации в аналоговых форматах, которые затруднительно хранить и обрабатывать. В результате страдает полнота и точность данных, не обеспечивается прозрачность полученной информации, возникает объективный конфликт отношений заказчика, контролера и подрядчика. Эти проблемы активно обсуждаются в работах российских специалистов по строительному контролю [19–21]. Даже переход таких традиционных инструментальных средств, как склерометры или нивелиры, на электронный формат получения и обработки данных не решает соотвествующих проблем.

Это обуславливает внедрение в процессы строительного контроля цифровых технологий, которые позволяют снизить влияние названных ограничений. В настоящее время существует ряд работ по цифровизации строительного контроля. Чаще всего рассматривается технология информационного моделирования зданий (от англ. Building Information Modeling, BIM) [22, 23]. По данным [24], мировой рынок информационного моделирования зданий в 2022 г. составил 6,4 млрд долл. США, а в 2032 г. он возрастет до 20,0 млрд долл. США. Согласно данным обзора [25], технология BIM не просто позволяет обеспечить устойчивое развитие отрасли на основе инноваций, но и организовать ее работу в рамках современных трендов цифровизации, интеграции

в системы больших данных, единых информационных баз. BIM значительно шире, чем просто строительный контроль, поскольку охватывает все этапы жизненного цикла объекта. Ее данные пополняют и используют все стейкхолдеры процесса [26]. Добавим, что в ряде стран создание BIM-моделей де-факто или де-юре уже обязательно, в России с 2021 г. введена норма о наличии информационных моделей объектов, возводимых за счет бюджетной системы [27]. Вместе с тем известны и иные технологии, способствующие созданию цифрового двойника строительного объекта, повышению эффективности контроля, снижению затрат, например дополненная реальность [28].

К основным цифровым технологиям строительства принято относить в настоящее время, наряду с BIM, дополненную и виртуальную реальность (AR/VR), лазерное сканирование, робототехнику, 3D-печать, сборные конструкции и платформы, аналитическое программное обеспечение, блокчейн, Интернет вещей, решения для машинного обучения [29, 30]. Разные сферы применения цифровых технологий в строительстве изучены в различной степени. Так, согласно [31], чаще всего изучаются вопросы поиска дефектов качества бетона, арматуры, а также отклонения геометрических параметров. Для обнаружения трещин относительно широко применяются компьютерное зрение, лазерное сканирование, съемку в инфракрасном спектре. При оценке правильности геометрических параметров и регистрации данных в BIM задействуют уже упомянутые модели дополненной реальности. В еще одном обзоре отмечается роль цифровых технологий в автоматизации строительства как отрасли, а также большое внимание исследователей к фотограмметрии и лазерному сканированию как средствам получения данных [32].

«Твердым ядром» представлений о цифровой модели строительного объекта следует считать положения о создании его «цифрового двойника» (основой такого двойника как раз и является BIM). Хотя строительство отстает от многих других отраслей в этой сфере, постепенно исследования такого рода появляются, в них достаточно часто упоминается съемка с беспилотных воздушных судов (БВС) как источник информации для двойника [33]. В целом к наиболее распространенным способам формирования информационного массива по объекту строительства относят лазерное сканирование, данные геоинформационных систем, компьютерное зрение, умные сенсоры, Интернет вещей, идентификацию по RFID-меткам и др. [34].

В [35] обсуждается построение BIM-модели здания на основе информации относительно размеров, формы объекта, проектной конфигурации, взаимосвязи элементов в соответствующей программной среде. Это позволяет всем участникам процесса работать с моделью, что дает возможность вести мониторинг, немедленно предпринимать корректирующие действия при наличии отклонений. В работе [36] представлена конкретная пятиуровневая архитектура такой BIM-модели, включающая базовый слой (информационно-аппаратный), собственно модель (базовый проект, сведения о ходе строительства, отклонениях), уровень, где данные обрабатываются, а также средства предоставления доступа пользователям. Применение данной модели позволило повысить эффективность строительства крупных тоннелей в Китайской Народной Республике. Наряду с эффективностью исследователи отмечают такое преимущество BIM (как и дополненной реальности), как повышение безопасности на строительной площадке [37]. В [38] также обсуждается роль цифровых технологий и информационных моделей для интеграции строительства в модель устойчивого развития, максимально продуктивного использования ограниченных ресурсов. Следующим этапом развития цифровизации строительства может стать внедрение искусственного интеллекта в процесс принятия рациональных решений [39]. В таблице обобщены преимущества и ограничения применения BIM-модели в современном строительстве.

Один из центральных вопросов построения цифровых моделей объектов строительства (трехмерных) – рациональные средства и методы сбора, обработки, ис-

пользования информации, обладающие необходимым уровнем точности, скорости, приемлемой стоимостью [40]. Перспективной технологией видится лазерное сканирование, поскольку оно имеет низкую себестоимость, высокую скорость, дает возможность создавать точные цифровые копии, в том числе на сложных поверхностях и малодоступных участках. Технология лазерного сканирования, как известно, базируется на учете направления отраженного от изучаемой поверхности лазерного луча и времени такого отражения, в результате чего формируется 3D-модель в виде облака точек [41]. В современной практике находят применение несколько методов лазерного сканирования:

1. Наземное лазерное сканирование ведется с использованием наземных трехмерных сканеров, создающих плотные облака точек с достаточно высокой точностью и скоростью съемки (миллионы точек в минуту). Они содержат данные о цвете, интенсивности излучения [42]. К достоинствам данной технологии относятся большая точность и детализация данных съемки, высокая скорость, возможность проведения съемок внутри помещений. С ее помощью удобно вести съемку труднодоступных поверхностей на расстоянии. Ограничениями наземного лазерного сканирования являются зависимость от погодных условий, невозможность сканирования поверхностей с высокой гладкостью (например, стекол). Кроме того, по такой технологии возможна съемка только тех объектов, которые находятся в прямой видимости, а результаты съемки должны подвергаться дополнительной привязке к геодезическим координатам [43].

Преимущества и ограничения BIM-моделей для управления строительством

Преимущества	Ограничения
<p>Возможность сквозного контроля и управления на всех этапах жизненного цикла.</p> <p>Включение в единую модель всей значимой для принятия решений информации (техническое состояние, геометрические характеристики элементов и др.).</p> <p>Ускорение процессов проектирования и контроля.</p> <p>Сокращение субъективных ошибок, обусловленных человеческим фактором.</p> <p>Интеграция модулей и блоков, созданных в разных программных продуктах для строительного проектирования.</p> <p>Модель является трехмерной, а также динамичной во времени, что по сравнению с плоскостными чертежами, выполненными на определенный момент времени (четвертое измерение – 4D), повышает качество информационного обеспечения.</p> <p>Использование открытых стандартов обмена информацией</p>	<p>BIM-модель хорошо подходит для визуализации объекта, построения архитектурных форм, но менее удобна для конкретных конструктивных и инженерных расчетов.</p> <p>При переходе на BIM-модель могут быть утрачены устоявшиеся рабочие практики, методы и инструменты.</p> <p>Попадание в зависимость от поставщика программного обеспечения для построения BIM-модели.</p> <p>Высокие первоначальные затраты времени на создание BIM-модели</p>

2. Мобильное лазерное сканирование отличается тем, что сканер располагается на каком-либо носителе (автомобиль, моторная лодка), съемка ведется в процессе движения. Существующие технические средства позволяют проводить сканирование при скорости до 90–100 км/ч. Данный метод используется преимущественно при исследовании и контроле линейных (и реже – площадных) объектов, таких как дороги, мосты, трубопроводы, линии тепловых сетей, электропередач. Он имеет несколько больший интервал между точками – от 1 до 10 см [44], что ограничивает его применение на отдельных строительных объектах. Но эта же особенность является преимуществом при съемках в масштабах городов, районов, а также на больших расстояниях. Поскольку большинство искусственных поверхностей имеют геометрически правильную форму, мобильное лазерное сканирование хорошо выявляет деформации, свидетельствующие о нарушениях. Так, в [45] описывается успешное применение мобильного лазерного сканирования для мониторинга деформации анкерных подпорных конструкций на дорогах общего пользования, где по плотному облаку точек рассчитываются участки с нарушениями, требующими внимания.

3. Воздушное лазерное сканирование, как видно из названия, предполагает съемку с летательного аппарата, в современных условиях чаще всего с БВС. Обычно одновременно проводится аэрофотосъемка, что позволяет построить цифровой ортофотоплан местности (пример применения такой технологии для принятия решений в сфере объектов недвижимости приведен в [9]). Воздушное лазерное сканирование также предназначено для работы с большими площадями и протяженными линейными объектами, хотя в [46] демонстрируется возможность использования БВС для дистанционного бесконтактного строительного контроля. Сравнение результатов воздушного и мобильного сканирования в [47] показало хорошую сходимость данных. Как известно, съемка с БВС широко используется для получения цифровых двойников зданий, сооружений, районов, городов, поэтому нередко лазерное сканирование совмещается с установлением геодезических координат. Это позволяет реализовать масштабные проекты построения «цифровых двойников» городов [48]. Преимуществом воздушной съемки в определенных условиях может стать исключение рисков для оператора при проведении работ в опасных зонах [49]. Однако в ситуации административных запретов

и ограничений на полеты БВС, введенных в значительном количестве регионов России, мобильное лазерное сканирование может стать методом выбора.

По нашему мнению, каждый из рассмотренных методов имеет свою нишу, где является наиболее продуктивным. В частности, для выполнения строительного контроля непосредственно на каком-либо здании, сооружении перспективно наземное сканирование, для проведения инженерно-исследовательских работ – воздушное. Для таких объектов, как дороги, наилучшим образом подходит мобильное сканирование с его высокой производительностью и возможностью мониторинга не только на этапе контроля, но и в период действия гарантийных обязательств, т.е. на протяжении разных этапов жизненного цикла.

Заключение

Проведенный обзор показывает, что вследствие объективных недостатков традиционного ручного инструментального строительного контроля в отрасль постепенно интегрируются цифровые технологии, в частности создание цифровых двойников. Они решают масштабные управленческие задачи на всех стадиях жизненного цикла, наиболее признанной и распространенной технологией является BIM-модель. Уже существуют кейсы успешного ее применения, хотя данная модель имеет не только преимущества, но и определенные ограничения. Для построения BIM-модели большую роль играют методы сбора информации, в частности лазерное сканирование. В работе показано, что каждый из видов сканирования (наземное, мобильное, воздушное) имеет определенные конкурентные преимущества. Так, для контроля дорожного строительства в период гарантийных сроков, принятия решений о ремонте в будущем хорошо подходит наземное мобильное сканирование, хорошо выявляющее деформации гладких поверхностей. Данная технология перспективна для использования в рамках реализации нацпроекта «Безопасные и качественные дороги».

Список литературы

1. Копылов И.А. Строительство в России 2021: отраслевой оптимизм. Часть 2 // Технологии бетонов. 2021. № 3. С. 78–80.
2. Лемешко М.В. Тенденции развития промышленного строительства в России на современном этапе // Экономика строительства. 2023. № 3. С. 21–27.
3. Jadhav O., Minde P., Yadhav A., Gaidhankar D. A review of emerging trends & advances in construction technology in the Indian scenario // Materials Today: Proceedings. 2023. Vol. 77, Is. 3. P. 897–904.

4. Олейник П.П., Улитина А.Д. Строительный контроль как стратегия повышения качества зданий и сооружений // Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 4. С. 22–27.
5. Dennehy G., Kennedy B., Spillane J. Building control (amendment) regulations 2014: integration and compliance in large Irish construction organizations // International Journal of Building Pathology and Adaptation. 2023. Vol. 41, Is. 1. P. 225–237.
6. Кузьмина Т.К., Бабушкина Д.Д., Волков Р.В., Коблюк Д.А. Усовершенствование системы строительного контроля при производстве строительно-монтажных работ // Строительное производство. 2022. № 4. С. 24–29.
7. Макаров А.Н. Априорные риски строительных процессов в системе контроля качества // Строительное производство. 2022. № 4. С. 29–33.
8. Стройконтроль назвал одной из основных проблем несоответствие документов реальной ситуации // Интерфакс-Недвижимость. 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://realty.interfax.ru/news/articles/130930> (дата обращения: 10.06.2023).
9. Rada A.O., Kuznetsov A.D. Digital inventory of agricultural land plots in the Kemerovo Region // Foods and Agricultural Materials. 2022. Vol. 10, Is. 2. P. 206–215.
10. Спивак И.Е., Столярова Т.А., Завьялова С.Е., Лысенко А.А. Информационные и цифровые технологии в промышленности и строительстве // Строительство и недвижимость. 2022. № 2. С. 149–154.
11. Zhang X. Research on methods to increase the effectiveness of construction site management // World Constructions. 2017. Vol. 6, Is. 3. DOI: 10.18686/wc.v6i3.106.
12. Araszkiwicz K., Bochenek M. Control of construction projects using the Earned Value Method – case study // Open Engineering. 2019. Vol. 9, Is. 1. P. 186–195.
13. Цопа Н.В., Карпушкин А.С., Горин А.К. Исследования теоретических и методических особенностей процедуры проведения строительного контроля // Экономика строительства и природопользования. 2019. № 4. С. 91–101.
14. Попов Е.В., Раскаткина О.В. Использование фотоизображений с целью определения геометрических параметров крупногабаритных объектов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Т. 19, № 3. С. 45–54.
15. Коревицкая М.Г., Бруссер М.И., Кузеванов Д.В., Анцибор А.В. Актуализация правил контроля и оценки прочности бетона по ГОСТ 18105 // Строительные материалы. 2018. № 8. С. 66–68.
16. Подмазова С.А., Глушкова М.В. О необходимости входного контроля бетона на стройплощадке // Вестник НИИ «Строительство». 2019. Т. 22, № 3. С. 85–89.
17. Герасимов Е.П. О нормировании надежности по раскрытию нормальных трещин изгибаемых железобетонных элементов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2023. Т. 25, № 1. С. 142–151.
18. Крышов С.И. Проблемы звукоизоляции строящихся зданий // Жилищное строительство. 2017. № 6. С. 8–10.
19. Топчий Д.В. Организационно-технические решения по обеспечению качества строительно-монтажных работ на различных этапах жизненного цикла объекта строительства // Вестник Московского государственного строительного университета. 2023. Т. 18. Вып. 2. С. 283–292.
20. Логанина В.И. Оценка достоверности контроля качества строительных материалов // Вестник Пензенского государственного университета архитектуры и строительства. 2019. № 2. С. 22–31.
21. Штанько М.А., Весова Л.М. Проблемы операционного контроля качества строительно-монтажных работ // Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса: материалы международной научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградский государственный технический университет. 2022. С. 142–145.
22. Chen Y., Wang X., Liu Z., Cui J., Osmani M., Demian P. Exploring Building Information Modeling (BIM) and Internet of things (IoT) integration for sustainable building // Buildings. 2023. Vol. 13, Is. 2. No. 288. DOI: 10.3390/buildings13020288.
23. Fargnoli M., Lombardi M. Building Information Modelling (BIM) to enhance occupational safety in construction activities: research trends emerging from one decade of studies // Buildings. 2020. Vol. 10, Is. 6. Article no. 98. DOI: 10.3390/buildings10060098.
24. Building Information Modelling Market Outlook (2022–2032) // Fact.MR. [Electronic resource]. URL: <https://www.factmr.com/report/4658/building-information-modeling-market> (date of access: 10.06.2023).
25. Ferdosi H., Abbasianjahromi H., Banihashemi S., Ravanshadnia M. BIM applications in sustainable construction: scientometric and state-of-the-art review // International Journal of Construction Management. 2023. Vol. 23, Is. 12. P. 1969–1981.
26. Xu X., Mumford T., Zou P. Life-cycle building information modelling (BIM) engaged framework for improving building energy performance // Energy and Buildings. 2021. Vol. 231. Article no. 110496. DOI: 10.1016/j.enbuild.2020.110496.
27. Постановление Правительства РФ от 05.03.2021 № 331 «Об установлении случая, при котором застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства» (в ред. от 20.12.2022 г. № 2357). [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/400424628/> (дата обращения: 15.06.2023).
28. Nassereddine H., Hanna A.S., Veeramani D., Lotfallah W. Augmented reality in the construction industry: use-cases, benefits, obstacles, and future trends // Frontiers in Built Environment. 2022. Vol. 8. No. 730094. DOI: 10.3389/fbuil.2022.730094.
29. Singh V. Digitalization, BIM ecosystem, and the future of built environment // Engineering Construction and Architectural Management. 2019. Vol. 17. P. 1–18.
30. Olanipekun A.O., Sutrisna M. Facilitating digital transformation in construction – A systematic review of the current state of the art // Frontiers in Built Environment. 2021. Vol. 7. No. 660758. DOI: 10.3389/fbuil.2021.660758.
31. Luo H., Lin L., Chen K., Antwi-Afari M.F., Chen L. Digital technology for quality management in construction: A review and future research directions // Developments in the Built Environment. 2022. Vol. 12. No. 100087. DOI: 10.1016/j.dibe.2022.100087.
32. Manzoor B., Othman I., Pomares J.C. Digital technologies in the architecture, engineering and construction (AEC) industry – A bibliometric-qualitative literature review of research activities // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021. Vol. 18, Is. 11. No. 6135. DOI: 10.3390/ijerph18116135.
33. Su S., Zhong R.Y., Jiang Y. Digital twin and its applications in the construction industry: A state-of-art systematic review // Digital Twin. 2022. Vol. 2. No. 15. DOI: 10.12688/digitaltwin.17664.1.
34. Sacks R., Brilakis I., Pikas E., Xie H., Girolami M. Construction with digital twin information systems // Data-Centric Engineering. 2020. Vol. 1. No. E14. DOI: 10.1017/dce.2020.16.
35. Jiang Y. Intelligent building construction management based on BIM digital twin // Computational Intelligence and Neuroscience. 2021. Vol. 2021. Article ID 4979249. DOI: 10.1155/2021/4979249.
36. Liu N., Guo D., Song Z., Zhong S., Hu R. BIM-based digital platform and risk management system for mountain tunnel construction // Scientific Reports. 2023. Vol. 13. No. 7585. DOI: 10.1038/s41598-023-34525-w.

37. Afzal M., Shafiq M.T., Al Jassmi H. Improving construction safety with virtual-design construction technologies – A review // *Journal of Information Technology in Construction*. 2021. Vol. 26. P. 319–340.
38. Knippers J., Kropp C., Menges A., Sawodny O., Weiskopf D. Integrative computational design and construction: Rethinking architecture digitally // *Civil Engineering Design*. 2021. Vol. 3. P. 123–135.
39. Abioye S.O., Oyedele L.O., Akanbi L., Ajayi A., Delgado J.M., Bilal M., Akinade O.O., Ahmed A. Artificial intelligence in the construction industry: A review of present status, opportunities and future challenges // *Journal of Building Engineering*. 2021. Vol. 44. No. 103299. DOI: 10.1016/j.jobe.2021.103299.
40. Baghalzadeh Shishehgharkhaneh M., Keivani A., Moehler R.C., Jelodari N., Roshdi Laleh S. Internet of Things (IoT), Building information modeling (BIM), and digital twin (DT) in construction industry: A review, bibliometric, and network analysis // *Buildings*. 2022. Vol. 12, Is. 10. No. 1503. DOI: 10.3390/buildings12101503.
41. Rashdi R., Martínez-Sánchez J., Arias P., Qiu Z. Scanning technologies to building information modelling: A review // *Infrastructures*. 2022. Vol. 7, Is. 4. No. 49. DOI: 10.3390/infrastructures7040049.
42. Aryan A., Bosché F., Tang P. Planning for terrestrial laser scanning in construction: A review // *Automation in Construction*. 2021. Vol. 125. No. 103551. DOI: 10.1016/j.autcon.2021.103551.
43. Wu C., Yuan Y., Tang Y., Tian B. Application of terrestrial laser scanning (TLS) in the architecture, engineering and construction (AEC) industry // *Sensors*. 2022. Vol. 22, Is. 1. No. 265. DOI: 10.3390/s22010265.
44. Wang C., Wen C., Dai Y., Yu S., Liu M. Urban 3D modeling with mobile laser scanning: a review // *Virtual Reality & Intelligent Hardware*. 2020. Vol 2, Is. 3. P. 175–212.
45. Kalenjuk S., Lienhart W., Rebhan M.J. Processing of mobile laser scanning data for large-scale deformation monitoring of anchored retaining structures along highways // *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*. 2021. Vol. 36, Is. 6. P. 678–694.
46. Бузало Н.А., Кундрюцков Д.Н., Пономарев Р.Р. Применение беспилотных летательных аппаратов при обследовании зданий и сооружений // *Строительство и архитектура*. 2022. Т. 10. № 1. С. 6–10.
47. Siwiec J. Comparison of airborne laser scanning of low and high above ground level for selected infrastructure objects // *Journal of Applied Engineering Sciences*. 2018. Vol. 8, Is. 2. P. 89–96.
48. Tarsha Kurdi F., Awrangjeb M., Munir N. Automatic filtering and 2D modeling of airborne laser scanning building point cloud // *Transactions in GIS*. 2021. Vol. 25, Is. 1. P. 164–188.
49. Кучинская Г., Ставская М. Применение наземного лазерного сканирования в современных условиях // *ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2021. № 1. С. 160–169.

СТАТЬИ

УДК 372.851

DOI 10.17513/snt.39764

**ФОРМИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ
ОБУЧАЮЩИХСЯ 8 КЛАССА НА ОСНОВЕ РЕШЕНИЯ
ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАЧ****Аргунова Н.В., Сотникова Н.В.***ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», Якутск,
e-mail: nargunova@yandex.ru, naryjanasotnikova@gmail.com*

В статье рассматривается формирование математической грамотности обучающихся, как одной из составляющих функциональной грамотности, с помощью решения практико-ориентированных задач. Цель исследования – теоретически обосновать и экспериментально проверить формирование математической грамотности обучающихся 8 класса при использовании практико-ориентированных задач с этнокультурным содержанием. На основе анализа литературы изучены понятия «грамотность», «функциональная грамотность» и «математическая грамотность». В ходе исследования выявлены методы формирования математической грамотности, основанные на использовании задач, связанных с реальными проблемными ситуациями окружающего мира, для разрешения которых необходимо использовать математические знания. В данной работе в качестве средства формирования математической грамотности обучающихся выбраны практико-ориентированные задачи с этнокультурным содержанием. Использование задач с этнокультурным содержанием способствует не только применению жизненного опыта, но и усвоению духовных, нравственно-этических ценностей, которые были накоплены веками и отражают базовые ценности современного образования. В результате исследования разработан и апробирован комплекс задач, все задачи которого соответствуют темам школьного учебника авторского коллектива С.М. Никольского 8 класса. Авторы предоставляют данные диагностики уровня сформированности математической грамотности обучающихся по методикам, предложенным Институтом стратегии развития образования Российской академии образования.

Ключевые слова: школа, математическая грамотность, практико-ориентированные задачи, этнокультурное содержание

**FORMATION OF MATHEMATICAL LITERACY OF 8TH GRADE
STUDENTS BASED ON SOLVING PRACTICE-ORIENTED TASKS****Argunova N.V., Sotnikova N.V.***North-Eastern Federal University, Yakutsk,
e-mail: nargunova@yandex.ru, naryjanasotnikova@gmail.com*

The article considers the formation of mathematical literacy of students, as one of the components of functional literacy, by solving practice-oriented tasks. The purpose of the study is to theoretically substantiate and experimentally verify the formation of mathematical literacy of 8th grade students using practice-oriented tasks with ethno-cultural content. Based on the analysis of the literature, the concepts of “literacy”, “functional literacy” and “mathematical literacy” have been studied. The research revealed methods of mathematical literacy formation based on the use of tasks related to real problem situations of the surrounding world, for the resolution of which it is necessary to use mathematical knowledge. In this paper, practice-oriented tasks with ethno-cultural content are chosen as a means of forming mathematical literacy of students. The use of tasks with ethno-cultural content contributes not only to the application of life experience, but also to the assimilation of spiritual, moral and ethnic values that have been accumulated for centuries and reflect the basic values of modern education. As a result of the research, a set of tasks has been developed and tested, all the tasks of which correspond to the topics of the school textbook of the author’s team of S.M. Nikolsky 8th grade. The authors provide diagnostic data on the level of mathematical literacy of students according to the methods proposed by the Institute of Educational Development Strategy of the Russian Academy of Education.

Keywords: school, mathematical literacy, practice-oriented tasks, ethno-cultural content

Одним из приоритетных направлений федерального стандарта основного общего образования является формирование функциональной грамотности обучающихся. В состав функциональной грамотности входит математическая грамотность. Проблема формирования математической грамотности рассматривается в работах Л.О. Рословой, Е.С. Квитко, И.И. Карамовой [1], И.И. Валеева [2], Н.В. Дударевой и Е.А. Утюмовой

[3] и др. В настоящее время, как показывает практика обучения в школе, обучающиеся основной школы испытывают трудности в изучении математики и применении полученных знаний на практике, тогда как математические знания, умения и навыки необходимы в различных сферах человеческой деятельности, в том числе в научно-технических исследованиях прикладной направленности в цифровом пространстве

и приоритетных направлениях социально-экономического развития. Поэтому проблема формирования математической грамотности обучающихся является особенно актуальной. При ее реализации особую роль играет применение практико-ориентированных задач, которые нацелены на формирование у учащихся практических навыков использования математических знаний и умений, необходимых в повседневной жизни. Включение практико-ориентированных задач при изучении разных тем школьного курса математики не является совершенно новым. Из опыта таких исследователей, как Г.А. Пожарова [4], А.Д. Нахман [5], А.И. Мингулова [6] и др., следует, что такой подход помогает обучающимся осознать реальные практические задачи, решение которых требует математических знаний и навыков.

Цель исследования – теоретически обосновать и экспериментально проверить влияние разработанного комплекса практико-ориентированных задач с этнокультурным содержанием в школьный курс математики на уровень сформированности математической грамотности обучающихся 8 класса.

Материалы и методы исследования

В данном исследовании, прежде всего, проясним значения таких понятий, как «грамотность» и «функциональная грамотность». Понятие «грамотность» исторически менялось в зависимости от базовых показателей социально-культурного развития общества, от умения только писать, читать и считать до владения минимумом общественно необходимых знаний и навыков, которые впоследствии были названы функциональной грамотностью. Н.Н. Сметанникова, исследуя данное понятие, пишет, что «грамотность – это базовая учебная компетенция, позволяющая человеку непрерывно учиться и осваивать новое, получать доступ к богатствам мировой и национальной культуры и тем самым расширить свой внутренний мир. Способность и готовность человека к активному усвоению знаний и их применению в каждодневной жизни» [7]. На данном этапе развития российского образования формирование функциональной грамотности обучающихся основной школы определяется как формирование «способности решать учебные задачи и жизненные проблемные ситуации на основе сформированных предметных, метапредметных и универсальных способов деятельности» [8, с. 29]. В нашем исследовании будем считать понятия «математическая грамотность» и «функциональная математическая грамотность» эквивалентными.

В исследованиях Л.О. Рослова, Е.С. Квитко, И.И. Карамова [1] понятие «математическая грамотность» рассматривается как «способность индивидуума проводить математические рассуждения и формулировать, применять, интерпретировать математику для решения проблем в разнообразных контекстах реального мира». В своей работе Н.В. Дударева, Е.А. Утюмова [3] при создании структурно-логической модели как основы для разработки методики обучения математике, способствующей формированию математической грамотности обучающихся, выделили компоненты математической грамотности (когнитивный, деятельностный, прогностический и рефлексивный). В настоящем исследовании условимся исходить из мнения И.И. Валеева [2, с. 355], что математическая грамотность – это «способность человека выявлять и понимать роль математики в окружающем мире, высказывать математические суждения и использовать математику так, чтобы удовлетворить потребности, свойственные созидательному и мыслящему гражданину».

Анализ научно-методической литературы позволяет выделить различные методы формирования математической грамотности, основанные на применении устных упражнений высокого уровня сложности или многотипных разноуровневых заданий, построенных на одном жизненном сюжете, учебно-исследовательской или проектной деятельности и т.д. При всем разнообразии методов их формирования многие исследователи [4–6; 9] обосновывают роль практико-ориентированных задач формированием умения решать реальные жизненные и практические задачи с помощью математических знаний, выражением связи математики с реальностью и в демонстрации ее применения в повседневной жизни.

В исследовании использованы такие методы, как теоретический анализ научно-методической литературы, эмпирический анализ собственного педагогического опыта, педагогический эксперимент.

Результаты исследования и их обсуждение

Математика является языком современной науки, поэтому роль математического образования в современном мире очень велика. Работа с практико-ориентированными задачами помогает обучающимся лучше усваивать материал и получать первичный опыт использования математических знаний в повседневной жизни, что способствует повышению их уровня математической грамотности. Практико-ориентированные задачи могут включать в себя задачи на по-

купки, расчеты по строительству дома или сада, определение расходов на топливо и т.д. Они позволяют ученикам проявлять свои знания в реальных ситуациях и научиться применять их для решения конкретных задач. Стоит отметить, что примером для формирования математической грамотности также служат задачи с этнокультурным содержанием, которые помогут обучающимся не только применять свой жизненный опыт, но и усваивать духовные, нравственно-этнические ценности, которые были накоплены веками.

В рамках исследования разработан комплекс практико-ориентированных задач с этнокультурным содержанием для обучающихся 8 класса. Задачи классифицированы по всем темам учебника С.М. Никольского. Приведем примеры разработанных заданий по двум темам: «Числовые неравенства», «Решение задач с помощью рациональных уравнений» и «Равномерное движение».

При изучении первой темы на разных этапах урока предлагались обучающимся следующие задачи:

1. Жители Якутии живут в суровых условиях, и, чтобы сохранять свое здоровье, они придерживаются здорового образа жизни, включая активность и правильное питание. Для того чтобы сохранить здоровье, обычным людям необходимо проходить в среднем не менее 10 тыс. шагов в день. Профессиональным охотникам или рыбакам, которые постоянно находятся на улице, рекомендуется делать не менее 20 тыс. шагов в день. Пусть X – количество шагов, которое делает рыбак ежедневно, Y – количество шагов, которое делает обычный житель Якутии. Необходимо написать и решить числовое неравенство, которое будет учитывать наши условия: обычный житель Якутии должен делать не менее 10 тыс. шагов в день, а если житель является профессиональным рыбаком, то он должен делать не менее 20 тыс. шагов в день. Найдите интервалы, в которых могут находиться значения X и Y . Если рыбак сделал 18 тыс. шагов в день, а обычный житель – 12 тыс. шагов, то кто из них ведет более активный образ жизни?

2. В Якутии часто проводятся соревнования на метание якутского ножа. Одна из традиционных дисциплин – это метание ножа на определенное расстояние. Предположим, что опытные метатели якутского ножа могут попасть в цель на расстоянии до 15 м, начинающие – на расстоянии до 10 м. Чтобы считаться профессионалом в метании якутского ножа, необходимо попадать в цель не менее чем на расстоянии 12 м. Напишите числовое неравенство, ко-

торое отражает данную ситуацию. Найдите интервалы, в которых могут находиться значения расстояния, на которое могут бросать якутский нож опытные и начинающие метатели. Если один из участников соревнования метнул нож на расстояние 13 м, то является ли он профессионалом?

3. Жители Якутии очень любят традиционные зимние виды спорта, такие как коньки, лыжи и сноубординг. Однако, чтобы пойти на каток или лыжню, нужно учитывать погодные условия. Для безопасного катания на коньках или лыжах температура на улице должна быть выше -30°C . При этом, если ребята надевают теплую одежду и катаются не более часа, оптимальная температура для катания не должна превышать -5°C . В Якутске на улице сегодня утром было -30°C . Школьники хотят пойти кататься на коньках на каток, но некоторые родители считают, что это слишком холодно. Какие температуры на улице будут безопасны для катания на коньках, если ребята надевают теплую одежду и катаются максимум час? Напишите числовое неравенство для решения этой задачи.

На уроке при изучении темы «Решение задач с помощью рациональных уравнений» обучающимся была предложена следующая задачная ситуация:

Отель представляет разные программы экскурсий для своих посетителей. Одна из программ предполагает посещение трех музеев в разных частях города за один день. Для того, чтобы охватить все музеи, группа экскурсантов должна перемещаться на общественном транспорте. Ресурсом таксопарка является система электронных браслетов, которую можно использовать для оплаты поездок. Стоимость поездки на такси зависит от расстояния и времени в пути. Программа экскурсии предполагает следующие маршруты:

– Музей изобразительных искусств, который находится на расстоянии 10 км от отеля. Стоимость поездки на такси до него составляет 500 руб., если на маршруте будет 4 пассажира, и 600 руб., если будет 5 пассажиров.

– Археологический музей, который находится на расстоянии 7 км от первого музея и 6 км от отеля. Стоимость поездки на такси в любом случае составит 400 руб., если на маршруте будет 4 пассажира, и 500 руб., если будет 5 пассажиров.

– Музей истории, который находится на расстоянии 9 км от второго музея и 8 км от отеля. Стоимость поездки на такси в любом случае составляет 450 руб., если будет 4 пассажира, и 550 руб., если будет 5 пассажиров.

Определите, какое количество пассажиров должно быть в группе экскурсантов, чтобы минимизировать затраты на поездки на такси. Составьте рациональную функцию, которая определяет стоимость проезда в зависимости от количества пассажиров. Решите уравнение и найдите количество пассажиров, при котором стоимость поездок будет минимальной.

При изучении темы «Равномерное движение» предлагались следующие задачи:

1. В Северной Якутии на протяжении зимнего периода перемещаются на собаках-хаски для охоты и сбора необходимых ресурсов. Регулярные вылазки на собачьих упряжках требуют знания расстояний и времени движения. Алексей отправляется на собачьей упряжке к стоянке. Он движется равномерно со скоростью 15 км/час. Постройте график пути равномерного прямолинейного движения. Сколько минут ему потребуется на дорогу в одну сторону, если путь составляет 24 км?

2. У каждого охотника-промысловика есть свои охотничьи угодья, и в их пределах он имеет несколько избушек-стоянок. Охотник-промысловик едет на собачьей упряжке от одной стоянки до другой, которая находится в 28 км от первой. Первые 5 км едет со скоростью 5 км/ч, в последующем (кроме последнего отрезка пути) каждые 5 км едет со скоростью на 5 км/ч больше предыду-

щей. И максимальная скорость на последнем отрезке пути 25 км/ч. Найдите среднюю скорость движения на протяжении всего маршрута.

Экспериментальная работа проведена в МОБУ «Тулагинская СОШ им. П.И. Кочнева» г. Якутска РС (Я). В 2022–2023 учебном году в 8 «а» класса 24 обучающихся, а в 8 «в» 25 обучающихся. На констатирующем этапе эксперимента проводилась диагностическая работа из открытого банка заданий [10]. В табл. 1 представлены результаты сформированности математической грамотности обучающихся 8 класса.

Анализ результатов диагностической работы позволяет сделать следующие выводы: 1) более 85% испытуемых показали средний уровень сформированности математической грамотности; 2) участники диагностической работы лучше всего справляются с заданиями, связанными с чтением и интерпретацией данных; 3) отмечается недостаточность знаний обучающихся в выполнении заданий, связанных с применением математических формул, с распознаванием и интерпретацией зависимостей; 4) у обучающихся есть затруднения в выделении главного вопроса в задаче и записи ответа.

По результатам диагностической работы в качестве экспериментальной группы был избран 8 «в» класс, в качестве контрольной – 8 «а».

Таблица 1

Результаты диагностической работы на констатирующем этапе

Класс		8 «а» класс		8 «в» класс	
Уровень сформированности математической грамотности	Всего	25 чел.		24 чел.	
	Недостаточный	0 чел.	0%	1 чел.	4,2%
	Низкий	0 чел.	0%	2 чел.	8,3%
	Средний	22 чел.	88%	20 чел.	83,3%
	Повышенный	3 чел.	12%	1 чел.	4,2%
	Высокий	0 чел.	0%	0 чел.	0%

Таблица 2

Результаты диагностической работы на контрольном этапе

Класс		8 «а» класс Контрольная группа		8 «в» класс Экспериментальная группа	
Уровень сформированности математической грамотности	Всего	25 чел.		24 чел.	
	Недостаточный	0 чел.	0%	0 чел.	0%
	Низкий	0 чел.	0%	2 чел.	8,3%
	Средний	22 чел.	88%	18 чел.	75%
	Повышенный	2 чел.	8%	4 чел.	16,7%
	Высокий	1 чел.	4%	0 чел.	0%



Сравнительный анализ сформированности математической грамотности обучающихся экспериментального класса

На формирующем этапе исследования в экспериментальной группе была проведена целенаправленная работа с применением составленного комплекса заданий. В табл. 2 представлены результаты второй диагностической работы [10], проведенной на контрольном этапе экспериментальной работы.

Достоверный рост сформированности математической грамотности обучающихся был подтвержден с помощью Т-критерия Вилкоксона. «Типичный» сдвиг является достоверно преобладающим по интенсивности, так как $T_{эмп} = 21$ ниже $T_{0,01} = 43$ при $n = 20$.

Анализ результатов исследования показал, что решение практико-ориентированных задач с этнокультурным содержанием повышает уровень сформированности математической грамотности обучающихся.

Заключение

В ходе исследования изучены теоретические основы формирования математической грамотности обучающихся основной школы, разработан комплекс практико-ориентированных задач для обучающихся 8 класса, которые классифицированы по темам учебника С.М. Никольского, и проведена апробация составленного комплекса задач. Проведенное исследование, теория и практика, запросы и вызовы реальной жизни показывают, что центральную роль в успешности формирования математической грамотности играют практико-ориентированные задачи.

Список литературы

1. Рослова Л.О., Квитко Е.С., Карамова И.И. Критерии для разработки заданий, предназначенных для формирования и оценки математической грамотности // Отечественная и зарубежная педагогика. 2023. Т. 2, № 1 (90). С. 51–64.
2. Валеев И.И. Функциональная математическая грамотность как основа формирования и развития математической компетенции // Бизнес. Образование. Право. 2020. № 4 (53). С. 353–360.
3. Дударева Н.В., Утюмова Е.А. Модель формирования функционально-математической грамотности в процессе обучения математике // Педагогическое образование в России. 2021. № 4. С. 14–25.
4. Пожарова Г.А. Практико-ориентированные задачи как один из важнейших элементов формирования математической грамотности учащихся // Молодой ученый. 2021. № 1 (343). С. 62–64.
5. Нахман А.Д. Практико-ориентированные математические задачи // Вопросы педагогики. 2020. № 11–1. С. 178–181.
6. Мингулова А.И. Применение практико-ориентированных заданий на уроках математики как средство формирования функциональной грамотности обучающихся // Актуальные исследования. 2022. № 30 (109). С. 70–72.
7. Сметанникова Н.Н. Чтение, грамотность, читательская компетентность: стратегия развития // Библиокодевание. 2017. Т. 66, № 1. С. 41–48.
8. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31.05.2021 г. № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» (Зарегистрирован 05.07.2021 № 64101) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401333920> (дата обращения: 20.09.2022).
9. Калдыбаев С.К., Макеев А.К. О роли практико-ориентированных задач в обучении математике // Инновационная наука. 2015. № 10–3. С. 110–114.
10. Открытый банк заданий. Математическая грамотность // ФГБНУ «Институт стратегии развития образования Российской академии образования» [Электронный ресурс]. URL: <http://skiv.instrao.ru/bank-zadaniy/matematiceskaya-gramotnost/> (дата обращения: 18.10.2022).

УДК 37.03
DOI 10.17513/snt.39765

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ОТВЕТСТВЕННОСТИ У СОВРЕМЕННОЙ МОЛОДЕЖИ

^{1,2}Ахметвалиева М.Г., ³Коняева М.А.

¹ФГБУН Центр исследования проблем безопасности Российской академии наук, Москва;
²ОАНО ВО «Московский психолого-социальный университет», Москва, e-mail: meyserja60@mail.ru;
³ФГБОУ ВО «Саратовская государственная консерватория имени Л.В. Собинова», Саратов, e-mail: konyaevama@mail.ru

Особое место в личностно-социальной системе ценностей занимает ответственность, которая и определяет роль личности в обществе, влияя в меньшей или большей степени на социальные процессы. При профессиональном становлении у молодежи важно выстраивать систему обучения и воспитания таким образом, чтобы в их сознании формировалось ответственное отношение к выполняемым действиям, социальным отношениям. Ответственное отношение к обязанностям является важной составляющей успешной карьеры в творческом долголетии, и формирование этого личностного качества может стать ключевым фактором для достижения успеха в профессиональной карьере. Решая организационно эту проблему, в первую очередь необходимо знать, насколько у студентов сформировано это ценностное качество, на основании опросов и тестирований найти адекватные для решения задачи направления работы с целью поиска методических приемов воспитания у них ответственного отношения к принимаемым решениям. Проведено исследование сформированности у студентов личностного качества – ответственности, на основании которого разработаны педагогические направления воспитания у студентов этой личностной характеристики. Сформированы компонентно-содержательные уровни развития у молодежи этого качества, становления и выстраивания внутренней личностной траектории ответственности, как интегральной характеристики, и ответственного отношения к обучению и профессиональному совершенствованию, как значимого качества у студентов.

Ключевые слова: система ценностей, ответственность, ответственное отношение, студенты, профессиональное самосовершенствование, личностная характеристика

PEDAGOGICAL METHODS OF STEP-BY-STEP FORMATION OF RESPONSIBILITY AMONG MODERN YOUTH

^{1,2}Akhmetvalieva M.G., ³Konyaeva M.A.

¹Center for Security Research of the Russian Academy of Sciences, Moscow;
²Psychological and Social University, Moscow, e-mail: meyserja60@mail.ru;
³Saratov State Conservatory named after L.V. Sobinov, Saratov, e-mail: konyaevama@mail.ru

A special place in the personal and social system of values is occupied by responsibility, which determines the role of the individual in society, influencing social processes to a lesser or greater extent. During the professional formation of young people, it is important to build a system of education and upbringing in such a way that a responsible attitude for the results of actions performed and social relations is formed in their minds. A responsible attitude to responsibilities is an important component of a successful career in professional longevity, and the formation of this personal quality can become a key factor for achieving success in a professional career. Solving this problem organizationally, first of all it is necessary to know how students have formed this value quality, on the basis of surveys and tests to find areas of work adequate for solving the problem in order to find methodological techniques for educating them responsible attitude to decisions. A study of the formation of students' personal quality – responsibility has been conducted, on the basis of which pedagogical directions of educating students of this personal characteristic have been developed. The component-content levels of the development of this quality among young people, the formation and building of an internal personal trajectory of responsibility as an integral characteristic, and a responsible attitude to learning and professional improvement as a significant characteristic of students are formed.

Keywords: value system, responsibility, responsible attitude, students, professional self-improvement, personal characteristics

Умение личности моделировать собственную систему образования, суммировать знания и обобщать опыт свой и других, находить решения профессиональных задач является сегодня приоритетом выстраивания современного общества. Сегодняшнему специалисту уже недостаточно быть просто носителем конкретных знаний, его необходимо так обучить, чтобы человек стал гене-

ратором идей, аналитиком, умелым пользователем классических знаний и передовых технологий. Государство станет экономически и технологически влиятельным на мировой арене в случае, если оно воспитает интеллектуальное население, владеющее информацией. Следовательно, современное общество должно положить в основу профессионального образования воспитание

специалиста, который сможет адаптировать для себя сложные цепочки взаимодействия объективной действительности, адекватно отражая их существенные и специфические свойства. Вооруженные такими умениями молодые люди смогут максимально продемонстрировать способность ответственно относиться к выполнению задач, которые перед ними ставит общество [1].

При приеме на работу для работодателя актуальными являются не столько профессиональные компетенции, сколько умение будущего специалиста брать на себя ответственность, то есть понимать, для каких целей им принимаются решения, сопоставлять нормы социума с личностно принятыми, следовать культуре групповых ценностей, а не личных амбиций [2]. Социальная объективность ставит перед юношеством задачу актуализации умений систематизировать современную информацию в соответствии со своими личностными и межгрупповыми поведенческими правилами. На основании результатов такой внутриличностной трансформации формируется социальная ответственность, принимаются обоснованные и осмысленные варианты решения задач, как узколичностные, так и социальные [3]. Основой для воспитания образованно ориентированной и социально ответственной личности является грамотно структурированная система образования и воспитания, которая поможет молодым людям найти свои ориентиры в нравственном и интеллектуальном самосовершенствовании [4]. Программа образования и воспитания молодых людей должна быть выстроена так, чтобы развивались не только общая осведомленность, мотивация к профессиональному самосовершенствованию, умение четко выражать свои мысли, но также и способность критично оценивать перемены в общественной жизни, принимать рациональные решения и нести ответственность за них [5].

Профессиональная ответственность не есть основная цель достижения при обучении в высшей образовательной организации. У студентов должен суммироваться опыт конструктивной социальной коммуникации, хорошо продуманной модели поведения, предвидения результатов своих поступков, оценки меры ответственности за выбранную тактику профессионального самоопределения [6]. Политические, экономические, культурные факторы определяют уровень важности воспитания ответственного гражданина. По мнению ученых К. Муздыбаева, Е.Д. Дорофеева, О.И. Ореховского, С.А. Слободского, О.А. Шушериной,

И.Д. Кочетовой и др., ответственность есть признак зрелой личности и непосредственно влияет на качество профессиональных компетенций [7]. В образовательной организации современного типа имеются все возможности для воспитания у студентов ответственности как интегральной характеристики личности до начала профессиональной специализации при условии организации функционально-адаптивной учебно-воспитательной работы, представляющей собой комплекс теоретических и методических концептуальных подходов [2]. Как отмечают теоретики и практики, исследовавшие проблему формирования ответственности (С.М. Куницына, К. Муздыбаев, В.П. Прядеин, Т.Н. Сапожникова, М.И. Рожков и др.), этот личностный феномен носит интегративный характер, который основан на активности человека выстраивать социальные взаимоотношения, свободно выбирая форму этих отношений, осознавая их результаты. Ни один из видов обязательств полномасштабно не характеризует ответственность, так как отдельно взятый из них и отражает какие-то отдельно взятые содержательные стороны. На практике при исследовании и формировании какого-либо вида ответственности происходит концептуальное становление ее системной формы [2]. Поэтому важен комплексный подход при решении задачи формирования у молодежи ответственности (серьезного отношения к обучению, к своему здоровью, социальной, гражданской и патриотической ответственности и т.п.).

Необходимо также при выстраивании системы воспитания предусматривать диагностическую работу, так как на ее данных может быть грамотно выстроена программа образования и воспитания, обозначен круг социальных и научных задач для профессионального и личностного развития молодых людей новой формации.

Следовательно, конкретизируются границы решения задач для заинтересованных лиц, которые обучают и профессионально развивают студентов. Одна из таких задач, очень важная, – сформировать у молодежи систему ответственного отношения, как многомерной личностной характеристики, которая обуславливает меру профессионального успеха, наибольшей его эффективности.

Цель исследования – определение уровня сформированности ответственности у студентов и на основе полученных данных опроса проектирование компонентно-содержательных уровней поэтапного становления этой личностной характеристики.

Материалы и методы исследования

Настоящее исследование строилось на следующих педагогических методах: теоретическое переосмысление и систематизация проблемы, изложенной в научных трудах ученых и практиков, опрос студентов, моделирование системы пошагового формирования у обучающихся ответственности как интегральной личностной характеристики. При помощи методики, разработанной В.П. Прядеиным «Многомерно-функциональная диагностика «ответственности – 110» (в соавторстве с О.В. Мухлыниной) [8] выявлен показатель сформированности у студентов этого интегрального значения. Приняли участие 163 студента консерватории: 85 обучающихся первых курсов, 78 обучающихся четвертых курсов различной специализации. В опроснике 110 утверждений, каждому необходимо дать оценку следующим образом: 1 балл – полное несогласие, 7 баллов – максимальное принятие (шкала от 1 до 7 баллов). 110 утверждений характеризуют 11 компонентов ответственности: искренность, динамический, эмоциональный, регуляторный, мотивационный, когнитивный, результативный, трудность, стремление субъекта к реализации ответственности, эмпатия, прогностический (формулировка В.П. Прядеина), которые помогают студенту оценить себя как человека ответственного или не совсем такового. Определялась линейная зависимость количественных показателей по формуле корреляционного анализа Пирсона [9, с. 157–160] с использованием компьютерной программы «Statistical Package for the Social Sciences».

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты опроса позволили сформулировать характерологические типологии по показателям ответственности (11 групп) и определить на основе этих показателей различие в проявлении у студентов младших и старших курсов ответственности. Так, студенты четвертых курсов свое поведение выстраивают с учетом личных целей, контролируя структурирование межличностных и профессиональных коммуникаций. Планирование достижения результатов личных и социальных задач, требующих ответственного отношения, реализуют с сопоставлением сложности задачи и ранее приобретенными профессиональными компетенциями. Объективно оценивают сложившуюся ситуацию. Если таковая требует помощи со стороны, не задумываясь обращаются к руководителю или сокурс-

никам, если понимают, что задача решается личным потенциалом, то берут на себя всю ответственность за ее результаты. Положительные эмоции переживаются по достижению результатов, которые соотносятся с личностным совершенствованием и профессиональной успешностью. При решении ответственных заданий излишние эмоции не проявляются, действия и высказывания продумываются стратегически без продумывания деталей поведения.

Первокурсники во многих ситуациях, требующих проявления ответственности, ориентируются преимущественно на опыт старших товарищей и руководителя, демонстрируют отрицательные эмоции при неудачном сценарии событий, также сопереживают в таких ситуациях однокурсникам. Обнаружена зависимость результата и хода выполнения ответственного задания от психофизиологического состояния первокурсника, то есть задание может выполняться некачественно из-за физического или эмоционального переутомления, либо в целом не реализоваться. Но если первокурсники решились на выполнение ответственного задания, то внешние обстоятельства не являются для них препятствием. В противном случае решение проблемы приобретает характер неопределенности. Групповые цели ставятся выше личной выгоды, на отрицательный результат реагируют адекватно, без перекладывания своей доли ответственности на одноклассников. Положительные эмоции переживают в процессе решения задачи, не преследуя личных целей в профессиональном совершенствовании. Стремятся максимально выполнить свою часть задания при реализации совместных проектов, подчиняясь правилам группы. Такое поведение является нормой у первокурсников.

Высокая положительная корреляция между значениями показателей, полученными при опросе старшекурсников на уровне $p = 0,05$; при опросе первокурсников на уровне $p = 0,01$.

Результаты опроса свидетельствуют о том, что целесообразно в систему обучения и воспитания внести некоторые коррективы, в рамках которых были бы спланированы и применены специальные методические приемы формирования у студентов ответственности. В работах В.А. Сластенина, В.А. Якунина, А.Ф. Гулевской, В.П. Максимова и др. находим подтверждение тому, что студенты способны осмысленно воспринимать цели различных направлений воспитания, активно включаться в этот психолого-педагогический процесс. Постепенно приходит понимание и внутрен-

нее принятие значимости личностной ответственности как одной из составляющих профессиональной успешности и конкурентоспособности в современных условиях развития социально-политических отношений [10, с. 4].

На основе полученных результатов опроса и их сопоставительного анализа с аналитическими выводами по исследованиям других ученых разработана система поэтапного формирования у студентов личностного качества – ответственности. Всего в воспитательной системе выделено четыре уровня: проблемно-теоретический, организационно-методический, компетентно-практический, исполнительно-регулирующий.

Проблемно-теоретический. Работа с трудами современных российских специалистов, исследовавших проблему формирования личности и ее ответственности, формы и условия активной структуризации. Акцентуация роли ответственности в профессиональном становлении и объективной социализации. Центрирование понимания перспективных направлений развития этой личностной характеристики, определение ее ценностно-смыслового вектора в практике социальных ролей, педагогическая трактовка и теоретический анализ использования реальных форм и методов при формировании ответственности для успешной профессиональной деятельности, анализ оптимальных условий для разработки воспитательной программы, суммирование теоретических знаний для решения названной задачи. Проблемно-теоретический уровень разрабатывается в соответствии с философско-социологическим, психолого-педагогическим, мотивационно-адаптивным, личностно-ориентированным направлениями, сформулированными такими учеными, как Е.А. Ануфриев, С.Л. Рубинштейн, Э.Ф. Зеер, К. Муздыбаев, Е.Д. Дорофеев, О.И. Ореховский, С.А. Слободский, Б.Б. Коссов, О.А. Шущерина, Е.Ю. Богатская, З.Ф. Есарева, А.Ф. Плахотный, Н.В. Кузьмина, В.А. Слостенин, Г.И. Щукина, В.А. Якунин и т.д.

Организационно-методический. На этом уровне предполагается разработка механизмов соответствия путей формирования ответственности актуальным педагогическим условиям. Определение личностно-ориентированных направлений педагогического воздействия на обучающихся, на формирование у них ответственности, тождественной с этикой социального и профессионального взаимодействия. Моделирование перспективной системы образовательно-воспитательного процесса как трехмерной зоны взаимодействия – информационной,

социальной, психологической. Роль таких зон в разработке оригинальных курсов, программ, методических матриц для закрепления в сознании студентов ценностно-мотивационных установок на ответственное поведение, подготовке диагностических методик, критериальных признаков с целью измерения степени сформированности ответственности как интегральной личностной характеристики и структуры интерпретации отличительных данных.

Компетентно-практический. На данном уровне реализуется программа педагогических диагностик, конкретизирующая степень наличия у каждого студента ответственности в любой ее форме, комбинация технологий и особенностей диагностических методик, широкое применение воспитательно-образовательных программ в соответствии с полученными диагностическими данными. Формирование ценностно-мотивационных ориентиров на ответственное поведение с учетом современных методов развития этой личностной характеристики. Применяемые программы будут способствовать развитию необходимого уровня ответственного поведения. На первом этапе формирование ответственности проходит под внешним контролем окружающих. На втором этапе внешне сформированные модели ответственного поведения и закрепленные элементы в поведении личности интериоризируются во внутренние мотивы и принципы, приобретают личностный смысл с соотношением норм и законов общества. Закрепляются умения самостоятельно выбирать приемлемые формы самовоспитания и способности ставить и находить рациональные решения профессиональных задач, требующих ответственного отношения.

Исполнительно-регулирующий. Здесь предполагается, что процесс перестраивания личности под свои возможности и уровень развития законов и норм, действующих в социуме, переходит в завершающую стадию. Содержание педагогических методов формирования у студентов ответственности дополняется методиками для самооценки и контролирования выполнения задач, требующих ответственного отношения, выстраивания межличностных отношений. Студенты самостоятельно принимают решения о выборе направлений дальнейшего самосовершенствования, планируют масштабность профессионального становления с учетом уровня ответственности за тактические решения с целью достижения конкретных результатов. Приходит осознание соблюдения логического

равновесия между личной выгодой и требованиями общества ответственно выполнять свои обязанности. Регулируется умение трансформировать полученные профессиональные компетенции в разнообразные виды деятельности с различной мерой ответственности, быстро переключаться с одного вида деятельности на другой, контролируя нравственный окрас достижения результата.

Заключение

Формирование ответственности у студентов как интегральной личностной характеристики возможно при условии соблюдения системного применения взаимосвязанных форм и методов педагогической деятельности. Содержательная структура педагогических методов этого сложно организованного процесса строится из комплекса уровней, которые логически выстроены и создают предпосылку к переходу от внешне контролируемых способов формирования ответственного отношения к выполняемым задачам к личностно осознанному мотивам и установкам. Разработанная система воспитания ответственности у студентов состоит из основных уровней – проблемно-теоретического, организационно-методического, компетентно-практического, исполнительно-регулирующего, каждый из которых выполняет конкретную роль в становлении этой сложно структурированной, многомерно функциональной личностной характеристики. Моделирование уровней проводилось с учетом данных опроса студентов по методике «Многомерно-функциональная диагностика ответственности – 110» В.П. Прядеина. Полученные результаты опроса позволили определить регуляторы становления и дальнейшего внутреннего структурирования у обучающихся ответственного отношения к учебным и социально ориентированным задачам. Научная новизна исследования состоит в системном и конструктивном форми-

ровании ответственности как интегральной характеристики у студентов на основе смоделированных уровней, в содержание которых заложены методы, позволяющие поэтапно внешне контролируемые действия перевести в лично осознанные мотивы и принципы проявления ответственности к выполняемым обязанностям.

Список литературы

1. Ахмедова М.Х. Развитие чувства ответственности у студентов в процессе обучения // Молодой ученый. 2015. № 2 (82). С. 443–445. URL: <https://moluch.ru/archive/82/14779/> (дата обращения: 08.08.2023).
2. Куницына С.М. Опыт формирования ответственности у студентов педагогических вузов в учебно-воспитательном процессе // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. 2010. № 1. С. 47–53. URL: <https://vestnik-mgou.ru/Articles/Doc/2023?ysclid=llapndysgb236423373> (дата обращения: 08.08.2023).
3. Баркунова О.В., Седова С.С., Смирнова О.А. Формирование социально ответственного поведения студентов вуза // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 5. С. 124–128. DOI: 10.17513/SNT.38668.
4. Указ Президента Российской Федерации от 02.07.2021 г. № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации», п.п. 5. п. 93 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/47046/page/5> (дата обращения: 08.08.2023).
5. Энхтуяа О., Оюунгэрэл Д. О важности формирования ответственности у студентов для повышения эффективности высшего образования // Human Progress. 2017. Т. 3. № 3. URL: <http://progress-human.com/> (дата обращения: 10.08.2023).
6. Пак Л.Г. Внеаудиторная деятельность как средство формирования социально-профессиональной ответственности студентов вуза // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. 2019. № 4 (32). С. 285–298. DOI: 10.32516/2303-9922.2019.32.20.
7. Богатская Е.Ю. Методы воспитания ответственности у студентов как компонента их профессиональной компетентности // Педагогические науки. 2014. № 3. URL: http://www.rusnauka.com/3_KAND_2007/Pedagogica/18661.doc.htm (дата обращения: 11.08.2023).
8. Прядеин В.П. Ответственность как системное качество личности: учебное пособие. Екатеринбург: УрГПУ, 2001. 209 с.
9. Кричевец А.Н., Корнеев А.А., Рассказова Е.И. Основы статистики для психологов. М.: Акрополь, 2019. 286 с.
10. Шушерина О.А. Формирование ответственности как профессионально значимого качества у студентов вуза (На материале технического университета): дис. ... канд. пед. наук. Красноярск, 1999. 238 с.

УДК 376:373.3
DOI 10.17513/snt.39766

ИССЛЕДОВАНИЕ КОММУНИКАТИВНЫХ УМЕНИЙ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С ДЕТСКИМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ

Бобкова О.В., Гамаюнова А.Н., Рябова Н.В.

*ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»,
Саранск, e-mail: bobkova7@yandex.ru*

Исследование посвящено проблеме формирования коммуникативных умений у младших школьников с детским церебральным параличом в условиях инклюзивной практики. Утверждается, что сложившаяся к настоящему моменту система психолого-педагогического сопровождения не обеспечивает в полной мере необходимые условия для получения опыта социального взаимодействия и переживания различных эмоциональных состояний, достаточного для успешного формирования коммуникативных умений у детей с подобными особенностями развития. Одной из причин подобной ситуации указывается малая разработанность механизмов обеспечения преемственности в работе специалистов системы сопровождения по формированию и развитию компонентов коммуникативных умений у воспитанников и обучающихся с нарушением двигательных функций на этапах дошкольной и школьной подготовки. В качестве основания для подобного вывода авторами приводится описание методики и результатов проведенного констатирующего исследования, целью которого было изучение уровня сформированности и особенностей коммуникативных умений младших школьников с детским церебральным параличом, обучающихся в условиях инклюзивной практики. Полученные данные подтверждают предположения о том, что уровень сформированности коммуникативных умений младших школьников с детским церебральным параличом является недостаточным для успешной адаптации детей к условиям инклюзивного обучения и социализации в среде сверстников с нормативным развитием, а также о необходимости совершенствования системы психолого-педагогического сопровождения для обеспечения комплексного характера коррекционно-педагогического воздействия и единства деятельности специалистов по преодолению этого недостатка на этапе дошкольного образования и начальной школы.

Ключевые слова: коммуникативные умения, критерии сформированности, младшие школьники, детский церебральный паралич, инклюзия

Исследование выполнено в рамках гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям научной деятельности вузов-партнеров по сетевому взаимодействию (ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет») и ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева») по теме «Научно-методические аспекты коррекционно-развивающей работы с детьми с ограниченными возможностями здоровья в условиях инклюзивной практики».

STUDY OF COMMUNICATION SKILLS OF YOUNGER SCHOOLCHILDREN WITH CHILDHOOD CEREBRAL PALSY

Bobkova O.V., Gamayunova A.N., Ryabova N.V.

*Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseviev, Saransk,
e-mail: bobkova7@yandex.ru*

The study is devoted to the problem of the formation of communicative skills in junior schoolchildren with cerebral palsy in the context of inclusive practice. It is argued that the system of psychological and pedagogical support that has developed to date does not fully provide the necessary conditions for gaining experience in social interaction and experiencing various emotional states, sufficient for the successful formation of communication skills in children with similar developmental characteristics. One of the reasons for this situation is the low development of mechanisms for ensuring continuity in the work of support system specialists in the formation and development of the components of communicative skills in pupils and students with impaired motor functions at the stages of preschool and school training. As a basis for such a conclusion, the authors provide a description of the methodology and results of the ascertaining study, the purpose of which was to study the level of formation and characteristics of the communicative skills of younger schoolchildren with cerebral palsy, who study in an inclusive practice. The data obtained confirm the assumption that the level of formation of communicative skills of younger schoolchildren with cerebral palsy is insufficient for successful adaptation of children to the conditions of inclusive education and socialization in an environment of normotypical peers, as well as the need to improve the system of psychological and pedagogical support to ensure the complex nature of correctional -pedagogical impact and unity of the activities of specialists to overcome this shortcoming at the stage of preschool education and elementary school.

Keywords: communicative skills, formation criteria, younger schoolchildren, cerebral palsy, inclusion

The study was carried out within the framework of a grant for carrying out research work in priority areas of scientific activity of partner universities in network interaction (South Ural State Humanitarian Pedagogical University and Mordovia State Pedagogical University named after M.E. Evseviev) on the topic "Scientific and methodological aspects of correctional and developmental work with children with disabilities in conditions of inclusive practice".

Согласно Федеральному государственному образовательному стандарту начального общего образования обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, к числу важнейших целей подготовки младших школьников данной категории относится достижение ими необходимого уровня коммуникативного развития – как важнейший метапредметный результат развития личности на данном этапе. Владение универсальными коммуникативными действиями является важным условием успешности всего процесса обучения и в целом социализации учащихся младших классов.

В своих исследованиях А.А. Бодалев и Л.Я. Лозован выделяют в структуре коммуникативных умений следующие компоненты: информационно-коммуникативный (умение принимать информацию и передавать ее), интерактивный (готовность и умение взаимодействовать с партнером, адаптированность в коллективе), перцептивный (восприятие другого человека и межличностных отношений) [1; 2].

Как указывают Ю.В. Варданян и А.А. Семенов, на успешность процесса формирования коммуникативных умений влияет множество внешних и внутренних факторов. К числу первых можно отнести широкое распространение информационных технологий, увлеченность детей современными гаджетами, ограничивающую их участие в совместной активной деятельности, снижающую мотивацию к общению и затрудняющую социализацию и др. В числе внутренних факторов можно назвать различные особенности психофизического развития, в частности заболевания, ограничивающие для ребенка возможности социального взаимодействия [3, с. 19].

Гуманистический характер современной российской государственной политики в сфере образования определяет необходимость создания специальных условий для детей с любыми особенностями развития. Исследователи Е.В. Назарова, Н.В. Рябова, О.В. Терлецкая отмечают, что возможности социальной реабилитации и адаптации таких детей во многом определяются степенью сформированности у них вербальных и невербальных средств коммуникации и коммуникативных умений [4, с. 92]. Уровень владения ими определяет успешность взаимодействия учащихся с партнерами по общению и возможности их самореализации в социуме [5, с. 100].

Одной из нозологических групп в числе обучающихся с ограниченными возможностями здоровья являются дети с нарушениями опорно-двигательного аппарата. Значи-

тельную часть из них составляют младшие школьники с детским церебральным параличом. Сложная структура неврологических и психических расстройств при церебральном параличе обуславливает несформированность у детей даже первоначальных коммуникативных умений (Е.Ф. Архипова, И.Ю. Левченко, Е.М. Мастюкова, О.Г. Приходько и др.).

Психолого-педагогическое исследование детей старшего дошкольного возраста с церебральным параличом, проведенное А.В. Кротковой, позволило автору выделить ряд особенностей их социально-личностного развития, в числе которых: стабильно низкий уровень социальной и коммуникативной компетентности, склонность к отказу от контактов с взрослыми и сверстниками; аграмматичность и бедность высказываний, не позволяющих ребенку выразить свое эмоциональное состояние и отношение к другим людям [6, с. 7].

В настоящее время имеется целый ряд исследований, посвященных научно-методическим и организационным вопросам коррекционно-педагогической работы с дошкольниками с детским церебральным параличом (Л.А. Данилова, Г.Н. Казицына, Д.К. Кожанова, Л.В. Лопатина, А.В. Мамаева, Л.А. Позднякова, О.Г. Приходько, Ю.Н. Родионова, И.А. Смирнова и др.).

По мнению исследователей, эффективность коррекционного воздействия, направленного на формирование и развитие всех компонентов коммуникативных умений у детей с детским церебральным параличом, определяется его комплексным характером и наличием преемственности в работе дошкольной и школьной системы психолого-педагогического сопровождения. Вместе с тем число исследований, посвященных проблеме развития навыков коммуникации у младших школьников с церебральным параличом, весьма ограничено. В частности, в научной литературе недостаточно представлены актуальные данные об особенностях и уровне сформированности коммуникативных умений у младших школьников с детским церебральным параличом. Это затрудняет определение адекватного содержания и выбор эффективных методов и организационных форм работы по формированию у них коммуникативных умений в условиях инклюзивной практики.

Недостаточность исследований, направленных на выявление эффективности сложившейся системы работы по формированию и развитию коммуникативных умений у детей с детским церебральным параличом и ее способности обеспечить ребенку

нужный уровень готовности к школьному обучению, вызывает противоречие между: необходимостью выстраивания системы комплексной коррекционно-педагогической работы по данному направлению на основе преемственности деятельности дошкольной и школьной системы психолого-педагогического сопровождения обучающихся, с одной стороны, и недостаточностью актуальной информации об особенностях и уровне сформированности коммуникативных умений у младших школьников рассматриваемой категории – с другой. Для преодоления данного противоречия авторами было предпринято констатирующее исследование. Его цель – выявить уровень сформированности и особенности коммуникативных умений младших школьников с детским церебральным параличом в условиях инклюзивной практики.

Материалы и методы исследования

С целью изучения уровня сформированности коммуникативных умений у младших школьников с детским церебральным параличом авторами был проведен констатирующий эксперимент, в котором принимали участие 15 детей с диагнозом «детский церебральный паралич» в возрасте 7–8 лет, обучающихся в МОУ «Средняя общеобразовательная школа № 33» г. о. Саранск, МОУ «Средняя общеобразовательная школа № 28» г. о. Саранск, а также МОУ «Средняя общеобразовательная школа № 8» г. о. Саранск.

Для исследования уровня сформированности коммуникативных умений у младших школьников экспериментальной группы авторами был подобран комплекс диагностических методик, которые предъявлялись испытуемым в ходе трех этапов проведения эксперимента.

Первый этап – исследование информационно-коммуникативного компонента коммуникативных умений с помощью методики «Диагностика форм общения ребенка» (М.И. Лисина) [7].

Второй этап – исследование перцептивного компонента коммуникативных умений с помощью методик: «Эмоциональная идентификация» (Е.И. Изотова) [8, с. 447], «Вербальная экспрессия» (авторы – Дж. Гилфорд, М. Салливан; под ред. Т.И. Шалаевой) [9].

Третий этап – исследование интерактивного компонента коммуникативных умений с помощью методики «Диагностика коммуникативных способностей» (Н.Е. Веракса) [10].

Для исследуемых компонентов коммуникативных умений были определены

уровни сформированности и дескрипторы, определяющие их достижение.

Уровень оценивался как *высокий*, если испытуемые демонстрировали способность к полноценному восприятию, пониманию и передаче информации в ситуативно-деловой, внеситуативно-познавательной и внеситуативно-личностной формах общения; правильно понимали эмоциональное состояние собеседника, выбирали адекватные вербальные реакции в зависимости от контекста ситуации и эмоций говорящего; правильно понимали задачи взаимодействия в различных ситуациях; демонстрировали сообразные предлагаемым условиям способы выражения своего отношения к взрослому и сверстникам.

Средним авторы считали уровень в том случае, когда младшие школьники проявляли способность к восприятию, пониманию и передаче информации, взаимодействию с взрослым и сверстником преимущественно в ситуативно-деловой форме общения и лишь частично демонстрировали возможность коммуникации в внеситуативно-познавательной и внеситуативно-личностной формах; в части предлагаемых ситуаций правильно понимали эмоциональное состояние собеседника, но не всегда могли самостоятельно и верно выбрать и использовать вербальные реакции соответственно контексту ситуации; в основном правильно понимали задачи взаимодействия в различных ситуациях; при выполнении большинства экспериментальных заданий были способны к достаточно адекватному выражению своего отношения к взрослому и сверстникам.

К *низкому* уровню авторы относили вариант выполнения экспериментальных заданий в том случае, когда дети проявляли способность к восприятию, пониманию и передаче информации, взаимодействию с взрослым и сверстником только в ситуативно-деловой форме общения; в большей части предлагаемых ситуаций не могли правильно понять эмоциональное состояние собеседника, выбор вербальных реакций не соответствовал контексту общения; испытуемые не могли выбрать и продемонстрировать адекватные способы выражения своего отношения к взрослому и сверстникам.

Результаты исследования и их обсуждение

Количественные показатели сформированности компонентов коммуникативных умений по результатам выполнения испытуемыми заданий констатирующего эксперимента представлены в таблице.

Количественные показатели уровня сформированности компонентов коммуникативных умений у младших школьников с детским церебральным параличом

Компоненты коммуникативных умений	Уровень сформированности компонентов					
	высокий		средний		низкий	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Информационно-коммуникативный	–	–	9	60,0	6	40,0
Перцептивный	–	–	8	53,3	7	46,7
Интерактивный	–	–	8	53,3	7	46,7
В среднем		–		55,5		44,5

Анализ результатов выполнения заданий на первом этапе эксперимента (методик «Диагностика форм общения ребенка» (М.И. Лисина)) показал, что у младших школьников с детским церебральным параличом недостаточно сформирован информационно-коммуникативный компонент коммуникативных умений. Относительно успешно он реализуется детьми в ситуативно-деловой форме общения.

Так, 60,0% испытуемых (9 чел.) были отнесены авторами к среднему уровню по данному показателю. У них было отмечено неустойчивое умение вступать и завершать беседу. Младшие школьники самостоятельно и заинтересованно начинали разговор, касающийся привлекательной для них ситуации (выбор подарка на день рождения), но поддерживали его очень непродолжительное время. После одного-двух ответов на вопросы экспериментатора учащиеся испытывали затруднения в подборе реплики-ответа до полноценного высказывания в ходе беседы с экспериментатором. Дети ограничивались словами и короткими фразами, недостаточно правильно оформленными грамматически (например, *«игры дарить... играть хорошо...»*). Это значительно затрудняло для них передачу смысла высказывания.

Трудным для учащихся было поддержание диалога – они «теряли» тему, переключаясь на перечисление привлекательных для них объектов, без учета поставленной задачи. Испытывая затруднения при вербальном оформлении собственных мыслей и намерений, после нескольких неудачных попыток построить фразу для продолжения общения, дети отказывались от дальнейшего обсуждения задания.

Наибольшую сложность для младших школьников с детским церебральным параличом представляла коммуникация в условиях внеситуативно-познавательной

и внеситуативно-личностной форм общения. При обсуждении прочитанного экспериментатором отрывка из детской книги испытуемые теряли тему в процессе диалога с взрослым, переключались на обсуждение бытовых моментов из своей жизни.

Не менее сложным для учащихся было поддержание беседы на личностные темы. Начало беседы и установление контакта происходило только по инициативе взрослого. Отвечая на вопросы о своей семье, друзьях, увлечениях, мечтах, они были недостаточно активны, высказывания были бедными по содержанию, односложными. Дети испытывали значительные затруднения, пытаясь выразить свою мысль. Так, например, на вопрос *«Чем ты любишь заниматься в свободное время?»* большинство испытуемых данной группы ответили *«Игры...»* или *«В телефоне...»*. При этом они не могли ответить на вопросы о своих чувствах и эмоциях по отношению к членам своей семьи, любимым занятиям – «выпали» из диалога, отказывались от разговора.

У испытуемых при этом отмечались затруднения в структурировании текста, ограниченность лексики, аграмматизмы, бедность интонационных средств в оформлении высказываний.

Значительная часть младших школьников экспериментальной группы (40,0% (6 чел.)) продемонстрировала очень низкий уровень сформированности информационно-коммуникативного компонента коммуникативных умений. Их способность к коммуникации ограничивалась умением давать односложные ответы в условиях ситуативно-деловой формы общения. Испытуемые не могли самостоятельно начать беседу, не способны были отчетливо выразить свою мысль. Для высказываний детей были характерны крайняя бедность и неточность лексики, грубые аграмматизмы, интонационная невыразительность.

Коммуникация в условиях внеситуативно-познавательной и внеситуативно-личностных форм общения оказалась для этой группы младших школьников с церебральным параличом практически недоступной. Они не осознавали смысл предлагаемой беседы и не поддерживали ее.

Изучение перцептивного компонента коммуникативных умений показало, что 53,3% младших школьников (8 чел.) плохо распознают социальные эмоции, переживаемые другими людьми, затрудняются в различении эмоционального состояния сверстников в предлагаемых ситуациях (методика «Эмоциональная идентификация» (Е.И. Изотова)). У испытуемых недостаточно сформированы представления о невербальных и вербальных средствах передачи эмоций, об эмоциональных состояниях, соответствующих различным жизненным ситуациям. Их собственные эмоции слабо дифференцированы, упрощены, что мешает им достаточно тонко осознавать и различать нюансы чужих переживаний. Большинство младших школьников с детским церебральным параличом не только с трудом распознавали социальные эмоции, переживаемые другими людьми, но и затруднялись в выборе вербальных реакций, адекватных контексту ситуации общения.

Дети часто допускали ошибки при оценке выражения лиц, жестов, позы персонажей на картинках, их взаимоотношений. Так, например, различные эмоции изображенных детей (злость, испуг, грусть), выраженные мимически и пантомимически, не дифференцировались ими и распознавались как одинаковые («грустно»). При этом испытуемые, даже отнесенные нами к группе со средним уровнем сформированности компонентов коммуникативных умений, затруднялись самостоятельно объяснить, как они понимают сюжет изображения и по каким признакам оценивают эмоциональные состояния героев – большинству из них потребовались наводящие вопросы для элементарного обоснования выбора ответа.

Анализ выполнения испытуемыми методики «Вербальная экспрессия» (Дж. Гилфорд, М. Салливан, под ред. Т.И. Шалаевой) показал, что у обучающихся не только недостаточно сформировано умение оценивать эмоциональное состояние другого человека, но также сильно ограничено умение соотносить его с соответствующими ситуации способами вербального выражения внутреннего состояния. Так, при выборе ответа из числа предложенных часть испытуемых действовала способом перебора, не всегда

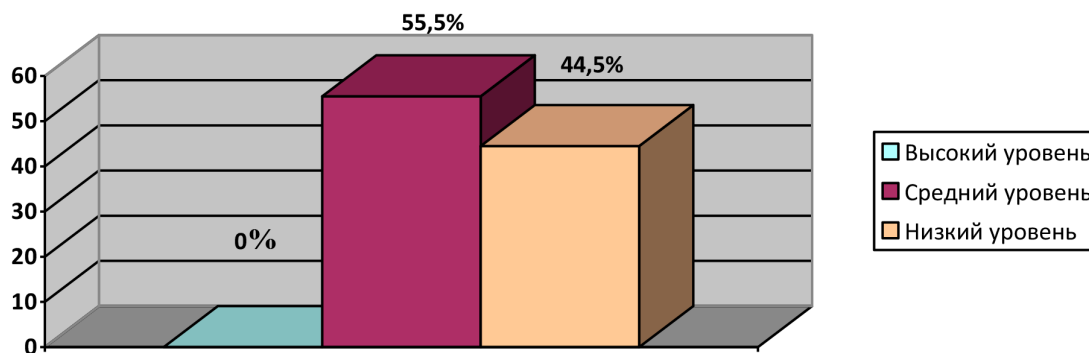
останавливая свой окончательный выбор на правильном варианте. Большинству детей также требовались наводящие вопросы для решения поставленной задачи.

Авторами было отмечено, что выполнение данного экспериментального задания также оказалось сложным для детей, так как 46,7% (7 чел.) испытуемых продемонстрировали очень низкий уровень сформированности перцептивного компонента коммуникативных умений – выбор вербальных реакций осуществлялся ими произвольно, без учета контекста предлагаемой ситуации и понимания социальных эмоций говорящего.

Характер выполнения экспериментальных заданий свидетельствует о недостаточности опыта переживания различных эмоциональных состояний, полученного детьми на этапе дошкольного детства. Особенности эмоционального развития дошкольников, ограниченность вследствие болезни доступных им видов деятельности и социального взаимодействия не позволяют получить необходимые представления о разнообразии социальных эмоций в определенных жизненных ситуациях, овладеть комплексом разнообразных способов их выражения (вербальных и невербальных).

На третьем этапе эксперимента («Диагностика коммуникативных способностей» (Н.Е. Веракса)) было выявлено, что 53,3% (8 чел.) испытуемых слабо распознавали ситуации взаимодействия и, соответственно, неверно вычленили задачи, решаемые собеседниками в процессе коммуникации. Лишь один ребенок из данной группы (6,7%) имел достаточно четкие представления об общепринятых нормах выражения отношения к взрослому и был способен дифференцировать их от способов обращения к сверстнику. Но данное умение демонстрировалось им неустойчиво – отмечались ошибки и потребность в повторных, наводящих вопросах для выбора правильного ответа.

О низком уровне сформированности данного компонента коммуникативных умений также свидетельствует то, что 46,7% (7 чел.) младших школьников с детским церебральным параличом не справились с выполнением экспериментальных заданий третьего этапа. Дети не распознавали представленные на картинках ситуации коммуникации – выбирали любое изображение ситуации общения наугад, без соотнесения его с условиями задания; несколько раз меняли выбор и не могли объяснить его, отказывались от дальнейшей работы.



Распределение младших школьников с детским церебральным параличом по группам в зависимости от уровня сформированности коммуникативных умений

Сходство количественных результатов, полученных в процессе выполнения учащимися заданий на втором и третьем этапах эксперимента, позволяет утверждать, что ограниченный коммуникативный опыт и обусловленная им недостаточно развитая способность к распознаванию чужих и выражению своих эмоций обуславливает для младших школьников с детским церебральным параличом наличие проблем с выбором социально одобряемой формы поведения и вербальной коммуникации, адекватной жизненной ситуации.

Необходимо отметить, что по результатам выполнения заданий трех этапов констатирующего эксперимента ни один из младших школьников с детским церебральным параличом не был отнесен авторами к группе с высоким уровнем сформированности компонентов коммуникативных умений.

Количественное распределение испытуемых по группам в зависимости от уровня сформированности коммуникативных умений (на основе средних показателей по результатам трех этапов) представлено на рисунке.

Рисунок наглядно демонстрирует, что количество испытуемых со средним уровнем сформированности коммуникативных умений незначительно превышает число учащихся, продемонстрировавших очень низкий уровень владения ими. В целом общий уровень сформированности коммуникативных умений младших школьников с детским церебральным параличом можно охарактеризовать как недостаточный. Ни один из участников эксперимента не владеет коммуникативными умениями на уровне, необходимом для успешного обучения и социализации в условиях инклюзивной практики.

Заключение

На основе результатов эксперимента авторами были сделаны следующие выводы:

- уровень сформированности коммуникативных умений младших школьников с детским церебральным параличом является недостаточным для успешной адаптации детей к условиям инклюзивного обучения и социализации в среде сверстников с нормативным развитием, а также эффективного решения задач их обучения и воспитания;

- особенности эмоционального развития дошкольников рассматриваемой категории, ограниченность вследствие болезни доступных им видов деятельности и социального взаимодействия не позволяют им к началу школьного обучения получить необходимые представления о разнообразии социальных эмоций и их связи с определенными жизненными ситуациями, овладеть комплексом разнообразных способов их выражения, в частности вербальных и невербальных;

- требуется дальнейшее совершенствование сложившейся к настоящему моменту системы психолого-педагогического сопровождения дошкольников с ограниченными возможностями здоровья в области создания условий для формирования и развития коммуникативных умений воспитанников, обеспечения комплексного характера коррекционно-педагогического воздействия и преемственности в деятельности специалистов системы сопровождения на этапе дошкольного образования и начальной школы;

- система коррекционно-развивающей работы по дальнейшему развитию коммуникативных умений младших школьников с детским церебральным параличом должна включать четыре основных направле-

ния: совершенствование моторных, артикуляционных и дыхательных механизмов речи; формирование коммуникативно-поведенческих предпосылок коммуникации; формирование вербальных и невербальных средств коммуникации; развитие умения применять средств коммуникации в процессе общения;

– с учетом вариативности и комбинаторного характера нарушений психофизического развития у младших школьников при детском церебральном параличе, наиболее эффективной формой организации коррекционно-развивающей работы будут являться индивидуальные занятия с логопедом и педагогом-психологом.

Список литературы

1. Психология общения: школа академика А.А. Бодалева. М.: Русская школьная библиотечная ассоциация, 2017. 449 с.
2. Лозован Л.Я. Формирование коммуникативных умений младших школьников. М.: ИСМО РАО; Новокузнецк: КузГПА, 2010. 141 с.
3. Варданын Ю.В., Семенов А.А. Педагогические условия развития коммуникативности младших школьников // Гуманитарные науки и образование. 2022. № 4. С. 19–27.
4. Рябова Н.В., Назарова Е.В., Терлецкая О.В. Научно-практические основы формирования коммуникативных универсальных учебных действий младших школьников // Гуманитарные науки и образование. 2021. № 1. С. 91–96.
5. Рябова Н.В., Котыкина Е.А., Терлецкая О.В. Формирование универсальных учебных действий младших школьников // Гуманитарные науки и образование. 2022. № 4. С. 100–107.
6. Кроткова А.В. Группы для дошкольников со сложными нарушениями в образовательных учреждениях для детей с нарушениями опорно-двигательного аппарата // Воспитание и обучение детей с нарушениями развития. 2013. № 4. С. 6–15.
7. Лисина М.И. Формирование личности ребенка в общении. СПб.: Питер, 2009. 318 с.
8. Изотова Е.И., Авдулова Т.П., Хузеева Г.Р., Гребенникова О.В., Молчанова Г.В., Костяк Г.В., Гавриченко О.В., Аянян А.Н. Психология дошкольного возраста. М.: Юрайт, 2023. 452 с.
9. Михайлова Е.С. Тест Дж. Гилфорда и М. О'Салливан. Диагностика социального интеллекта. СПб.: ИМАТОН, 2018. 55 с.
10. Веракса Н.Е., Веракса А.Н. Детская психология. М.: Юрайт, 2023. 446 с.

УДК 378.1:372.862
DOI 10.17513/snt.39767

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ У СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ

¹Быков А.А., ²Киселева О.М., ¹Коротких А.А.

¹Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске,
Смоленск, e-mail.: alex1by@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Смоленский государственный университет», Смоленск, e-mail.: foxy03@yandex.ru

В работе рассмотрены особенности формирования технической грамотности у студентов младших курсов технических направлений. Актуальность разработки данной педагогической системы технической подготовки объясняется тем, что в данный момент в нашей стране происходит бурное развитие промышленности, что требует технически высококвалифицированного инженерного персонала. Формирование технической грамотности на младших курсах позволит в ходе дальнейшего обучения сформировать техническую компетентность обучающихся и в итоге будет способствовать развитию высшей стадии технической культуры. Представлено содержание элективных курсов в рамках учебного плана ряда технических направлений, направленных на формирование технических навыков, необходимых для успешного освоения будущей специальности. В рамках исследования проведен анализ уровня технической грамотности у студентов первого курса ряда технических направлений, выявлены причины низкого уровня технической грамотности. В качестве экспериментальной базы по внедрению педагогической системы формирования технической грамотности использовались студенты трех технических направлений филиала ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске. Результаты педагогического эксперимента на различных группах студентов подтверждают эффективность созданной системы подготовки и возможность ее применения в других учебных заведениях.

Ключевые слова: педагогическая система, техническая грамотность, элективный курс, технические способности, методы обучения, образовательная среда

PEDAGOGICAL FEATURES OF THE SYSTEM OF FORMATION OF TECHNICAL LITERACY IN TECHNICAL DIRECTIONS STUDENTS

¹Bykov A.A., ²Kiseleva O.M., ¹Korotkikh A.A.

¹Branch of the National Research University Moscow Power Engineering Institute,
Smolensk, e-mail: alex1by@mail.ru;

²Smolensk State University, Smolensk, e-mail: foxy03@yandex.ru

The paper considers the features of the formation of technical literacy among students of junior courses in technical areas. The relevance of the development of this pedagogical system of technical training is explained by the fact that at the moment in our country there is a rapid development of industry, which requires technically highly qualified engineering personnel. The formation of technical literacy in the junior years will allow in the course of further education to form the technical competence of students, and as a result will contribute to the development of the highest stage of technical culture. The content of elective courses within the framework of the curriculum of a number of technical areas aimed at developing the technical skills necessary for the successful development of a future specialty is presented. As part of the study, an analysis was made of the level of technical literacy among first-year students in a number of technical areas, and the reasons for the low level of technical literacy were identified. As an experimental base for the introduction of a pedagogical system for the formation of technical literacy, students of three technical areas of the branch of the federal state budgetary educational institution of higher education «National Research University» MPEI in Smolensk were used. The results of the pedagogical experiment on various groups of students confirm the effectiveness of the created training system and the possibility of its application in other educational institutions.

Keywords: pedagogical system, technical literacy, elective course, technical abilities, teaching methods, educational environment

В настоящее время в нашей стране наблюдается бурное развитие промышленных предприятий, особенно в области микроэлектроники, машиностроения и транспорта, приборостроения, авиационной и ракетной техники, что в свою очередь приводит к развитию электроэнергетики и промышленного строительства. Развитие современного общества в Российской Федерации

характеризуется формированием технической интеллигенции, обуславливающей формирование технического общества [1]. Сложившаяся ситуация предъявляет высокие требования к современной технической подготовке будущих инженеров, как главной составляющей формирующегося технического общества. Компетентностная модель подготовки инженеров – это на-

укоемкая и педагогически обоснованная система, включающая в себя взаимодействующие элементы, отображающие область деятельности, используемые технологии, профессиональные и психологические характеристики субъекта [2].

Вопросами развития и формирования педагогических систем занимались такие ученые, как В.А. Слостенин, Л.Г. Чумак, Ю.К. Бабанский; Л.А. Беляева; Ю.П. Сокольников и многие другие [3]. В процессе проводимых исследований понятие педагогической системы было отделено от понятия педагогический процесс, а также определены основные компоненты данного понятия. Из различных педагогических систем наибольший интерес для нашего исследования представляют системы обучения. Под системой обучения понимается совокупность информационного наполнения, средств и методов передачи информации, методики закрепления навыков и умений у обучаемого для достижения конечной цели [4].

На сегодняшний день строго установленной модели педагогической системы формирования технической грамотности нет – каждый вуз ввиду разности взглядов на данную проблематику, такую систему формирует самостоятельно, а значит, и указывать на строгую стандартизацию современного образования в настоящее время не приходится [5].

В университеты приходят абитуриенты из разных школ области и даже из школ других регионов. В результате можно получить данные об общей ситуации уровня технической грамотности выпускников общеобразовательных школ. К сожалению, проведенный анализ показал низкий уровень технической грамотности студентов первого курса. Показатели технической подготовки обучающихся анализировались на основе выполнения лабораторных заданий по таким дисциплинам общеобразовательного курса, как физика, электротехника и информационные технологии. Оказалось, что около 92% студентов первого курса отличаются отсутствием технической грамотности. Например, на лабораторных занятиях по физике и электротехнике они не могли самостоятельно собрать электрическую схему и ждали помощи преподавателя или своих однокурсников, обладающих техническими навыками. При этом, несмотря на высокий уровень технических устройств современного общества, уровень технической грамотности современной молодежи оставляет желать лучшего. Такое состояние дел определяется, на наш взгляд, двумя основными факторами. Во-первых, в системе советского школьного образования были цен-

тры развития молодежи и многочисленные кружки любителей радиотехники, активно способствующие формированию технической грамотности. Во-вторых, проведенный анализ учебного процесса в школах и анкетирование среди студентов первого курса показали, что обучение таким дисциплинам, как физика и технология, которые составляют основу формирования технической грамотности, проводится чисто теоретически и в большинстве случаев потеряло практическую составляющую. На уроках физики практически не проводятся лабораторные работы, или их проведение носит формальный характер без сборки и настройки экспериментальной установки, кроме того, на уроках физики перестали проводиться интересные работы и занимательные опыты, которые безусловно формировали техническую грамотность обучающихся и интерес к технике в целом. Такая же ситуация сформировалась и на уроках технологии, на данном предмете, как сообщили студенты, многие вопросы рассматривались только теоретически без формирования практических навыков.

В результате большинство современных выпускников средней школы являются только потребителями современных технологий, но такой порядок вещей не будет способствовать техническому и инновационному прогрессу нашей страны. Поэтому необходимо формирование современной педагогической системы формирования технической грамотности обучающихся с целью развития индустриального общества в современной России.

Целью исследования является проверка эффективности разработанной педагогической системы формирования технической грамотности обучающихся младших курсов технических университетов.

Материалы и методы исследования

В научном исследовании применялись такие методы, как анализ научной и методической литературы; обобщение передового педагогического опыта; педагогический эксперимент.

Техническая грамотность является первоначальным уровнем технической культуры, но именно ее правильное формирование позволит в будущем сформировать техническое мировоззрение у будущего специалиста [6]. Техническая грамотность представляет совокупность знаний и умений, дающих возможность осваивать обычную и профессиональную технику с дальнейшим применением ее в своей жизни и профессиональной деятельности [7]. Наилучшее освоение техники возможно благо-

даря приобретению технического опыта, поэтому, разрабатывая систему формирования технической грамотности, необходимо наибольшее внимание уделить практическим навыкам работы с техникой [8]. Разработка данной системы невозможна в рамках одной учебной дисциплины и требует консолидации нескольких учебных курсов, внедрения специальных элективных курсов и изменения содержания ознакомительной практики, существующей в учебных планах данных направлений. В основу системы были включены такие дисциплины базового курса, как физика и электротехника, а также в учебный план были введены элективные курсы по экспериментальной физике и экспериментальной электротехнике, а также элективный курс по проектированию и пайке простейших электронных устройств. На ознакомительной практике производится обучение электросварке и работе с основными измерительными приборами, например для направлений «Электроника и наноэлектроника» и «Электроэнергетика и электротехника» это различные виды осциллографов, ваттметров, вольтметров и т.д., для направления «Строительство» – всевозможные виды теодолитов, нивелиров, дальнометров, трассоискателей и т.д.

Главной педагогической особенностью разработанной педагогической системы является переход от пассивного усвоения материала к продуктивной самостоятельной деятельности. Применение деятельностного подхода предполагает активное воздействие обучающегося на объект изучения, что реализуется в нашей системе с помощью моделирования реальной профессиональной деятельности. В структуре системы выделены образовательный, практический и мотивационный блоки.

В состав образовательного блока входят теоретические знания о наиболее распространенной технике, характерной для данного направления. Основу образовательного блока составляют различные типы лекций. Вводная лекция мотивирует обучающихся на изучение современной профессиональной техники, демонстрирует ее значимость и важность освоения. Учитывая склонность молодежи к материальному вознаграждению, основному мотиватору будущей профессиональной деятельности, указать уровень оплаты труда специалиста со знанием современной техники и без нее. На этих же лекциях преподаватель с помощью специально разработанной анкеты определяет уровень технической грамотности и готовности к освоению изучаемой техники. Вторым типом используемых лекций являются проблемные лекции,

значимость которых отмечается многими педагогами [8]. Проблемные лекции активируют мотивационный компонент формирования технической грамотности. Третьим типом являются обобщающие лекции, главная задача которых – сконцентрировать наиболее важные теоретические знания об изучаемой технике. Четвертым типом лекций являются инструктивные лекции, с помощью которых преподаватель организует самостоятельную работу студентов по освоению техники и ориентирует их на творческие задания, определяющие главную цель созданной педагогической системы. Таким образом, лекционный курс является базовым для формирования технической грамотности.

Практический блок подразумевает получение практических навыков использования, выбора и адаптации техники в профессиональной деятельности. Первый уровень составляют практические занятия, на которых студенты выполняют задания под руководством преподавателя [9]. Таким образом, на таких занятиях они осваивают профессиональную и общеобразовательную технику и получают навыки работы с ней. Второй уровень предполагает выполнение практических заданий с применением различной техники, но в рамках базовых курсов обучения с преимущественно самостоятельностью студентов только под контролем преподавателей. Третий уровень подготовки практического блока предусматривает выполнение студентами на основе изученной техники творческих заданий, направленных на научно-исследовательское применение освоенного материала. При этом студенты могут разбиваться на творческие группы от 1 до 4 чел., но вклад в процесс должен давать каждый студент, что контролируется преподавателем через индивидуальные задания в коллективном проекте.

Мотивационный блок предполагает выявление готовности студентов к формированию технической грамотности и их мотивации к освоению современной техники. В основе мотивационного блока лежит креативно-деятельностный этап. На данном этапе происходит самостоятельное освоение техники с использованием соответствующей литературы с целью перевода техники в средство трудовой деятельности. Для этого на первом курсе обучения используется ознакомительная практика, в рамках которой выполняются задания, приближенные к будущей профессиональной деятельности. Например, студенты направления «Строительство» с помощью таких технических средств, как нивелир, те-

одолят, и различных лазерных дальнометров производят геодезические измерения местности и реальных строительных площадок, что демонстрирует необходимость знания профессиональной техники и знакомит студентов с одним из видов будущей деятельности. Как показал опыт такой деятельности, она существенно поднимает интерес к учебе и показывает связь учебы с предстоящей работой. Направление «Электроника и нанoeлектроника» с помощью современных технических средств проектирует различные виды электронных устройств и пытается спроектировать новые устройства, не имеющие аналогов и существенно облегчающие производственную и повседневную жизнь людей. Такая система подготовки формирует интерес обучающихся к современной технике, что способствует развитию технической грамотности на высоком уровне. При этом, несмотря на самостоятельность студентов на данном этапе, необходимо оказывать помощь студентам и контролировать их деятельность. Консультирование может носить индивидуальный или групповой характер [10]. В результате разработанная система формирования технической грамотности показала высокий уровень технической подготовки, что соответствует требованиям современного российского общества.

Результаты исследования и их обсуждение

Педагогический эксперимент по оценке эффективности разработанной системы

обучения проводился в течение трех лет на младших курсах смоленского филиала «МЭИ». В ходе эксперимента в нем приняли участие 1197 студентов первого и второго курсов. Первую группу составляли обучающиеся трех направлений «Электроника и нанoeлектроника», «Строительство» и «Электроэнергетика и электротехника». Для обучения данной группы использовалась разработанная система формирования технической грамотности. Вторую группу составляли обучающиеся таких направлений, как «Технологические машины и оборудование», «Теплоэнергетика и теплотехника» и «Информатика и вычислительная техника». В них обучения проводилось по стандартной программе.

На констатирующем этапе эксперимента проводилось анкетирование обучающихся, тестирование и выполнение простейших технических заданий, таких как, например, сборка простейших физических и электротехнических схем, работа с персональным компьютером, применение простейших измерительных устройств. Разработанные задания и тесты, проверявшие уровень технической грамотности, не выходили за пределы школьного курса. Результаты данного этапа эксперимента были обезличены и никак не указывали на направление обучения, исключая тем самым более высокий уровень школьной подготовки, который характерен для поступающих на направление «Информатика и вычислительная техника». Результаты констатирующего эксперимента представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты констатирующего этапа эксперимента

Год набора	Низкий уровень	Средний уровень	Уровень выше среднего	Высокий уровень
Студенты 1 курса				
Набор 2020 г.	277	27	3	0
Набор 2021 г.	455	38	2	0
Набор 2022 г.	359	34	2	0

Таблица 2

Результаты формирующего этапа эксперимента (контрольная группа)

Год набора	Низкий уровень	Средний уровень	Уровень выше среднего	Высокий уровень
Студенты 1 курса				
Набор 2020 г.	96	38	16	0
Набор 2021 г.	192	35	14	0
Набор 2022 г.	131	43	21	0

Таблица 3

Результаты формирующего этапа эксперимента (экспериментальная группа)

Год набора	Низкий уровень	Средний уровень	Уровень выше среднего	Высокий уровень
Студенты 1 курса				
Набор 2020 г.	17	29	70	41
Набор 2021 г.	21	32	119	82
Набор 2022 г.	15	28	79	78

Для проверки эффективности разработанной системы формирования технической грамотности был проведен формирующий этап эксперимента. В ходе формирующего этапа были выделены две группы испытуемых – экспериментальная и контрольная. В контрольной группе обучение и формирование технической грамотности осуществлялось по стандартному учебному плану на основе существующей педагогической системы. Экспериментальная группа проходила подготовку по разработанной системе. Результаты формирующего этапа представлены в табл. 2 и 3.

Анализ экспериментальных данных показал, что существующая методика подготовки практически не формирует техническую грамотность обучающихся, а разработанная система обладает высокими параметрами формирования требуемого качества. Благодаря использованию данной системы удалось у большинства студентов сформировать высокий уровень и уровень выше среднего технической грамотности, а низкий уровень остался у незначительной части студентов. Более того, дальнейшее наблюдение продемонстрировало, что в группах, в которых применялась разработанная система, процент отчисленных студентов был на 40–50% ниже, чем в группах с обычной методикой обучения. Студенты экспериментальной группы активно стали участвовать в различных технических конкурсах и студенческих конференциях, что говорит не только об их высокой технической грамотности, но и значительному росту интереса к технике и всем, что с ней связано.

Заключение

Таким образом, результаты педагогического исследования демонстрируют необходимость разработки системы формирования технической грамотности в связи с ее низким уровнем и несоответствия требованиям современного общества. Созданная система формирования технической грамотности перевела уровень профессиональных знаний и умений на более высокую ступень развития. Обучающиеся, сталкиваясь с новой

техникой, не испытывают страха перед ней и стараются самостоятельно разобраться в ее функционировании. Педагогическая система способствует не только развитию базовых технических знаний и умений, но и формированию базы для решения технических задач более высокого уровня сложности. Система стимулирует развитие интереса к технике, а тем самым и интереса к своей будущей профессии, что является одной из главных задач любой системы обучения. В результате разработанная система обеспечивает всестороннее развитие технической грамотности, что в дальнейшем создает базу для формирования технической образованности, компетентности и культуры.

Список литературы

1. Быков А.А., Киселева О.М. Педагогические аспекты системы начального этапа формирования технической компетентности у учащихся технических специальностей // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 5. С. 94–98.
2. Быков А.А., Тимофеева Н.М. Особенности формирования информационной компетентности студентов строительных специальностей на базе подготовки в классическом университете // Фундаментальные исследования. 2014. № 5–2. С. 341–344.
3. Головлева С.М. Развитие представлений о педагогических системах // Отечественная и зарубежная педагогика. 2020. Т. 1, № 2 (66). С. 62–77.
4. Хачатурова С.С. Обучающие системы в образовании // Международный журнал экспериментального образования. 2017. № 3–2. С. 188–189.
5. Цеханович Д.Б., Шевченко Д.С. Становление педагогической системы современного вуза // Образование и воспитание. 2021. № 5 (36). С. 91–97.
6. Киселева О.М., Тимофеева Н.М., Быков А.А. Особенности формирования технической культуры у учителей различных педагогических специальностей // Концепт. 2013. № 8. С. 11–15.
7. Коломеец Н.В. Компетенции технических работников: историческое развитие и современное состояние // Вестник Омского университета. Серия: Экономика. 2018. № 2 (62). С. 99–109.
8. Тимофеева Н.М. Оценка качества электронного обучения и возможности его повышения // Современные проблемы науки и образования. 2022. № 4.; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31855> (дата обращения: 23.03.2023).
9. Козлов С.В., Шкуратова А.А. Особенности мониторинга образовательного пространства с использованием новых информационных технологий // Системы компьютерной математики и их приложения. 2020. № 21. С. 393–399.
10. Nauryzbaeva G.K., Revalde G.V. Development of technical competence of undergraduate students // Journal of Educational Sciences. 2019. Vol. 61, Is. 4. P. 47–53.

УДК 378.147.227:372.853
DOI 10.17513/snt.39768

УСЛОВИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ ПО ФИЗИКЕ АРАБОЯЗЫЧНЫХ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА

Вахтина Е.А., Шемякина С.А.

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Волгоград,
e-mail: physics-volgmed@mail.ru*

В статье описывается авторский опыт подготовки по физике иностранных студентов-первокурсников в медицинском вузе на примере арабоязычных обучающихся по медицинским специальностям «Лечебное дело», «Стоматология» и «Фармация» на неродном для них русском языке. Анализируются понятия «условие», «метод», «приемы обучения», «арабоязычные студенты», «этнокультура», «этногруппа», «эффективность» и уточняется ключевое выражение «условия эффективной подготовки арабоязычных студентов по физике» как педагогическое сопровождение в ходе обучения, воспитания и развития личности обучающихся на основе учета их этнокультурных особенностей и специфики. Доказывается, что условия подготовки по физике арабоязычных студентов эффективны, когда достигается высокий уровень готовности арабоязычных студентов к изучению физики в медицинском вузе без опоры на помощь педагога и использования русско-арабского словаря на учебных занятиях. Описываются методы интерактивного обучения иностранных студентов медицинского вуза, способствующие формированию у иностранных студентов профессионального клинического сознания и мышления начиная с первого года подготовки к будущей профессиональной деятельности врача-специалиста. На примере подготовки по физике арабоязычных студентов медицинского вуза раскрыты особенности и специфика данной группы обучающихся, которые необходимо учитывать для создания условий их эффективной подготовки. Приведены методические рекомендации для преподавателей физики по организации и проведению практических занятий в группах арабоязычных студентов, обучающихся разным медицинским специальностям.

Ключевые слова: обучение, физика, медицинский вуз, иностранные студенты, условия, эффективность, подготовка

CONDITIONS FOR EFFECTIVE TRAINING IN PHYSICS OF ARABIC-SPEAKING STUDENTS OF MEDICAL UNIVERSITY

Vakhtina E.A., Shemyakina S.A.

*Volgograd State Medical University of the Ministry of Health of Russian Federation, Volgograd,
e-mail: physics-volgmed@mail.ru*

The article describes the author's experience of training in physics of foreign first-year students at a medical university on the example of Arabic-speaking students in the medical specialties "General Medicine," "Dentistry" and "Pharmacy" in Russian, not native to them. The concepts of "condition," "method," "teaching techniques," "Arabic-speaking students," "ethnoculture," "ethnogroup," "efficiency" are analyzed and the key expression "conditions for effective training of Arabic-speaking students in physics" is specified as pedagogical support during training, education and personal development of students based on taking into account their ethnocultural characteristics and specifics. It is proved that the conditions for training in physics of Arabic-speaking students are effective when a high level of readiness of Arabic-speaking students to study physics at a medical university is achieved without relying on the help of a teacher and the use of a Russian-Arabic dictionary in training sessions. The methods of interactive training of foreign students of a medical university are described, contributing to the formation of professional, clinical consciousness and thinking among foreign students, starting from the first year of preparation for the future professional activity of a specialist doctor. On the example of training in physics of Arabic-speaking students of a medical university, the features and specifics of this group of students are revealed, which must be taken into account to create conditions for their effective training. Guidelines for physics teachers on the organization and conduct of practical classes in groups of Arabic-speaking students studying in various medical specialties are given.

Keywords: education, physics, medical university, foreign students, conditions, efficiency, training

Современные требования, предъявляемые к подготовке иностранных студентов в медицинских вузах России, нацеливают научное педагогическое сообщество на пересмотр традиционных методов обучения в высшей школе и создание более эффективных условий подготовки по изучаемым дисциплинам.

Согласно Приказу Министерства науки и высшего образования РФ от 3 ноя-

бря 2020 г. № 1378 «Об утверждении Порядка отбора иностранных граждан и лиц без гражданства на обучение в пределах установленной Правительством Российской Федерации квоты на образование иностранных граждан и лиц без гражданства в Российской Федерации, а также предъявляемых к ним требований» [1] любой поступающий иностранный гражданин, поступивший на обучение по одной из ос-

новых образовательных программ высшего образования (программе бакалавриата или специалитета), должен иметь документ об иностранном образовании, признаваемом в Российской Федерации соответствующим образованию в России на уровне не ниже среднего общего образования. Опыт показывает, что уровень поступающих на обучение в медицинские вузы России иностранцев зачастую не соответствует уровню среднего общего образования, особенно по циклу естественнонаучных дисциплин, к числу которых относится физика. Зачастую большая часть абитуриентов из числа иностранных граждан изначально не соответствует основному требованию, предъявляемому к уровню базовых знаний, умений и навыков в данной предметной области. Это влечет за собой определенные трудности, связанные с организацией их обучения в медицинском вузе. Возникает проблема создания условий для их эффективной подготовки по физике. Особенно данная проблема усугубляется, когда занятия по физике необходимо организовать и провести с группой иностранных обучающихся из арабских стран. С одной стороны, следует учитывать, что они с трудом понимают русскую речь преподавателя и не знают многих физических терминов на русском языке, с другой – у них отсутствует подготовка по физике на уровне среднего общего образования, которую имеют российские обучающиеся. Вместе с тем преподавателю физики необходимо за короткое время, отводимое на изучение основных тем, сформировать требуемые компетенции, заложив фундамент необходимых знаний, умений и навыков для успешного освоения профильных клинических дисциплин на старших курсах обучения в медицинском вузе.

Цель исследования – определить условия эффективной подготовки по физике арабоязычных студентов медицинского вуза и разработать методические рекомендации для преподавателей по организации и проведению практических занятий с учетом начального уровня подготовки по физике и уровня владения русским языком обучающихся.

Материалы и методы исследования

Изучение нормативной документации, педагогической, методической, социологической и научной литературы по проблеме исследования; изучение и обобщение педагогического опыта преподавания физики иностранным студентам в медицинских вузах; педагогическое наблюдение; определение наиболее эффективных условий подготовки арабоязычных студентов и анализ

результатов внедрения интерактивных методов обучения физике в медицинском вузе.

Результаты исследования и их обсуждение

К числу требований, относящихся к успешному обучению иностранных студентов на первом курсе медицинского вуза, кроме уровня общеобразовательной подготовки по физике также можно отнести владение языком, на котором ведется подготовка по соответствующей дисциплине, на уровне не ниже среднего, а также умение и готовность иностранного студента к работе в международном коллективе, включающем представителей разных этнокультур. Попадая в группу иностранных студентов, преподаватель физики сталкивается с тем, что в их числе могут встретиться арабоязычные студенты, владеющие русским языком на достаточном уровне, чтобы изучать физику на этапе вузовской подготовки в медицинском вузе, могут присутствовать студенты, вообще не понимающие русский язык и не способные читать текстовые задания по физике на русском языке без использования русско-арабского словаря. В этом случае необходимо создать такое условие эффективной подготовки арабоязычных студентов, при котором все участники образовательного процесса чувствовали бы себя комфортно и смогли понимать требования преподавателя физики. Одним из возможных вариантов может служить работа с электронным русско-арабским словарем с непосредственным использованием гаджетов студентов во время проведения занятия. Другой вариант создания условия эффективной подготовки состоит в совместной работе преподавателя со студентами по понятийному разбору физических терминов или с выносом их на интерактивную доску, или с записью на обычной доске мелом. Очень важной составляющей в данном случае является натурная визуализация, когда преподаватель физики сопровождает русский термин определенной демонстрацией или непосредственно предмета, или действия, или явления. Еще одним допустимым вариантом решения языковой проблемы в арабоязычной аудитории студентов является обращение к «живому» переводчику – специально обученному специалисту, сопровождающему учебное занятие дистанционно или контактно и выступающему в качестве помощника преподавателя физики. В роли такого переводчика во время учебного занятия может выступать арабоязычный студент, владеющий русским языком на уровне, который позволяет понимать русскую речь и переводить ее остальным арабоязычным студентам.

Что касается готовности арабоязычных студентов к работе в международном коллективе, включающем представителей разных этнокультур, следует констатировать, что, с одной стороны, они могут резко реагировать на представителей других этногрупп, если они оказываются более успешными при изучении физики. С другой стороны, большинство представителей арабоязычной аудитории в целом доброжелательны и толерантны по отношению и к русским преподавателям, и к иностранным студентам из других стран. Хотя в отдельных случаях наблюдалось возникновение конфликтов между представителями арабской и узбекской культуры в процессе их подготовки на занятиях по физике. Педагогическое наблюдение также показало, что в отдельных случаях арабоязычные юноши проявляли неготовность во взаимодействии с преподавательницей физики, если она не обладала определенным авторитетом для них в силу их этнокультурных ценностей [2].

Основными методами обучения в медицинском вузе являются методы интерактивного обучения, которые обращены к способам управления усвоением знаний и опыта посредством организации человеческих взаимодействий и отношений. Среди активных методов подготовки специалиста-медика выделяют неимитационные (инструктаж преподавателя, учебная беседа, работа в малых группах, мозговой штурм, тренинг, групповое фокусированное интервью или метод фокус-группы и др.). Опытные преподаватели высшей медицинской школы также применяют метод под названием «Синектика» американских авторов Уильяма Гордона и Джорджа Принса. Основная идея данного метода состоит в групповой генерации идей и в комбинировании разнородных и даже несовместимых элементов в решении творческих задач. К имитационным методам обучения относят решение задач, анализ конкретных ситуаций, анализ последовательных ситуаций (с описанием последовательных этапов), дидактические (учебные) игры с определенным сценарием и ролевые, организационно-деятельностные игры [3].

Перечисленные методы имеют проблемный характер и применяются в медицинских вузах с целью формирования у иностранных студентов профессионального клинического сознания и мышления начиная с первого года подготовки к будущей профессиональной деятельности. При этом в ходе подготовки по естественнонаучным, гуманитарным и клиническим дисциплинам иностранных студентов с первого года обучения приучают к самостоятельности

от частично поискового уровня до поискового, постепенно достигая уровня исследовательского характера. Основной дидактической функцией проблемного обучения является формирование способности у иностранного студента к творческой профессиональной деятельности и потребности в ней, развитие базовых мыслительных способностей, рефлексии и целеполагания [4].

Для применения тех или иных методов в ходе подготовки иностранных студентов также необходимо создание эффективных условий подготовки арабоязычных студентов в процессе преподавания физики. Уточнение понятий «условие» и «эффективность» в ходе исследования позволило дать авторское определение ключевого понятия «условие эффективной подготовки».

Понятие «условие» в исследованиях Н.В. Третьяковой представлено тремя основными трактовками: 1) условие как обстоятельство, от которого что-нибудь зависит; 2) условие как правила, установленные в какой-нибудь области жизни, деятельности; 3) условие как обстановка, в которой что-нибудь происходит. В педагогической литературе условие понимается как совокупность переменных природных, социальных, внешних и внутренних воздействий, влияющих на физическое, нравственное, психическое развитие человека, его поведение, воспитание и обучение, формирование личности [5]. В рамках образовательного процесса условие можно охарактеризовать, с одной стороны, как совокупность причин, обстоятельств, каких-либо объектов, с другой – как влияние обозначенной совокупности на воспитание, обучение и развитие человека, в том числе на ускорение или замедление данных процессов.

В качестве эффективных условий подготовки и российских, и иностранных студентов зачастую определяют:

– внешние (доступность для обучающегося тех или иных источников информации и разных средств осуществления образовательной деятельности; оснащение лекционных залов, учебных лабораторий и аудиторий, в которых осуществляется образовательная деятельность; личные и деловые взаимоотношения между преподавателями и студентами и ряд других внешних условий, сопутствующих образовательной деятельности иностранца в российском вузе);

– внутренние (индивидуальные особенности обучающегося, которые по-разному сказываются на любых аспектах его жизнедеятельности в зависимости от его принадлежности к определенной этнокультуре, врожденные свойства и приобретенные (развивающиеся) качества, обуславливающие

не только его жизнедеятельность, но и дальнейшее саморазвитие и самообразование) [5].

И внешние, и внутренние условия являются предпосылками обмена информацией между иностранным студентом и его окружением. Именно они характеризуют предрасположенность иностранца к усвоению информации, к творчеству в ее использовании.

Иностранный студент, оказываясь во внешних условиях (осуществляя образовательную деятельность), реагирует на них. Это означает, что внешние условия информационно отражаются в его внутреннем мире и служат одной из реактивных предпосылок изменения внутренних условий его собственной образовательной деятельности [6].

Понятие «эффективность» в общенаучном значении берет истоки от понятия «эффект», которое в естественнонаучном контексте связано с определением «явления», сопровождающееся каким-то результатом. С другой стороны, термин «эффект» близок по смысловому значению с такими терминами, как «полезный результат» или «полезное действие, приводящее к желаемому результату». Очевидно, что понятие «эффективность» по смысловому значению предполагает достижение желаемого результата за счет полезного действия при специально созданных условиях, способствующих достижению данного результата [7].

Для создания эффективных условий подготовки иностранных студентов в медицинских вузах применяются такие методы и способы, которые ориентированы на снятие определенных барьеров, вызывающих социальные, психологические, этнокультурные, коммуникативные и другие трудности у обучающихся. Решение возникающих проблем в ходе обучения физике и преодоление барьеров, связанных с пониманием физической терминологии на русском – неродном для иностранных студентов (не имеющих предварительной языковой подготовки) языке создает дополнительные трудности у преподавателя в ходе организации образовательного процесса. Учитывая основную идею и смысл понятий «условие» и «эффективность», под «условием эффективной подготовки арабоязычных студентов по физике» будем понимать такое педагогическое сопровождение в ходе обучения, воспитания и развития личности обучающихся на основе учета их этнокультурных особенностей и специфики, при котором результат обучения физике будет определяться высоким уровнем готовности арабоязычного студента к изучению учебного материала без опоры на помощь преподавателя физики и взаимодействию

с преподавателем физики на русском языке без словаря и посредников. Следует отметить, что создание благоприятных педагогических условий, являясь важным аспектом образовательного процесса, не всегда эффективно и зависит от активности и готовности педагогов и студентов к реализации этих условий, так как участники образовательного процесса могут быть активными и готовыми к работе на учебных занятиях, но из-за невозможности преодолеть возникающие барьеры в ходе учебного взаимодействия достижение высокого результата обучения физике будет сводиться к нулю или оставаться на начальном уровне подготовки. Зачастую у преподавателя нет возможности адаптировать методы обучения физике индивидуально для каждого студента, и арабоязычные студенты крайне редко бывают мотивированными и заинтересованными в получении знаний по физике в медицинском вузе. Поэтому для данной этнокультурной группы иностранных студентов эффективность условий подготовки по физике не всегда зависит от активности и взаимодействия обучающихся и преподавателя. Основную роль в эффективной подготовке по физике арабоязычных студентов медицинского вуза определяют авторитет преподавателя как носителя русской культуры, его профессиональные компетенции по созданию условий обучения, приводящих к желаемому результату.

Заключение

Подготовка арабоязычных студентов по медицинским специальностям «Лечебное дело», «Стоматология» и «Фармация» сопровождается изучением основ физики и ее приложением к области медицины и здравоохранения, включая биологический аспект, и формированием познавательной активности и мотивации арабоязычных студентов на изучение физики с ориентацией на передовые технологии в области медицины и здравоохранения. Для формирования такой установки у арабоязычных студентов необходимо создание специальных условий, способствующих всестороннему развитию личности обучаемого с ориентацией на будущую профессиональную деятельность. При организации практических занятий по физике в группах арабоязычных студентов наряду с преодолением языковых и коммуникативно-поведенческих трудностей преподавателю физики следует руководствоваться следующими методическими рекомендациями:

– учитывать характерные для арабоязычных студентов индивидуальные особенности (студентам-арабам присуща раскрепо-

ценность и непосредственность в общении со сверстниками и преподавателем, шумное поведение и наличие соревновательности на фоне достижения успехов в учебе, вместе с тем неаккуратность в выполнении заданий по физике, недоведение начатого до конца);

– адаптировать под арабоязычных студентов некоторые задачи и задания по физике (вводить задания с элементами поэтапных инструкций выполнения учебных действий, предлагать решение творческих задач по физике, ориентированных на профильную деятельность врача, предлагать задания с использованием медицинской электронной физиотерапевтической аппаратуры, которые необходимо выполнять по ролям, демонстрируя при этом и знания по физике, и умение продемонстрировать поведение врача в ходе проведения физиотерапевтической процедуры и др.);

– использовать различные способы передачи обучающей информации физического содержания (непосредственное общение преподавателя со студентами на учебных занятиях, предоставление информационного контента по изучаемой дисциплине средствами электронно-информационного образовательного портала, подключение к обучению социальных мессенджеров в случае необходимости при наличии слабоуспевающих по физике студентов, которые нуждаются в постоянном педагогическом сопровождении);

– применять практико-ориентированное обучение физике с распределением акцентов по соответствующим медицинским специальностям (арабоязычным студентам по специальности «Стоматология» при отборе обучающего материала ориентироваться на физико-механические процессы, происходящие с точки зрения физики в зубочелюстном сегменте, голове и шее человека, студентам-арабам, обучающимся по специальности «Лечебное дело», необходимо больше уделять внимания физическим основам функционирования различных систем и органов человека с рассмотрением влияния физических факторов на организм человека в целом, а также рассматривать физические аспекты диагностики, лечения и физиотерапии, включая основы функционирования и эксплуатации медицинской техники, арабоязычные студенты, обучающиеся по специальности «Фармация», должны быть ориентированы в большей степени на аспекты медицинской и биоло-

гической физики, связанные с созданием лекарственных веществ, влиянием медикаментов на транспорт в мембранах, а также лабораторной техникой, позволяющей проводить медико-биологические исследования, включая оптический микроскоп, поляриметр, фотоэлектродетектор, спектрофотометр и др.).

Таким образом, обучение физике арабоязычных студентов в медицинском вузе требует создания со стороны преподавателя физики таких условий, при которых коммуникативно-поведенческие, психологические, социокультурные и этнонациональные барьеры преодолевались бы непрерывно и поэтапно с переходом на эффективную подготовку специалиста в области медицины и здравоохранения за счет применения комплекса методических приемов согласно предложенным рекомендациям по работе с иностранными студентами из арабских стран.

Список литературы

1. Приказ Министерства науки и высшего образования РФ от 3 ноября 2020 г. № 1378 «Об утверждении Порядка отбора иностранных граждан и лиц без гражданства на обучение в пределах установленной Правительством Российской Федерации квоты на образование иностранных граждан и лиц без гражданства в Российской Федерации, а также предъявляемых к ним требований» [Электронный документ]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400141977/#review> (дата обращения: 22.09.2023).
2. Коробкова С.А. Образовательный процесс в условиях поликультурной среды вуза: теория и практика реализации гендерного подхода. Волгоград: Волгоградский государственный медицинский университет, 2010. 156 с.
3. Горбузова М.С., Шемякина С.А. Информационно-обучающий контент как средство формирования технологических умений по физике, математике и информатике у студентов медицинских вузов // Современные проблемы науки и образования. 2023. № 1. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=32365> (дата обращения: 02.08.2023). DOI: 10.17513/spno.32365.
4. Кудрявая Н.В., Уколова Е.М., Молчанов А.С., Смирнова Н.Б., Зорин К.В. Врач-педагог в изменяющемся мире: традиции и новации / Под ред. академика РАМН, проф. Н.Д. Ющука. М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2001. 304 с.
5. Третьякова Н.В. Обеспечение качества здоровьесберегающей деятельности образовательных организаций (организационно-педагогический аспект): дис. ... докт. пед. наук. 13.00.01. Екатеринбург: ФГАОУ ВО РГППУ, 2014. С. 276.
6. Королёва Л.Ю., Макеева И.Ю. Особенности преподавания специализированных дисциплин иностранным студентам в медицинском вузе // Ученые записки Орловского государственного университета. 2019. № 1 (82). С. 266–267.
7. Киселева В.В., Белоконова Л.В. Организация и качество подготовки иностранных студентов в медицинском вузе на примере кафедры инфекционных болезней и эпидемиологии // Научное обозрение. Педагогические науки. 2018. № 6. С. 16–19.

УДК 378
DOI 10.17513/snt.39769

ПРОБЛЕМЫ КОММУНИКАЦИИ И ЦИФРОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУБЪЕКТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Долженкова Е., Мохорова А.Ю., Мохоров Д.А., Демидов В.П.

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,
Санкт-Петербург, e-mail: skinx@inbox.lv*

Пандемия COVID-19 ускорила процессы цифровой трансформации образования и привела к необходимости дистанционного взаимодействия учителя и ученика. Ранее специалисты рассматривали преимущества и недостатки дистанционного обучения как вспомогательной технологии образовательного процесса. Карантинные меры, периодически вводимые органами государственной власти, ставят на повестку дня вопрос о необходимости создания полноценной системы дистанционного обучения, которая полностью заменит собой обычный процесс образовательной деятельности. Ключевыми субъектами дистанционного обучения в университете являются преподаватели и студенты. Качество их взаимодействия напрямую влияет на образовательные результаты и формирование устоявшихся компетенций. Целью исследования явился анализ готовности участников образовательных отношений к эффективному взаимодействию в цифровой образовательной среде и возможности замены традиционного обучения дистанционным. Были использованы следующие методы: анкетирование с участием преподавателей и студентов, проведенное в весеннем семестре 2020–2021 учебного года, и осеннем, весеннем семестрах 2021–2022 учебного года. Анализ результатов опроса позволил определить уровень готовности испытуемых к обучению в дистанционном формате как с технической, так и с психологической точки зрения; влияния дистанционного обучения на его результаты, а также подтвердил теоретическое предположение о необходимости использования дистанционного обучения как неосновной формы обучения в связи с неудовлетворенностью процессом дистанционного обучения как со стороны обучающихся, так и со стороны педагогов: психологический дискомфорт, отсутствие достаточной обратной связи и ряд технических проблем. При этом в целом дистанционное обучение в университетской среде, в экстраординарных условиях, которыми можно считать пандемию COVID-19, стало успешным проектом, который не остановил образовательный процесс.

Ключевые слова: дистанционное обучение, онлайн-курсы, коммуникативная платформа, цифровая образовательная среда, межличностное общение

PROBLEMS OF COMMUNICATION AND DIGITAL INTERACTION OF DISTANCE LEARNING SUBJECTS

Dolzhenkova E., Mokhorova A.Yu., Mokhorov D.A., Demidov V.P.

Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, e-mail: skinx@inbox.lv

The COVID-19 pandemic accelerated the digital transformation of education and led to the need for distance teacher-student interaction. Earlier experts considered the advantages and disadvantages of distance learning as a subsidiary technology of the educational process. The lockdowns periodically introduced by state authorities put on the agenda the question of the need to create a full-fledged distance learning system that would completely replace the regular process of educational activities. The key subjects of distance learning at the university are teachers and students. The quality of their interaction directly affects the educational results and the formation of the established competencies. The aim of the study was to analyze the readiness of participants in educational relations for effective interaction in a digital educational environment and the possibility of replacing traditional learning by distance. The following methods were used: a survey with the participation of teachers and students, conducted in the spring semester of 2020–2021 and semesters 2021–2022. The analysis of the survey results made it possible to determine the level of the subjects' readiness for learning in a distance format, both from a technical point of view and from a psychological one; the influence of distance learning on its results, and also confirmed the theoretical assumption about the need to use distance learning as a non-main form of education due to dissatisfaction with the distance learning process, both on the part of students and on the part of teachers, psychological discomfort, lack of sufficient feedback and a number of technical problems. At the same time, in general, distance learning in a university environment, in extraordinary conditions that can be used to describe the COVID-19 pandemic, can be called a successful project that did not stop the educational process.

Keywords: distance learning, online courses, communication platform, digital educational environment, interpersonal communication

Основной тенденцией существования современного мира, в отличие от прошлых периодов развития, главным образом является повсеместное проникновение цифровых технологий. Уже нельзя представить себе общение без использования социальных сетей и мессенджеров. С начала пан-

демии COVID-19 цифровые изменения стали происходить еще быстрее: в социальную реальность ворвалась «необходимость» использовать цифровые платформы для получения возможности работать, учиться или просто общаться. С одной стороны, трудовая, учебная [1], социальная

жизнь стала удобнее: нет необходимости тратить время на дорогу до места работы или встречи (деловой или с друзьями); возможно мгновенно продемонстрировать необходимые материалы и документы. С другой стороны, за всем этим скрываются проблемы, вызванные общением посредством коммуникативных платформ (ZOOM, MsTeams, Moodle, Blackboard Learn и т.д. [2]), под которые человеческое понимание и сам человек все еще адаптируются.

Обратим основное внимание на предоставление и получение образования посредством интернета, а именно: онлайн-курсы и/или дистанционное образование [3]. Таким образом, есть два субъекта отношений: учитель/преподаватель (предоставляет информацию посредством коммуникативной платформы) и ученик/студент (получает данные, используя технические средства). Участники данных отношений находятся в ситуации, когда нет возможности установить личный контакт, познакомиться в «реальности» и использовать преимущества непосредственного общения. Преподаватель оказывается в ситуации, когда сложно определить, есть ли заинтересованность со стороны слушающих, так как он не имеет обратной связи [4].

Таким образом, важным является вопрос, возникает ли проблема дистанционного образования (онлайн-курсов) в виде отсутствия межличностного общения между преподавателем и обучающимися, и необходимо определить субъект, находящийся в уязвимом положении.

Следующий аспект, связанный непосредственно с результатом применения метода подачи учебной информации онлайн, направлен на установление факта влияния подачи информации онлайн на усвоение предмета студентом, и определение влияния передачи информации посредством онлайн-коммуникативных платформ на результаты промежуточной аттестации (прохождение и итог экзамена или зачета).

Данные положения являются актуальными для понимания положения субъектов образовательных отношений в цифровой среде, как в настоящем, так и в будущем. Принимая во внимание расширение использования цифрового пространства, а также активное внедрение искусственного интеллекта и расширение его возможностей (например, анонсируемые возможности в будущем Meta – Facebook), важно представлять, с какими вызовами столкнется учебное сообщество. В научной литературе широко освещается психологическое состояние обучающихся. Так, Е.И. Kazakova [5] отмечает, что они лишаются чувства общности

в процессе дистанционного образования, несмотря на то, что в процессе исследования не было выявлено проблем восприятия учебного материала. Е.В. Неборский [6] также приходит к выводу, что в процессе дистанционного обучения у студентов снижается умение работать в команде, что, безусловно, может отразиться на будущей профессиональной деятельности.

Важно отметить, что результаты исследований о влиянии онлайн-образования на обучающихся также зависят и от направления их профессиональной подготовки [7, 8]. Но большинство исследователей [9] приходят к выводу, что на качество онлайн-образования влияют такие факторы, как своевременная обратная связь между студентами и преподавателями, своевременное предоставление лекционного материала (видеолекции), материала для самостоятельной работы и разъяснений к нему. При этом отмечается, что необходимо не перегружать студентов, а также разрабатывать и применять мотивационные механизмы. Немаловажное значение имеют и цифровые платформы [10] (цифровая среда), которые также влияют на усвоение материала обучающимися [11].

Несмотря на указанные вызовы, которые возникают перед образовательным сообществом при применении дистанционного образования, цифровые возможности позволяют вовлечь в образовательный процесс уязвимые группы населения [12, 13], кроме того, внедрение дистанционного образования позволит в будущем усовершенствовать механизмы цифровых методов образования [14]. Но сегодня все еще необходимо приложить ряд усилий для изучения самого процесса дистанционного образования и положения его субъектов.

Материалы и методы исследования

Для комплексной оценки результатов применения дистанционной формы образования был использован такой метод исследования, как опрос.

Опрос проводился посредством анкетирования в осеннем семестре 2021–2022 учебного года среди студентов 2, 3 и 4 курсов Высшей школы юриспруденции и судебно-технической экспертизы и Высшей школы международных отношений Гуманитарного института Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (ГИ СПбПУ). Общее число участвовавших в опросе студентов – 141 чел. в возрасте 19–22 лет. Разработка вопросов проводилась с учетом цели исследования и для получения четкой информации от субъектов отношений. Была поставлена

цель выявить не только результативность онлайн-обучения, но и состояние психологического и эмоционального комфорта участников дистанционной коммуникации, а также их личное/субъективное отношение к онлайн-образованию.

С началом пандемии COVID-19 в весеннем семестре 2019–2020 учебного года ГИ СПбПУ было введено дистанционное обучение посредством дистанционной образовательной программы Moodle с использованием коммуникативной платформы MsTeams. Лекционные и практические занятия проходили в системе MsTeams. Там же проходила и итоговая аттестация обучающихся. В период обучения студенты, в свою очередь, предоставляли домашние задания, презентовали доклады, сдавали промежуточную аттестацию также посредством данной платформы.

Результаты исследования и их обсуждение

В таблице отражены результаты анкетирования среди потока студентов.

Результаты анкетирования показывают, что модификация цифровых коммуникативных платформ была воспринята студентами более чем положительно и, по их мнению, повлияла на качество образовательного процесса. Также студенты высоко оценивают возможности, которые предоставляют цифровые платформы по поиску и предоставлению учебного материала. При этом только 60% студентов уверены, что на освоение дисциплины не повлиял дистанционный формат обучения, 30% придерживаются негативного мнения, остальные затрудняются ответить, что показывает неудовлетворенность полученными знаниями значительного числа обучающихся. В целом, как показывают результаты опроса, у студентов наблюдается удовлетворенность цифровой грамотностью преподавателей, безусловно, значение не 100%, но наблюдается положительная динамика. Важно отметить, что опрос проводился по прошествии полных полутора лет с момента внедрения дистанционного образования. Можно предположить, что процесс адаптации к новым реалиям всех субъектов отношений завершается и что в начале данного процесса наблюдались бы несколько иные показатели. Здесь же стоит отметить и комплексный подход университета, который направлен на повышение цифровой грамотности преподавателей. О результатах данного процесса можно судить и по тому, что студенты достаточно высоко оценивают возможности преподавателей в цифровой среде – 78%, при показателе «затрудняюсь ответить»

15,6%. Одной из самых высоко оцененных возможностей онлайн-образования для студентов является возможность дистанционного прохождения итоговой аттестации. Здесь можно предположить, что столь высокая оценка связана с возможностью несанкционированного получения ответов.

В целом результаты опроса показывают положительное отношение студентов к дистанционному образованию. Но данная оценка все же является результатом вынужденных условий, которые привели к широкому внедрению дистанционного формата обучения. Только 50,4% студентов ответили утвердительно на вопрос о том, хотели бы они продолжать обучение только в дистанционном формате. На дополнительный вопрос, касающийся личного мнения, а также при личных беседах преподавателей и студентов респонденты высказывали мнение, что им не хватает межличностного общения без применения цифровых платформ, а некоторые все же испытывают сложности с усвоением учебного материала.

В целом дистанционное образование в университетской среде в экстраординарных условиях, которыми можно считать пандемию COVID-19, следует признать успешным проектом, который не позволил остановить образовательный процесс. Безусловно, внедрению дистанционного формата способствовали ранее созданные образовательные онлайн-платформы. Они использовались в очном формате, как электронные возможности университета для дополнительного образования (в том числе онлайн-курсов), а также для загрузки документов, учебных материалов и образовательных программ. Если обратить внимание на онлайн-курсы, которые были доступны и до пандемии и в которых активно принимали участие обучающиеся, то важно отметить, что возможно использовать их в рамках получения дополнительного образования и/или получения дополнительных навыков, получения дополнительной информации и т.д.

Но, когда речь идет об основном образовании, мы сталкиваемся с неудовлетворенностью как студентов, так и преподавателей дистанционным процессом обучения.

Необходимо начать с технических возможностей обеих групп участников. Здесь могут иметь значения такие социальные проблемы, как низкий доход участников, что не позволило вначале беспрепятственно воспользоваться образовательными онлайн-платформами, как студентам, так и преподавателям. Новые онлайн-платформы оказались несовместимы со старыми компьютерами, планшетами и смартфонами.

Результаты анкетирования студентов

№	Вопрос	Количество положительных ответов: «положительно»/ «да»	Количество отрицательных ответов: «отрицательно»/ «нет»	Количество ответов «затрудняюсь ответить»
1	Были ли проблемы с входом в системы?	37,9%	58,6%	3,5%
2	Были ли сложности с поиском учебных материалов в системах?	36,2%	59,6%	4,2%
3	Были ли проблемы с демонстрацией презентаций?	29,1%	65,2%	5,7%
4	Удавалось ли быстро решить указанные выше проблемы?	66,4%	18,6%	15%
5	Как вы относитесь к возможностям, которые предоставляют цифровые коммуникативные платформы в образовании?	78%	7,8%	14,2%
6	Как вы оцениваете полученные в ходе дистанционных занятий знания?	59,6%	17%	23,4%
7	Всегда ли вы могли присутствовать на занятиях в дистанционном формате?	70%	25,7%	4,3%
8	Как вы оцениваете скорость, используемого вами интернета?	71,6%	15,6%	12,8%
9	Позволяли ли используемые вами технические средства (компьютер, планшет, смартфон) входить онлайн на занятия и беспрепятственно в них участвовать?	85,1%	7,8%	7,1%
10	Освоению дисциплины препятствовал дистанционный формат занятий?	30,7%	60%	9,3%
11	Изменения интерфейса образовательных онлайн-платформ способствовали ли повышению качества получаемой информации?	46,8%	30,5%	22,7%
12	Как вы оцениваете умения преподавателей в роли интернет-пользователей?	78%	6,4%	15,6%
13	Как вы оцениваете возможности интернет-соединения преподавателей?	71,9%	14,4%	13,7%
14	Как вы оцениваете возможности технических средств (компьютер, планшет, смартфон) преподавателей?	82,7%	7,2%	10,1%
15	Как вы относитесь к смешанному формату обучения (практические занятия офлайн, лекционные занятия онлайн)?	60,7%	27,9%	11,4%
16	Как вы оцениваете возможность общения с преподавателем, посредством дистанционного образования?	70,2%	18,4%	11,3%
17	Всегда ли вы получали обратную связь от преподавателя при дистанционном образовании?	70,2%	24,1%	5,7%
18	Как вы оцениваете прохождение итоговой аттестации онлайн?	80,1%	6,4%	13,5%
19	Хотели бы вы, чтобы образование было в дистанционном формате?	50,4%	33,3%	16,3%
20	Как вы относитесь к опыту дистанционного образования?	69,5%	14,9%	15,6%

Если у пользователя не было возможности воспользоваться компьютером или планшетом для участия в онлайн-занятии, то оставалось только использовать смартфон, что, безусловно, ставило пользователя в ограниченное положение (например, большинство смартфонов не позволяли использовать все функции приложения MsTeams – вначале платформа не предоставляла возможность начать собрание в команде посредством мобильной версии).

Отметим низкую скорость интернет-соединения, которая была отмечена некоторыми студентами. С одной стороны, это может быть обусловлено невысоким уровнем доходов домохозяйства, в котором проживает тот или иной пользователь. С другой стороны, возросшей нагрузкой на общую интернет-сеть, когда работа и учеба иных участников рынка основывалась на дистанционном формате. Тем не менее данный фактор какое-то время не позволял преподавателям надлежащим образом передать информацию, а студентам, в свою очередь, получить ее в качественном виде.

Обе проблемы могут показаться не столь значительными в период обучения, но их роль возрастает при проведении итоговой аттестации. Можно наблюдать как тревожное состояние студента, что не позволяет ему сосредоточиться на вопросе преподавателя или внимательно пройти тест, так и возможность студента ввести в заблуждение преподавателя, отвечая на поставленный вопрос, или «обойти» систему при прохождении теста. В обоих случаях студент может воспользоваться нежелательными подсказками, что не позволит преподавателю оценить реальный уровень знаний студента. Нельзя не отметить и психологический дискомфорт участников итоговой аттестации, что, безусловно, сказывается и на психологическом здоровье, и на продолжении доверительных (или, наоборот, не доверительных) отношениях между преподавателем и студентами.

Следующей важной проблемой, которая была установлена в ходе исследования, являются навыки интернет-пользователя. В основном проблема касается преподавателей старшего возраста. Преподаватели, обладающие высокими академическими знаниями, знаниями теоретической и методологической направленности, а также большим опытом как читаемой дисциплины, так и общения со студентами, не могут в полной мере донести информацию до обучающихся по причине низкого уровня их знаний как интернет-пользователей. Данная проблема рассматривается совместно с реальным положением, когда

опытный преподаватель в силу отсутствия опыта ведения занятий онлайн не способен подавать информацию так же профессионально посредством коммуникативной платформы. Многие преподаватели более чем с тридцатилетним стажем не могут в кратчайшие сроки переработать материал для онлайн-использования, который они предоставляли студентам очно. Здесь также присутствует психологическая нагрузка на преподавателя, который становится уязвимым и перед неизвестным ему ранее интерфейсом той или иной образовательной платформы.

Подобные технические моменты выйдут далеко за пределы своих границ и переходят на эмоциональное и психологическое состояние участников отношений. Отсутствие у преподавателя возможности наладить психологический контакт со слушателями может нарушить ход лекционного или практического занятия. Невозможность задать дополнительный вопрос или обсудить ту или иную тему с преподавателем также ведет к недопониманию между участниками. В данном случае наблюдается ситуация, когда все участники онлайн-общения не могут реализовать свои потребности, что влияет на качество как самого образовательного процесса, так и получаемой и анализируемой информации.

Заключение

Использование дистанционного образования в университетской среде при получении основного образования (бакалавриат, магистратура, аспирантура) негативно влияет как на преподавателей, так и на студентов. Проблемы, которые носят как психологический, так и образовательный и технический характер, возможно смягчить, используя:

- постепенное введение дистанционного формата обучения, в том числе смешанного;
- очную аудиторную форму проведения лекций и практических занятий в качестве основного формата обучения;
- непрерывное обучение цифровой грамотности преподавателей и студентов;
- общение преподавателей с психологами, как для снижения эмоциональной нагрузки, так и для обучения тактикам общения со студентами в различных условиях;
- предоставление в личное пользование высокотехнологичных технических средств;
- поощрение общения преподавателей и студентов в дополнительное время.

Представляется, что подобные действия позволят «вырастить» многофункциональных новых преподавателей и актуализировать высокий уровень знаний постоянного преподавательского состава с большим опы-

том работы под современные запросы развития социально-технологического общества.

Список литературы

1. Bolshunova T., Grigoreva N., Maslova O. Transformation of the Institute of Education in the Context of Digitalization // 1st International Conference on Technology Enhanced Learning in Higher Education (TELE) (Липецк, 24–25 июня 2021 г.). Липецк: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2021. P. 325–327. DOI: 10.1109/TELE52840.2021.9482441.
2. Barona C.B., Ramirez M.R. Effects of COVID 19 lockdown on the use of LMS platforms for virtual education // 16th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI) (Chaves, 23–26 июня 2021 г.). IEEE Computer Society, 2021. P. 1–6. DOI: 10.23919/CISTI52073.2021.9476645.
3. Mikheev A., Serkina Y., Vasyaev A. Current trends in the digital transformation of higher education institutions in Russia // *Educ Inf Technol*. 2021. Is. 26. P. 4537–4551. DOI: 10.1007/s10639-021-10467-6.
4. Zakharov K., Komarova A., Baranova T., Gulk E. Information Literacy and Digital Competence of Teachers in the Age of Digital Transformation. XIV International Scientific Conference “INTERAGROMASH 2021”. Lecture Notes in Networks and Systems, Vol. 247. Springer, Cham (2022). DOI: 10.1007/978-3-030-80946-1_78.
5. Казакова Е.И., Кондракова И.Э., Проект Ю.А. Переход к экстремному дистанционному обучению в условиях пандемии в призме проживания студентами трансформации образовательной среды вуза // *Образование и наука*. 2021. Т. 23, № 8. С. 111–146.
6. Неборский Е.В., Богуславский М.В., Ладыжец Н.С., Наумова Т.А., Анисимов А.Е. Переход на дистанционное обучение в условиях COVID-19 в оценках профессорско-преподавательского состава // *Перспективы науки и образования*. 2020. № 4 (46). DOI: 10.32744/pse.2021.4.6.
7. Bastos S.M., Girardi S., Schvirck E. Technology 4.0 in Accounting: What Future for Education? Perspectives and Trends in Education and Technology. *Smart Innovation, Systems and Technologies* 256. Springer, Singapore (2022). DOI: 10.1007/978-981-16-5063-5_23.
8. Marcelo Wroclawski, Flavio Lobo Heldwein. Editorial Comment: Digital Physical Burnout in the “New Normal” Workplace // *Journal of Endourology*. 2021. P. 885–887. DOI: 10.1089/end.2020.0631.
9. Keržič D., Alex J.K., Pamela Balbontín Alvarado R., Bezerra Dd.S., Cheraghi M., Dobrowolska B., et al. Academic student satisfaction and perceived performance in the e-learning environment during the COVID-19 pandemic: Evidence across ten countries. *PLoS ONE* 16 (10): e0258807. 2021. DOI: 10.1371/journal.pone.0258807.
10. Hosszu A., Rughiniş C. Design Issues in e-Learning during the COVID-19 Pandemic. 2021 23rd International Conference on Control Systems and Computer Science (CSCS). 2021. P. 432–438. DOI: 10.1109/CSCS52396.2021.00077.
11. Martínez F., Jacinto E., Montiel H. The use of online learning environments in higher education as a response to the confinement caused by COVID-19 // *Journal of E-Learning and Knowledge Society*. 2021. Is. 17 (1). P. 10–17. DOI: 10.20368/1971-8829/1135309.
12. de Arriba-Pérez F., García-Méndez S., González-Castaño F.J., Costa-Montenegro E. Evaluation of Abstraction Capabilities and Detection of Discomfort with a Newscaster Chatbot for Entertaining Elderly Users. *Sensors* 21. 5515. 2021. DOI: 10.3390/s21165515.
13. Lo Valvo A., Croce D., Garlisi D., Giuliano F., Giarré L., Tinnirello I.A. Navigation and Augmented Reality System for Visually Impaired People. *Sensors* 21. 3061. 2021. DOI: 10.3390/s21093061.
14. Denisova O.A., Kunsbaeva G.A., Chiglitsiva A.S. Big data: some ways to solve the problems of higher education // *Journal of Physics: Conference Series // International Scientific and Practical Conference “Information Technologies and Intelligent Decision Making Systems, ITIDMS-II 2021”*. 2021. Vol. 2001. IOP Publishing Ltd. DOI: 10.1088/1742-6596/2001/1/012021.

УДК 378.147
DOI 10.17513/snt.39770

ДИДАКТИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПОНЯТИЙ У СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА

Елагина В.С., Похлебаев С.М., Савельева О.К.

*ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет»,
Челябинск, e-mail: V_275@mail.ru*

Актуальность формирования научных понятий у студентов в учебном процессе возрастает в связи с новыми требованиями ФГОС ВО к качеству их образования. Умение работать с понятиями обеспечивает обучающимся развитие понятийного, системного мышления, способности самостоятельно изучить и усвоить понятия в предметной области. Целью настоящего исследования является определение дидактических приемов, способствующих эффективному формированию научных понятий у студентов педагогического вуза как средства развития их понятийного диалектического мышления. Методологической основой процесса формирования научных понятий у студентов педагогического вуза выступает диалектический метод познания, который конкретизируется в системном подходе к изучению объектов и явлений природы как целостной системы, где взаимосвязи элементов обеспечивают им новое качество. Основным теоретическим методом в исследовании является анализ психолого-педагогической литературы, эмпирическое исследование осуществляется с применением методов наблюдения и обобщения педагогического опыта учителей общеобразовательной школы и преподавателей вуза. Понятие авторами статьи рассматривается как сложная логико-гносеологическая категория, включающая знание существенных свойств предметов окружающей действительности, существенных связей и отношений между ними. Процесс формирования понятий должен осуществляться в соответствии с их характеристиками, к которым относятся содержание понятия, объем понятия, связи и отношения между рассматриваемым понятием и другими понятиями. Авторы статьи акцентируют внимание на некоторых дидактических приемах, таких как работа обучающихся с глоссарием, моделирование, решение задач, ориентированных на усвоение ими понятий, раскрывают методику формирования научных понятий. Эффективность формирования научных понятий, свободного оперирования ими и применения на практике возможна при создании комплекса взаимосвязанных дидактических условий: формирование мотивации студентов к усвоению понятий, наличие знаний и логических умений, служащих фундаментом для усвоения понятий, осознание студентами цели усвоения системы научных понятий, понимания места понятий в системе научных знаний, их значения для решения практических задач, высокий уровень развития мышления.

Ключевые слова: научные понятия, диалектическое мышление, дидактические приемы, педагогическая подготовка студентов

DIDACTIC TECHNIQUES OF FORMATION CONCEPTS OF PEDAGOGICAL UNIVERSITY STUDENTS

Elagina V.S., Pokhlebaev S.M., Saveleva O.K.

South Ural State Humanitarian and Pedagogical University, Chelyabinsk, e-mail: V_275@mail.ru

The relevance of the formation of scientific concepts among students in the educational process is increasing due to the new requirements of the Federal State Educational Standard for the quality of their education. The ability to work with concepts provides students with the development of conceptual, systemic thinking, the ability to independently study and assimilate concepts in the subject area. The purpose of this study is to identify didactic techniques that contribute to the effective formation of scientific concepts among students of a pedagogical university as a means of developing their conceptual dialectical thinking. The methodological basis of the process of forming scientific concepts among students of a pedagogical university is the dialectical method of cognition, which is concretized in a systematic approach to the study of objects and phenomena of nature as an integral system, where the interrelationships of elements provide them with a new quality. The main theoretical method in the study is the analysis of psychological and pedagogical literature, empirical research was carried out using methods of observation and generalization of pedagogical experience of teachers of secondary schools and university teachers. The concept is considered by the authors of the article as a complex logical-epistemological category, including knowledge of the essential properties of objects of the surrounding reality, essential connections and relationships between them. The process of forming concepts should be carried out in accordance with their characteristics, which include the content of the concept, the scope of the concept and the connections and relationships between the concept in question and other concepts. The authors of the article focus on some didactic techniques, such as the work of students with a glossary, modeling, solving problems focused on the assimilation of concepts by them, reveal the methodology for the formation of scientific concepts. The effectiveness of the formation of scientific concepts, their free operation and application in practice is possible when creating a complex of interrelated didactic conditions: the formation of students' motivation to assimilate concepts, the availability of knowledge and logical skills that serve as the foundation for the assimilation of concepts, students' awareness of the purpose of assimilation of the system of scientific concepts, understanding the place of concepts in the system of scientific knowledge, their significance for solving practical problems. tasks, a high level of thinking development.

Keywords: scientific concepts, dialectical thinking, didactic techniques, pedagogical training of students

Проблема формирования научных понятий относится к одной из актуальных проблем современной дидактики и заслуживает особого внимания как школьных учителей, так и преподавателей педагогического вуза.

По мнению А.В. Усовой, для повышения качества обучения необходимо «усовершенствование методики формирования у обучающихся научных понятий, составляющих один из важнейших компонентов системы научных знаний. Для этого педагогам необходимо овладеть теоретическими основами процесса формирования понятий и умениями их реализации в учебной деятельности. Это обеспечит оптимальную структуру учебных программ и предметов, преемственность и непрерывность основополагающих понятий при их изучении на основе реализации внутрипредметных и межпредметных связей» [1, с. 3].

Процесс формирования понятий, способность оперировать ими и применять при выполнении заданий и решении задач тесно связаны с уровнем развития мышления обучающихся. Странники когнитивной теории развития мышления считают, что для усвоения, свободного оперирования и использования научной информации обучающимся необходимо владеть категориально-понятийным аппаратом, который формируется целенаправленно и постепенно.

Опыт работы в педагогическом вузе, педагогическая деятельность в общеобразовательной школе позволяют сделать вывод о том, что большинство преподавателей, и тем более школьных учителей, не уделяют должного внимания теоретическим и методическим основам формирования системы научных понятий у обучающихся. В результате обучающиеся могут воспроизводить полученную ими информацию, но затрудняются не только раскрыть сущность и содержание понятия, но и назвать понятие, выделить структуру понятия, определить характер связи признаков в определении понятия, установить связь понятия с более общими или частными понятиями в изучаемой области науки или смежных наук, испытывают существенные трудности, если необходимо оперировать одновременно несколькими понятиями или понятиями из смежных предметов, устанавливать между ними содержательные и процессуальные связи.

Формирование понятий, по мнению В.В. Давыдова, является одной из главных целей школьного преподавания. «Овладеть понятием значит овладеть всей совокупностью знаний о предметах, к которым относится данное понятие» [2, с. 19].

Понятие является формой отражения мира на рациональной, логической ступе-

ни познания бытия. Поэтому вполне закономерно, что методологическая (философская) значимость понятий была выявлена и должным образом оценена классиками диалектики, которые определяли понятие как высший продукт материи, как отражение объективного мира, как результаты, обобщенные в опыте.

В Логическом словаре Н.И. Кондакова понятие рассматривается как «целостная совокупность суждений, ядром которой является суждение о существенных признаках, свойствах исследуемого предмета» [3, с. 457]. Понятие авторы статьи рассматривают как сложную логико-гносеологическую категорию, включающую знание существенных свойств предметов окружающей действительности, существенных связей и отношений между ними.

Целью данной статьи является определение дидактических приемов, способствующих эффективному формированию научных понятий у студентов педагогического вуза как средства развития их понятийного диалектического мышления.

Материалы и методы исследования

Методологической основой процесса формирования научных понятий у студентов педагогического вуза выступает диалектический метод познания, который конкретизируется в системном подходе к изучению объектов и явлений природы как целостной системы, где взаимосвязи элементов обеспечивают им новое качество. Профессиональная подготовка студентов, построенная на принципах диалектического подхода, по мнению Г.И. Железовой, М.А. Исайкиной, Н.Г. Недогреевой, обеспечивает формирование у студентов понятийного диалектического мышления [4]. Методологи, философы и дидакты считают, что метод восхождения от абстрактного к конкретному, суть которого проявляется в теоретическом воспроизведении обучающимися конкретной целостности объекта изучения, является основным средством формирования теоретических понятий. Поэтому так важно будущему учителю овладеть данным подходом и реализовать его в методике обучения, то есть конкретизировать теоретические положения методологии в способы и приемы практических действий. Основным теоретическим методом в исследовании является анализ психолого-педагогической литературы, эмпирическое исследование осуществлялось с применением методов наблюдения и обобщения педагогического опыта учителей общеобразовательной школы и преподавателей вуза.

Результаты исследования и их обсуждение

Понятие является формой рационального познания, психическим явлением, присущим только человеку. Понятие как элемент мышления и элементарная форма существования мысли является отражением существенного в феномене, закрепленном словом. Процесс формирования понятий у обучающихся направлен на освоение ими способов получения информации о существенных свойствах и признаках объектов и явлений в процессе обучения. Существенными называют общие, необходимые и отличительные свойства или признаки объектов и предметов, характерные для данного класса и отсутствующие у объектов, предметов и явлений другого класса.

Формирование понятий как логической категории должно осуществляться в соответствии с их характеристиками, к которым относятся содержание понятия, включающее совокупность существенных свойств, признаков объектов и предметов, которые приписываются данному понятию; объем понятия, определяемый совокупностью предметов или объектов, охватываемых данным понятием; связи и отношения между рассматриваемым понятием и другими понятиями.

В определении понятия, в общих чертах, раскрывается содержание конкретного понятия посредством содержания других понятий. В свою очередь, содержание других понятий также раскрывается в их определениях. Из этого следует, что осознание и усвоение понятий возможно через систему логически связанных определений. В сущности, диалектический стиль мышления, который движется «в пирамиде понятий», является понятийным. При таком подходе содержание понятий будет осмыслено как диалектический процесс взаимопереходов и взаимопроникновений их определений друг в друга, что в конечном итоге позволит привести знания обучающихся в целостную систему.

Под объемом понятий понимают ту совокупность предметов, к которым данное понятие относится. Понятие с большим объемом называется родом по отношению к понятию с меньшим объемом, которое включено в его объем и называется видом. Понятия с большим объемом можно назвать также понятиями более общими.

Отношения между рассматриваемыми понятиями есть отражение в сознании обучающегося окружающей действительности как сложной системы, в которой все предметы, объекты, явления и процессы

тесно взаимосвязаны, существование одного предмета (или явления) обусловлено существованием другого. Формируя знания об отношениях и связях между понятиями, следует обратить внимание на то, что не все понятия сравнимы, то есть имеют такие общие признаки, которые определяют максимальную степень их приближенности, схожести или различия, и совместимы, объемы которых полностью или частично совпадают, а содержание имеет общие элементы. Умение обучающихся выделить все признаки понятия, дифференцировать их на родовые и видовые, провести анализ связей, определить объем понятия, построить структуру понятия, наполнить ее содержанием, по мнению О.М. Коломиец и И.А. Подругиной, являются показателем сформированности системно-понятийного мышления обучающихся [5].

Авторы статьи разделяют мнение педагогов-практиков и ученых-дидактов о том, что наибольшие затруднения обучающиеся общеобразовательной школы и студенты вузов испытывают на этапе установления связей и отношений между изучаемыми понятиями. В связи с этим фактом учителям школ и преподавателям педагогических вузов следует больше обращать внимание на организацию систематической, совместной и согласованной работы, направленной на использование дидактических приемов и методов, активизирующих деятельность обучающихся и повышающих качество усвоения понятий. Поэтому одним из условий формирования понятий является высокий уровень профессионально-педагогической подготовки будущих учителей, знание методики формирования понятий в процессе обучения. Возникает необходимость определения логики преподавания в вузе, в соответствии с которой студенты в процессе изучения учебных дисциплин будут не только усваивать систему научных понятий, но и овладевать методикой их формирования.

Формирование понятий осуществляется в разных видах познавательной деятельности обучающихся с использованием различных дидактических приемов, некоторые из которых авторы представляют в данной работе.

Одним из приемов, способствующих глубокому и прочному усвоению предметных понятий, пониманию их сущности и осознанному применению их в практической деятельности является систематическая работа с глоссарием как словарем основных понятий и терминов, относящихся к определенной предметной области. Самостоятельное составление словаря терминов,

отражающих содержание усваиваемых понятий, способствует развитию понятийного мышления, умений самостоятельной работы с учебником, выработке у обучающихся умений переводить знания в понятия.

Использование словаря терминов позволяет перевести знания обучающихся в активные действия, оперирование ими. Обучение приобретает личностный смысл, понимание студентами значимости приобретаемых знаний. В практике своей работы авторы используют работу с тематическим глоссарием, позволяющим студентам более глубоко усвоить учебный материал конкретной темы, установить связи между формируемыми понятиями. Понятия, сформированные в данной теме, становятся основой, базой для формирования системы понятий в последующих темах, облегчая процесс установления диалектических связей между ними.

Технология работы с глоссарием требует деятельности обучающихся и преподавателя, направленной на формирование понятий, которая осуществляется поэтапно. На первом этапе преподаватель создает условия для восприятия понятия, осмысления его сущности и содержания, доведенного до понимания и сознательного воспроизведения. На этом этапе обучающиеся предпринимают попытку сформулировать определение понятия, взаимодействуя непосредственно или опосредованно с изучаемыми предметами или объектами. Для сознательного восприятия изучаемых процессов и явлений, свойств и признаков объектов или предметов преподаватель активно использует средства наглядности и интеллектуальные умения обучающихся, такие как распознавание, нахождение существенных признаков, описание, сравнение, сопоставление. Второй этап формирования умений составлять глоссарий предполагает включение обучающихся в аналитическую деятельность, позволяющую установить связи между содержанием и объемом понятия, развивать умения обобщать, давать оценку получаемым знаниям. На этом этапе активно используются такие мыслительные операции, как классификация, систематизация, установление иерархических отношений внутри системы понятий, выведение следствий, умение высказать собственное суждение, обобщение. Цель третьего этапа заключается в собственной деятельности обучающихся по составлению словаря терминов по теме с использованием разных источников информации.

Другим дидактическим приемом формирования научных понятий является моделирование. Моделирование рассматривается

И.А. Третьяковой как один из эффективных методов изучения объектов и явлений материального мира, преимущество которого проявляется в том, что в моделях наглядно «высвечиваются» существующие (или предполагаемые) фундаментальные связи у изучаемых объектов и явлений, что делает их плодотворными в познании законов и принципов организации и функционирования материальных систем в научных исследованиях и весьма удобными и эффективными для понимания сущности изучаемого материала в учебном процессе [6, с. 106]. Под моделированием как методом обучения понимается процесс создания моделей с целью формирования теоретических понятий, изучения свойств и связей между объектами или явлениями.

По мнению М.Б. Уразовой, особенностью моделирования как метода обучения является то, что оно «делает наглядным скрытые от непосредственного восприятия связи, отношения объектов, которые являются существенными для понимания фактов, приближающихся по содержанию к понятиям» [7].

Модель представляет собой обобщенную систему изучаемых явлений, которая позволяет воспроизвести существенные свойства системы-оригинала, упрощая структуру оригинала и акцентируя внимание на существенных свойствах и связях.

Метод наглядного моделирования, по мнению авторов статьи, помогает обучающимся зрительно представить абстрактные понятия, быстрее усвоить теоретический материал, а также сформировать такие умения, как умение работать с образами объектов и явлений, воспроизводить свойства объектов и явлений, связи между ними, опираясь на ассоциативное мышление [8]. Использование графических, предметных, знаковых моделей позволяет обучающимся усвоить понятия, «понять в них генетически исходную связь, определяющую объект, отраженный в понятии» [9, с. 111].

В процессе формирования понятий моделирование выступает как особая целенаправленная деятельность, активизирующая учебный процесс и стимулирующая обучающихся к самостоятельным действиям с разными видами моделей: пространственно-графическими, образно-знаковыми, аналоговыми и другими, что способствует развитию у обучающихся умений не только работать с готовой моделью, предложенной преподавателем, но и строить модели на основе изучаемого учебного предмета. Формируя научные понятия, преподаватель может предложить обучающимся такие задания для самостоятельной работы с предмет-

ным материалом, как составить письменное (устное) описание содержания модели, объяснить назначение представленной модели (схемы), используемых на модели знаков, составить модель (схему) изучаемого предмета (явления), используя условную символику, раскрыть связи между элементами модели, изменить или дополнить модель в соответствии с содержанием поставленной задачи или предложенного задания, высказать предположение о поведении модели в измененных условиях и др.

Таким образом, использование метода моделирования способствует развитию логического мышления, учит рассуждать, последовательно излагать материал, повышает наглядность и практическую направленность обучения студентов.

Непрерывным условием формирования понятий является их применение в практической деятельности. Поэтому в процессе усвоения системы научных понятий студентам предлагаются задачи на формулировку определения понятия; задачи на понимание сущности видовых понятий, составляющих его определение; задачи на распознавание объектов, принадлежащих объему понятия; на составление классификационных схем, обобщающих таблиц, моделей; задачи на применение понятий в различных ситуациях; задачи на определение места данного понятия в системе других понятий; задачи на установление связей и отношений изучаемого понятия с другими понятиями.

Заключение

Авторы статьи хотели бы обратить внимание на необходимость создания комплекса дидактических условий, способствующих повышению эффективности процесса формирования научных понятий, развития у студентов способности оперировать ими и применять на практике. Обобщая опыт педагогической деятельности в вузе и работы в качестве учителя в общеобразовательной школе, авторами были выделены следующие дидактические условия: формирование мотивации студентов к усвоению понятий, их осознанному владению и применению в практической жизни, в процессе обучения; наличие знаний и логических умений, служащих фундаментом для усвоения по-

ятий; осознание студентами цели усвоения системы научных понятий, понимания места понятий в системе научных знаний, их значения для качественного изучения конкретной дисциплины, для решения практических задач в жизни и деятельности; высокий уровень развития мышления, позволяющий оперировать понятиями с использованием всего многообразия логических приемов и мыслительных операций.

Таким образом, рассмотренные авторами дидактические приемы на фоне выявленных дидактических условий обеспечивают не только формирование у студентов педагогического вуза системы научных понятий, но и позволяют им овладеть методикой использования этих приемов в будущей педагогической деятельности.

Список литературы

1. Усова А.В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения. 2-е изд., испр. М.: Издательство университета РАО, 2007. 310 с.
2. Давыдов В.В. Виды обобщений (психолого-педагогические проблемы построения учебных предметов). М.: Педагогика, 1972. 424 с.
3. Кондаков Н.И. Логический словарь-справочник. М.: Наука, 1975. 721 с.
4. Железовская Г.И., Исайкина М.А., Недогреева Н.Г. Понятийное диалектическое мышление студентов: методологический анализ // Известия Саратовского университета. Серия: Философия. Психология. Педагогика. 2019. Т. 19. Вып. 2. С. 216–220.
5. Коломиец О.М., Подругина И.А. Формирование системного понятийного мышления учащихся в учебном процессе // Наука, образование, культура. 2014. № 2. С. 155–162.
6. Третьякова И.А. Моделирование как форма сопряженной познавательной деятельности студентов при изучении биологии // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 12–1. С. 106–110.
7. Уразова М.Б., Махмудова М.Ф., Холмухамедова М.С. Моделирование в высших 9. образовательных учреждениях как средство приобретения студентами прочных знаний на занятиях по русскому языку // Молодой ученый. 2013. № 5 (52). С. 781–783. URL: <https://moluch.ru/archive/52/6766/> (дата обращения: 05.07.2023).
8. Елагина В.С., Похлебаев С.М., Ефимова Н.В. Моделирование как средство развития креативного мышления студентов в процессе изучения биологии // Современные проблемы науки и образования. 2022. № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32147> (дата обращения: 05.07.2023).
9. Похлебаев С.М. Образно-знаковые модели как метапредметная основа формирования теоретического мышления при обучении биологии: монография. Челябинск: Издательство Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета, 2020. 351 с.

УДК 378.1:371
DOI 10.17513/snt.39771

ПОДГОТОВКА УЧИТЕЛЯ К ФОРМИРОВАНИЮ САМОКОНТРОЛЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ ПРИ РЕШЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

¹Захарова В.А., ²Шохирева А.Е.

¹ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет»,
Пермь, e-mail: zaharova_va@pspu.ru;

²МАОУ «Гимназия № 3», Пермь, e-mail: shohirevaanna@yandex.ru

Предмет исследования – рассмотрение возможностей подготовки учителя к формированию действия самоконтроля младших школьников при решении практических задач, то есть в процессе формирования функциональной грамотности. Проблема формирования самоконтроля учеников начальных классов и соответствующей подготовки учителя рассматривалась в педагогической науке применительно к учебной деятельности младших школьников. Требования формирования самоконтроля и функциональной грамотности обучающихся в 1–4 классах приводятся в обновленной редакции федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования от 2021 г. Ответ на вопрос о возможной взаимосвязи указанных процессов педагогической наука в настоящее время ищет. Практические рекомендации для учителя на текущий момент отсутствуют, и учитель решает названную профессиональную задачу в условиях неопределенности. Неопределенность в деятельности учителя также связана с изменением нормативной базы и терминов, которые используются применительно к исследуемому предмету в разных редакциях федерального образовательного стандарта. Используя метод ситуационного анализа (case study), авторы статьи рассматривают конкретный случай подготовки будущего учителя к решению профессиональных задач в условиях неопределенности. Метод ситуационного анализа используется для описания и научного осмысления конкретного случая в целях доказательства положений разработанной ранее теории о специфике заданий для подготовки педагога к формированию функциональной грамотности обучающихся. Рассматривается один тип таких заданий – задания на рассуждение в условиях неопределенности. Раскрывается пример включения студентки, а на завершающих этапах исследования – одновременно и учителя начальных классов в решение профессиональной задачи с высокой степенью неопределенности. Аргументируя целесообразность подготовки будущего учителя к решению подобных профессиональных задач, авторы предлагают осознанно использовать и создавать учебные ситуации, побуждающие студента к рассуждению в условиях неопределенности в рамках практик «научно-исследовательская работа» и проектно-технологических практик.

Ключевые слова: педагогическое образование, начальное общее образование, профессиональные задачи в условиях неопределенности, профессиональные задачи, функциональная грамотность, самоконтроль

Публикация подготовлена в рамках выполнения Государственного задания на научные исследования по заказу Министерства просвещения Российской Федерации (номер КРЗУ-2021-003) «Условия развития функциональной грамотности среди обучающихся в рамках реализации образовательных программ начального общего образования».

TEACHER TRAINING FOR THE FORMATION PRIMARY SCHOOL STUDENTS'S SELF-CONTROL WHEN SOLVING PRACTICAL PROBLEMS

¹Zakharova V.A., ²Shokhireva A.E.

¹Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, e-mail: zaharova_va@pspu.ru;

²Gymnasium No. 3, Perm, e-mail: shohirevaanna@yandex.ru

The subject of the study is the consideration of the possibilities of preparing a teacher for the formation of self-control of primary school students in solving practical problems, that is, in the process of developing functional literacy. The problem of the formation of primary school students's self-control and the corresponding training of the teacher was considered in pedagogical science in relation to the educational activities of younger students. The requirements for the formation of self-control of students in grades 1-4 and the formation of functional literacy are given in the updated version of the Federal State Educational Standard for Primary General Education of 2021. Pedagogical science is currently looking for an answer to the question of the possible relationship of these processes. There are currently no practical recommendations for the teacher, and the teacher solves the named professional problem under conditions of uncertainty. Uncertainty in the activities of the teacher is also associated with a change in the regulatory framework and terms that are used in relation to the subject under study in different editions of the federal educational standard. Using the method of situational analysis (case study), the authors of the article consider a specific case of preparing a future teacher to solve professional problems under conditions of uncertainty. The situational analysis method is used to describe and scientifically comprehend a specific case in order to prove the provisions of the previously developed theory on the specifics of tasks to prepare a teacher for the formation of students' functional literacy. One type of such tasks is considered – tasks for reasoning under conditions of uncertainty. An example of the inclusion of a student, and at the final stages of the study, both a student and a primary

school teacher, is disclosed in the solution of a professional problem with a high degree of uncertainty. Arguing the expediency of preparing a future teacher for solving such professional problems, the authors propose to consciously use and create learning situations that encourage the student to reason under conditions of uncertainty within the framework of «research work» practices and project and technological practices.

Keywords: teacher education, primary education, professional tasks, professional tasks in conditions of uncertainty, functional literacy, self-control

The publication was prepared as part of the implementation of the State assignment for scientific research commissioned by the Ministry of Education of the Russian Federation (No. KPZU-2021-003) “Conditions for the development of functional literacy among students within the framework of the implementation of educational programs of primary general education”.

Современная система образования переживает динамические изменения. В настоящее время учителю приходится решать профессиональные задачи в изменяющихся условиях или в условиях неопределенности, в частности связанных с изменением нормативной базы деятельности. Возможность решения учителем задач в стандартных и нестандартных условиях обозначена в проекте профессионального стандарта учителя, предложенного Министерством труда и социальной защиты России в 2022 г. [1]. Актуальность проблемы подготовки учителя к решению профессиональных задач в изменяющихся условиях отмечается в статье В.С. Басюка [2]. Однако данная проблема остается в настоящее время мало изученной.

Одним из примеров изменений, вызывающих ситуацию неопределенности в деятельности учителя, выступает обновление федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования (далее – ФГОС НОО), включая требования к результатам. Рассматривая такие изменения как позитивные, отметим, что в редакции ФГОС НОО 2021 г. изменились формулировки планируемых результатов обучения и в целом представление о результатах начальной школы. В большей степени такие изменения коснулись метапредметных результатов и появления нового образовательного результата – функциональной грамотности [3].

В обновленной редакции ФГОС НОО среди метапредметных результатов указан самоконтроль и отмечено, что функциональная грамотность формируется на основе метапредметных результатов [3]. В педагогической науке проблема формирования готовности будущего учителя к формированию умения самоконтроля рассматривалась ранее применительно к учебной деятельности [4], но не исследовалась в отношении решения практических задач в аспекте формирования функциональной грамотности. Проблема формирования функциональной грамотности и связи этого процесса с метапредметными результатами остается не-

достаточно изученной в педагогической науке и не имеет однозначных рекомендаций для педагогической практики, что создает условия неопределенности при решении педагогом профессиональных задач. Тем не менее такие задачи учитель должен решать, и педагогический вуз ищет пути подготовки учителя к решению профессиональных задач в условиях неопределенности.

Целью настоящей публикации является рассмотрение возможностей подготовки учителя начальных классов к решению профессиональных задач в условиях неопределенности, в частности задач, предусматривающих взаимосвязь формирования функциональной грамотности младших школьников (умения решать практические жизненные задачи) и метапредметных результатов (действия самоконтроля).

Материалы и методы исследования

В процессе исследования на этапах сбора, анализа и интерпретации данных использован метод ситуационного анализа (case study), направленный на изучение конкретного случая, произошедшего в определенном месте в определенное время, ограниченное во времени и условиях. Метод ситуационного анализа в настоящей статье использован применительно к одному случаю, ситуационное исследование согласно классификации А. Лейпхарта проведено для подтверждения разработанной ранее теории [5].

Статья выстроена в логике взаимосвязи общей и профессиональной педагогики. Методологически значимой является идея о влиянии изменений в содержании и планируемых результатах общего образования на процесс достижения планируемых результатов высшего педагогического образования. Публикация раскрывает один из аспектов использования разработанной типологии заданий для подготовки учителя к формированию функциональной грамотности обучающихся, включающей типы заданий на знание, применение, рассуждение в условиях определенности и в условиях неопределенности [6]. Описанный в статье

случай касается решения профессиональных задач, требующих рассуждения в условиях неопределенности.

Отметим также, что термин «профессиональные задачи» используется применительно к деятельности учителя-практика, в профессиональных ситуациях такие задачи возникают по объективным причинам; термин «задание» применяется к учебным ситуациям, специально созданным преподавателем. К описанному случаю применимы два указанных термина, так как соавтор статьи А.Е. Шохирева выступала на первых этапах (2–4 курс) в учебных ситуациях в качестве студентки ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет» (далее – ПГГПУ), на завершающем этапе – в профессиональных ситуациях как учитель-практик и в учебных ситуациях как студентка 5 курса, обучающаяся по индивидуальному учебному плану.

Результаты исследования и их обсуждение

Краткая характеристика условий ситуационного анализа (кейса) подготовки учителя. Исследование проведено в течение четырех лет в период внесения изменений в ФГОС НОО. На первом этапе А.Е. Шохиревой (студенткой 2 курса) рассмотрена проблема формирования самооценки младших школьников согласно редакции ФГОС НОО 2009 г.; проведено сопоставление ФГОС НОО 2009 и проекта новой редакции ФГОС НОО 2019 г.; выявлено изменение требований к результатам начального общего образования в части регулятивных универсальных учебных действий. Далее, на 3–4 курсах, в рамках практик «научно-исследовательская работа» и проектно-технологических практик студентка включалась в деятельность по диагностике метапредметных результатов обучения младших школьников (проект «Кластер качества ПГГПУ»). В этот период отмечено появление новой редакции ФГОС НОО (2021 г.) с уточненным перечнем метапредметных результатов и введением нового образовательного результата – функциональной грамотности. На 4 и 5 курсах в логике исследований кафедры теории и технологии обучения и воспитания младших школьников ПГГПУ принято решение о разработке программы курса внеурочной деятельности для начальной школы, объединяющей проблему формирования функциональной грамотности и достижения метапредметных результатов (действия самоконтроля). Обучаясь на 5 курсе, А.Е. Шохирева начала работать учителем первого класса и включилась в реализацию новой редакции ФГОС НОО.

Участие студентки в исследовательской деятельности по научному направлению кафедры по теме, отличающейся высокой степенью новизны и требующей решения профессиональных задач в условиях неопределенности, связано с формированием у студентки следующих компетенций, предусмотренных ФГОС высшего образования:

– универсальной компетенции «УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений»;

– общепрофессиональной компетенции «ОПК-5. Способен осуществлять контроль и оценку формирования результатов образования обучающихся, выявлять и корректировать трудности в обучении» [7].

Характеристика неопределенности в нормативной базе, регулирующей требования к результатам начального общего образования. В рамках исследовательской работы проведенный студенткой анализ показал изменение нормативной базы, определяющей результаты начального общего образования, на основе сравнительного анализа была подготовлена публикация в научный журнал ПГГПУ [8]. Основные выводы по результатам сопоставления различных редакций ФГОС НОО в аспекте действий оценки и контроля, показывали, что количество умений в новой редакции ФГОС НОО уменьшилось (выделено 2 умения, объединенных в группу «самоконтроль»: устанавливать причины успеха/неудач учебных действий; корректировать свои учебные действия для преодоления ошибок), в сравнении с редакцией 2009 г. (3 умения) [3] и с проектом ФГОС НОО 2019 г. (4 умения) [9]. Изменилась терминология: если в редакции ФГОС НОО 2009 г. совместно использованы два термина «контролировать» и «оценивать свои учебные действия», то в редакции 2021 г. введен общий термин для двух умений «самоконтроль». Обновленная редакция ФГОС НОО содержит указание на то, что формирование нового для начальной школы образовательного результата – функциональной грамотности – происходит на основе сформированных метапредметных результатов, среди которых выделяется действие самоконтроля [3].

Изменения редакции ФГОС НОО породили терминологический разрыв, создавший для учителя ситуацию неопределенности и вызвав профессиональные вопросы. Часть ответов на указанные вопросы найдена в педагогических и психологических источниках: исследования российских и зарубежных ученых в большей степени по-

священы проблеме самоконтроля и самооценки в учебной деятельности. В то же время студентке удалось осмыслить логику, которая была положена в основу формирования умений самоконтроля младших школьников. На основе анализа трудов Д.Б. Эльконина, В.В. Давыдова, К.П. Мальцевой [10], А.Г. Асмолова [11], Г.В. Репкиной, Е.В. Заики [12], М.И. Кузнецовой [13; 14] выделены следующие психологические особенности младших школьников в аспекте формирования действия оценки и самоконтроля:

– на формирование данных действий влияет уровень сформированности произвольного поведения;

– сначала младший школьник овладевает самооценкой и только после самооценкой;

– на первых этапах обучающийся может контролировать работу при сопоставлении своих действий с образцом;

– даже научившись себя контролировать, младший школьник не всегда выполняет данное действие, поэтому ему необходимо постоянное побуждение со стороны.

Включение студентки в работу по анализу диагностических работ, выполненных учениками начальных классов в рамках проекта «Кластер Качества ПГГПУ», позволило выявить недостаточную сформированность данной группы умений у младших школьников и обосновать актуальность выбранной темы исследования [8].

В процессе исследовательской работы студентка заметила, что совокупность взаимосвязанных задач в рамках исследования и ожидаемые результаты работы изменились вследствие изменения нормативных документов федерального уровня, и внесла коррективы в свою деятельность. Это позволяет признать сформированность у студентки профессиональной компетенции «УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений» [7].

Разработка программы курса внеурочной деятельности. На следующем этапе исследовательской деятельности студентки был определен продукт для самостоятельной разработки: принято решение разработать курс для формирования действия самоконтроля. Согласно ФГОС НОО 2021 г. выделены следующие планируемые результаты, которыми должен овладеть младший школьник в разрабатываемом курсе: устанавливать причины успеха/неудач деятельности; корректировать свои действия для преодоления ошибок. Для разработки

был выбран практико-ориентированный краткосрочный курс, связывающий проблематику формирования действия самоконтроля и функциональной грамотности младших школьников.

Для оценки успешности реализации разработанного курса студенткой рассмотрены диагностические методики: «Оценка уровня сформированности учебной деятельности» (авторы Г.В. Репкина и Е.В. Заика предлагают два способа диагностики: использование качественной характеристики из шести уровней и набор вопросов для учителей) [12] и «Выкладывание узора из кубиков» (автор П.Я. Гальперин, ученику предлагается выложить фигуру из элементов по образцу, сформированность оценивается по трем уровням) [11]. Указанные методики имеют ряд ограничений: временные затраты и субъективность оценивания. Рассмотрены педагогические диагностики, интересные, но требующие финансовых вложений: «ЭМУ-Эрудит» (раунд «Ловкий») для 1–4 классов; «Кластер качества ПГГПУ» для 1–4 классов.

В ходе изучения опыта проведено анкетирование учителей начальных классов. По результатам анкетирования выявлены наиболее используемые учителями диагностики, изучена актуальность используемых диагностик, подготовлена публикация [8]. Путем анкетирования учителей получены сведения о трудностях при формировании действий оценки и самоконтроля, которые сгруппированы следующим образом:

– трудности обучающихся: «не всегда могут обосновать оценку работы», «не могут себя оценить, сомневаются», «не могут выделить предмет оценки», «нет умения контролировать свою деятельность»;

– трудности учителя: «отсутствие критериального оценивания», «нечеткие критерии и однообразная оценка (аккуратно, правильно)», «пятибалльная система не позволяет отслеживать динамику», «специально не планирую работу по формированию действия оценки».

Выделенные трудности педагогов и обучающихся приняты во внимание в процессе разработки курса внеурочной деятельности.

В 2022–2023 учебном году А.Е. Шохирева начала работать учителем первого класса в Гимназии № 3 г. Перми. Разработанный краткосрочный курс внеурочной деятельности «Помощники» прошел опытную проверку на базе указанной образовательной организации. Программа курса для первого класса состоит из восьми занятий, для каждого определены умения в рамках контрольной деятельности обучающихся (таблица), разработан конспект.

Тематика занятий и планируемые результаты курса внеурочной деятельности

№	Тема	Умения в рамках контрольной деятельности обучающихся
1	Вводное занятие	Мотивирование обучающихся на прохождение курса
2	«С чего начинается мой день?»	Формирование умений контролировать вместе с другими, находить ошибку, исправлять ошибку
3	«Порядок на столе – порядок в голове»	Формирование умений контролировать вместе с другими, контролировать действия других, находить ошибку, исправлять ошибку
4	«Чистота – залог здоровья»	Формирование умений контролировать действия других, находить ошибку, исправлять ошибку
5	«Семейные заботы»	Формирование умений контролировать действия других, контролировать себя, находить ошибку, исправлять ошибку
6	«Чем помочь на кухне?»	Формирование умений контролировать действия других, контролировать себя, находить ошибку, исправлять ошибку
7	«Мои первые блюда»	Формирование умений контролировать действия других, контролировать себя, находить ошибку, исправлять ошибку
8	Итоговое занятие	Рефлексия прохождения курса



Рис. 1. Форма фиксации результатов выбора обучающихся на занятиях

Представим пример одного из занятий курса. Шестое занятие посвящено теме помощи на кухне, а именно столовому этикету и правилам сервировки стола, которые первоклассники узнают на этапе совместной работы. Далее, на этапе самостоятельной работы, обучающиеся получают изображение тарелки, справа и слева от которой предлагается нарисовать столовые приборы, в соответствии с правилами сервировки, которые они запомнили. После выполнения задания учитель предлагает ученикам про-

верить себя и зачитывает отрывок правила. Обучающиеся сопоставляют полученный результат с услышанным отрывком, выявляют допущенную ошибку и исправляют ее. После этого на слайде открывается изображение с образцом выполнения для повторного самоконтроля.

Результаты опытной проверки разработанного курса внеурочной деятельности. Для оценки динамики формирования умений самоконтроля младших школьников в процессе реализации разработанного кур-

са внеурочной деятельности использован метод наблюдения и фиксации на каждом занятии действий обучающихся согласно педагогической технологии, разработанной в ПГППУ. В «Карте наблюдения» фиксировался выбор вариантов выполнения задания: самостоятельно, с помощью одноклассника, с помощью учителя [15]. Ученики отмечали свой выбор на листе бумаги, который передавался на каждый ряд, с помощью разноцветных листов с клеевым слоем (стикеров) (рис. 1).

Исходя из данных, полученных при проведении занятий, автор разработанного курса отметил, что в экспериментальном классе уровень сформированности действия самоконтроля за время прохождения курса вырос. Так, в экспериментальном классе доля обучающихся, выбравших и выполнивших три из трех заданий с самоконтролем в практической ситуации, выросла с 4 до 100% (1 и 25 чел. соответственно). При этом в контрольном классе показатель соответственно вырос с 0 до 18% (5 чел.), 71% (20 чел.) выполнили два задания из трех с самоконтролем (рис. 2).

По предложению эксперта для оценки корректности данных, полученных с по-

мощью технологии «Карта наблюдения», на завершающем этапе реализации курса внеурочной деятельности в экспериментальном классе проведена диагностика по методике П.Я. Гальперина «Выкладывание узора из кубиков» [11]. Проведение диагностики по методике «Выкладывание узора из кубиков» подтвердило данные, полученные с помощью технологии «Карта наблюдений»: у 100% учеников сформирован самоконтроль по результату, в том числе у 12% (3 чел.) адекватный по результату (3 уровень), у 88% (22 чел.) – адекватный по результату, эпизодический предвосхищающий (2 уровень), 0% составила доля детей с отсутствующим самоконтролем (1 уровень).

Проведенное студенткой исследование показало, что краткосрочный практико-ориентированный курс внеурочной деятельности может способствовать овладению действием самоконтроля как регулятивным универсальным учебным действием в начальной школе. Курс внеурочной деятельности построен на материале практических жизненных ситуаций. Ученики первого класса освоили умения самоконтроля в домашних делах.



Рис. 2. Результаты опытной проверки курса внеурочной деятельности (% заданий, выполненных с самоконтролем; всего 3 задания, отсутствие значения на констатирующем этапе показывает, что все задания выполнены с внешним контролем)

Логика курса выстроена целенаправленно: ученики двигались от контроля совместно с учителем к взаимоконтролю и далее самоконтролю. С помощью стикеров трех цветов ученики обозначали свой выбор: выполнять контроль либо вместе с учителем, либо с одноклассником, либо самостоятельно. По завершении курса первоклассники в экспериментальном классе стали выбирать самоконтроль и справлялись с ним. Таким образом, сформулированная студенткой гипотеза подтвердилась. Задачи решены, цель исследования достигнута. Разработанные материалы могут быть использованы учителями во внеурочной деятельности. По материалам подготовлены 3 публикации.

Разработка собственного продукта – программы краткосрочного курса внеурочной деятельности с методическими материалами (конспекты всех занятий, презентации, отбор диагностических методик) и его опытная проверка (анализ и интерпретация результатов входной и итоговой диагностик в экспериментальном и контрольном классах, дополнение диагностических методик на завершающем этапе) позволяют судить о сформированности у студентки общепрофессиональной компетенции «ОПК-5. Способен осуществлять контроль и оценку формирования результатов образования обучающихся, выявлять и корректировать трудности в обучении» [7].

Настоящая статья отражает новые для российской системы образования проблемы с точки зрения общей педагогики – взаимосвязь формирования функциональной грамотности и достижения метапредметных результатов; профессиональной педагогики – подготовка будущего учителя к решению профессиональных задач в условиях неопределенности, нестандартных задач.

Авторы публикации не претендуют на полноту исследования. Рамки настоящего исследования в аспекте общей педагогики ограничены одним метапредметным результатом (группа умений самоконтроля), перечень таких метапредметных результатов в обновленной редакции ФГОС НОО широк. Рамки исследования с точки зрения профессиональной педагогики также сознательно ограничены авторами в пределах двух компетенций (универсальной компетенции УК-2 и общепрофессиональной компетенции ОПК-5) согласно ФГОС высшего педагогического образования. На наш взгляд, описанный случай позволяет акцентировать внимание на указанных компетенциях.

Отметим, что необходимость описания существенных признаков профессиональных задач, требующих от педагога рассуждения в условиях неопределенности и при-

ятия соответствующих решений, также побуждает нас к проведению дальнейшего исследования. Настоящая публикация служит доказательством возможности возникновения таких задач в деятельности педагога и содержит конкретный пример ситуации, в которой они возникают (неопределенность нормативной базы).

Заключение

Динамические изменения в сфере образования на настоящем этапе отражаются на комплексе профессиональных задач, которые решает учитель. В деятельности педагога встречаются задачи, которые приходится выполнять в условиях неопределенности, вызванной факторами, не зависящими от самого учителя. Педагогическому вузу целесообразно подготовить будущего учителя к решению профессиональных задач, отличающихся высокой степенью неопределенности.

С точки зрения профессиональной педагогики описанный в статье случай отражает объективно сложившуюся ситуацию, когда студентка 5 курса педагогического вуза, начавшая работу в качестве учителя первого класса, была вынуждена решать профессиональные задачи в условиях неопределенности нормативной базы в части требований к результатам обучения младших школьников. Подобные задачи можно намеренно предлагать студентам в рамках практик, связанных с научно-исследовательской деятельностью, и проектно-технологических практик. Такие практики помогут будущему учителю овладеть рассуждением в условиях неопределенности, предъявляя результаты в виде эссе, научных статей, курсовых или выпускной квалификационной работы.

С общепедагогической точки зрения проведенная студенткой работа показала возможность целенаправленного построения взаимосвязи процессов формирования функциональной грамотности младших школьников и достижения метапредметных результатов (в аспекте самоконтроля). Такие возможности могут быть реализованы в рамках краткосрочного практико-ориентированного курса внеурочной деятельности, в котором в процессе решения жизненных задач (домашние дела) предусмотрено постепенное нарастание самостоятельности контрольных действий, обучающихся (контроль учителя – взаимоконтроль обучающихся – самоконтроль ученика). В перспективе исследования интересно рассмотреть более детально вопрос о том, как происходит перенос освоенных умений самоконтроля из практических жизненных ситуаций в учебную деятельность.

Список литературы

1. Проект Приказа Министерства труда и социальной защиты РФ «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере начального общего, основного общего, среднего общего образования) (учитель)»» (подготовлен Минтрудом России 31.01.2022). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/56809182/> (дата обращения: 15.05.23).
2. Басюк В.С. Современные тенденции подготовки педагогов в условиях быстро меняющихся социальных вызовов // Вестник Московского университета. Серия 20. Педагогическое образование. 2022. № 3. С. 38–55. DOI: 10.51314/2073-2635-2022-3-38-55.
3. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31.05.2021 № 286 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования» (Зарегистрирован 05.07.2021 № 64100) [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050028> (дата обращения: 15.05.23).
4. Вершинина Л.В., Дичинская Л.Е. Модель формирования готовности будущего учителя к развитию умения самоконтроля у младших школьников // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. 2015. № 9. С. 20–25.
5. Варганова Г.В. Кейс-стадис как метод научного исследования // Библиосфера. 2006. № 2. С. 36–42.
6. Захарова В.А., Безукладников К.Э. Типология заданий для формирования функциональной грамотности в подготовке учителя английского языка и начальных классов // Язык и культура. 2022. № 60. С. 156–175. DOI: 10.17223/19996195/60/9.
7. Приказ Минобрнауки России от 22.02.2018 № 125 (ред. от 08.02.2021) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&rnd=nAFVwQ&base=LAW&n=385941&dst=100009&field=134#7npJsiT84jbyU4p> (дата обращения: 15.05.23).
8. Захарова В.А., Шохирева А.Е. Проблема диагностики действия оценки как регулятивного универсального учебного действия в начальной школе // Гуманитарные исследования. Педагогика и психология. 2021. № 7. С. 26–34. DOI: 10.24412/2712-827X-2021-7-26-34.
9. Проект федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования от 03.09.2019 [Электронный ресурс]. URL: <https://regulation.gov.ru/projects#npa=94553> (дата обращения: 15.05.2023).
10. Эльконин Д.Б., Давыдов В.В. Вопросы психологии учебной деятельности младших школьников. М.: Академия педагогических наук РСФСР, 1962. 287 с.
11. Асмолов А.Г., Бурменская Г.В., Володарская И.А. Как проектировать универсальные учебные действия в начальной школе: от действия к мысли: пособие для учителя. М.: Просвещение, 2008. 151 с.
12. Репкина Г.В., Заика Е.В. Оценка уровня сформированности учебной деятельности. В помощь учителю начальных классов. Томск: Пеленг, 1993. 61 с.
13. Кузнецова М.И. Контроль и оценка образовательных достижений младших школьников: проблемы и решения // Актуальные проблемы начального общего образования: теория и практика: материалы II Международной научно-практической конференции (Чита, 23–24 ноября 2017 г.). Чита: Забайкальский государственный университет, 2017. С. 53–57.
14. Кузнецова М.И. Обновленные ФГОС НОО и примерные рабочие программы по предметам как механизм повышения эффективности работы над метапредметными результатами // Начальное образование в новой реальности: направления развития, актуальные проблемы, лучшие практики: сборник материалов Международной научно-практической конференции (Тула, 25 октября 2021 г.). Тула: Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, 2021. С. 108–116.
15. Захарова В.А. Выбор ключевых элементов педагогической технологии формирования функциональной грамотности в начальной школе // Гуманитарные исследования. Педагогика и психология. 2022. № 9. С. 7–16. DOI: 10.24412/2712-827X-2022-9-7-16.

УДК 378.046.4
DOI 10.17513/snt.39772

ЭКОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К РАЗВИТИЮ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ УЧИТЕЛЕЙ ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОГО ИСКУССТВА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

Зеленская В.А.

*ГБОУ ВО «Ставропольский государственный педагогический институт», Ставрополь,
e-mail: valentina2068@yandex.ru*

Цифровая трансформация общества предъявляет новые требования к содержанию образования и формам его получения, обуславливает переход к более гибким, мобильным моделям, которые смогут быть действенным инструментом в освоении актуальных профессиональных компетенций. Создание цифровых образовательных экосистем становится трендом современного образования, обеспечивающим установление новых горизонтальных взаимосвязей, персонафикацию, открытость и свободу педагогического творчества. Ядром зарождающихся экосистем могут быть вузы, которые обладают цифровой инфраструктурой и значительным опытом организации взаимодействия и сотрудничества самых разных субъектов образовательного процесса. Это позволит им генерировать и аккумулировать инновации и способствовать их распространению. В статье приведены результаты научно-исследовательской работы, направленной на выявление способов развития информационно-коммуникационной компетентности учителей изобразительного искусства в цифровой образовательной экосистеме. На основе экосистемного подхода описано возникновение и развитие сетевого сообщества «Художественная мастерская студента_СППИ». Зарождавшееся как студенческое, сообщество объединяет не только будущих учителей изобразительного искусства, но и учителей-практиков, а также научно-педагогических работников кафедры педагогических арт-технологий ГБОУ ВО СППИ. В статье приведены примеры совместных проектов стейкхолдеров сообщества, оказывающих влияние на развитие их информационно-коммуникационной компетентности.

Ключевые слова: экосистемный подход, цифровая трансформация образования, цифровая образовательная экосистема, информационно-коммуникационная компетентность, сетевое педагогическое сообщество

ECOSYSTEM APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF INFORMATION AND COMMUNICATION COMPETENCE OF TEACHERS OF FINE ARTS IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION OF EDUCATION

Zelenskaya V.A.

Stavropol State Pedagogical Institute, Stavropol, e-mail: valentina2068@yandex.ru

The digital transformation of society imposes new requirements on the content of education and the forms of its receipt, determines the transition to more flexible, mobile models that can be an effective tool in the development of relevant professional competencies. The creation of digital educational ecosystems is becoming a trend of modern education, ensuring the establishment of new horizontal relationships, personification, openness and freedom of pedagogical creativity. The core of emerging ecosystems can be universities that have a digital infrastructure and significant experience in organizing interaction and cooperation of various subjects of the educational process. This will allow them to generate and accumulate innovations and promote their dissemination. The article presents the results of research work aimed at identifying ways to develop the information and communication competence of teachers of fine arts in the digital educational ecosystem. On the basis of the ecosystem approach, the emergence and development of the network community "Art workshop of a student of the Stavropol State Pedagogical Institute". Born as a student, the community unites not only future teachers of fine arts, but also practical teachers, as well as scientific and pedagogical staff of the Department of Pedagogical Art Technologies of the Stavropol State Pedagogical Institute. The article provides examples of joint projects of community stakeholders that influence the development of their information and communication competence.

Keywords: ecosystem approach, digital transformation of education, digital educational ecosystem, information and communication competence, network pedagogical community

Цифровая трансформация в настоящее время выступает как повсеместный и глобальный тренд развития всех сфер общества. А.Ю. Уваров, Э. Гейбл, И.В. Дворецкая и др. под цифровой трансформацией образования понимают системное обновление требуемых образовательных результатов, содержания образования, организационных форм и методов учебной работы, оценива-

ния образовательных результатов в быстро развивающейся цифровой образовательной среде [1, с. 182]. В.С. Тоискин считает, что «цифровую трансформацию образования уместно рассматривать как зарождение и создание образовательной экосистемы – динамично развивающейся и взаимосвязанной сети образовательных пространств, состоящих из локальных, групповых и ин-

дивидуальных образовательных подпространств, объединенных глобальными образовательными платформами» [2, с. 73]. А.Г. Изотова, Е.С. Гаврилюк также указывают, что цифровая трансформация образования является основой создания концепции цифровой образовательной экосистемы [3]. Ряд авторов поддерживают идею о необходимости создания цифровой образовательной экосистемы. С.Г. Григорьев, Р.А. Сабитов, Г.С. Смирнова, Ш.Р. Сабитов под цифровой экосистемой университета понимают гибкую и комплексную систему, характеризующуюся функцией адаптации, базой этой системы выступают цифровая инфраструктура и входящие в нее цифровые компоненты, а формирование взаимосвязей основывается на применении информационных и медиатехнологий [4].

В условиях цифровой трансформации образования и зарождения цифровых образовательных экосистем различного уровня актуальной является способность учителя применять цифровые инструменты и информационно-коммуникационные технологии в организации процесса обучения в цифровой образовательной среде. Эту способность автор связывает с развитием информационно-коммуникационной компетентности учителя. На необходимость развития информационно-коммуникационной компетентности учителей обращается внимание в государственных инициативах и нормоустанавливающих документах, в рамках которых определены требования к профессиональной подготовке педагогических кадров. Развитие информационно-коммуникационной компетентности актуализировано авторами профессионального стандарта «Педагог», в тексте которого прослежены следующие аспекты – общепользовательская ИКТ-компетентность (уметь работать с цифровой информацией с использованием компьютера и средств коммуникаций, соблюдать правила защиты информации и персональных данных); общепедагогическая ИКТ-компетентность (уметь организовать свою педагогическую деятельность и деятельность обучающихся с использованием ресурсов и сервисов информационной образовательной среды и цифрового коммуникационного оборудования, применять нормы информационной безопасности в образовательном процессе) [5]. Таким образом, на государственном уровне признано, что информационно-коммуникационная компетентность учителя является неотъемлемым компонентом его профессиональной компетентности. Вместе с тем стремительное обновление цифровых инструментов, информационно-ком-

муникационных технологий, используемых в образовательном процессе, обуславливает объективную необходимость в непрерывном развитии информационно-коммуникационной компетентности учителей в соответствии с принципом «life-long learning» («образование на протяжении всей жизни»). Поэтому в статье рассматривается развитие информационно-коммуникационной компетентности педагогов в зарождающейся цифровой образовательной экосистеме (на примере учителей изобразительного искусства).

Цель данной статьи состоит в исследовании способов развития информационно-коммуникационной компетентности учителей изобразительного искусства в цифровой образовательной экосистеме.

Материалы и методы исследования

Для достижения цели исследования использованы методы теоретического анализа публикаций по теме исследования, анализ передового педагогического опыта, собственной педагогической деятельности и педагогической деятельности коллег.

Результаты исследования и их обсуждение

Теоретический анализ публикаций по теме исследования показал, что экосистемный подход в образовании находится на стадии становления, поэтому терминологическое поле только начинает формироваться. При этом исследователи указывают, что ключевым в экспликации экосистемного подхода в образовании является не столько термин «экосистема», сколько «набор признаков, которыми должно обладать то или иное объединение, чтобы продвигать инновации, т.е. реализовывать задачи цифровой трансформации» [2, с. 72]. И.Г. Хангельдиева определяет следующие особенности образовательной экосистемы: наличие инициативного ядра, множество игроков, открытость, динамичность, гибкость, мобильность, адаптивность, организационная сложность, востребованность многими субъектами на протяжении всей жизни, как территориальная, так и транзитерриториальная локализация, включая онлайн-ресурсы [6, с. 75].

Л.В. Куклина, С.Я. Куклин считают, что «экосистема профессионального образования центрируется вокруг профессиональных навыков и компетенций, приобретение которых должно идти по другой, отличной от обычного обучения, траектории» [7, с. 28]. В связи с этим актуальным является мнение И.Г. Хангельдиевой, которая отмечает, что «одной из возможных

моделей будущего образования может стать образовательная экосистема, которая в определенной степени является слепком с характерных взаимодействий, свойственных сетевым сообществам» [6, с. 75]. Под сетевым сообществом А.Н. Сергеев понимает «группу людей, взаимодействующих на основе коммуникаций интернета, имеющих общие связи между собой, способных к проявлению совместных форм активности и саморефлексии» [8, с. 17].

В октябре 2016 г. на кафедре педагогических арт-технологий ГБОУ ВО «Ставропольский государственный педагогический институт» инициировано создание сетевого сообщества «Художественная мастерская студента_СГПИ» [9]. Соглашаясь с мнением И.Г. Хангельдиевой, рассмотрим возникновение и развитие обозначенного сетевого сообщества через призму экосистемного подхода. Так, инициативным ядром зарождающегося сетевого сообщества явились автор статьи и студенты выпускного курса, обучающиеся по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профили «Изобразительное искусство» и «Дополнительное образование».

Дж. Кубиста, П. Лукша, Дж. Спенсер-Кейс акцентируют внимание на том, что образовательная экосистема проходит этапы существования от зарождения до спада, который приводит либо к отмиранию экосистемы, либо к полному переосмыслению ее сути и дальнейшему перерождению [10, с. 126].

На этапе зарождения сетевое сообщество «Художественная мастерская студента_СГПИ» представляло собой апробационную площадку, на которой будущие учителя изобразительного искусства реализовывали освоенные методы, приемы обучения изобразительному искусству в цифровой среде, при этом выступали не только пассивными участниками (потребителями образования), но и организаторами совместной сетевой профессиональной активности (провайдером образования). Л.П. Владимирова указывает, что наряду с такими видами сетевой активности, как общение на форумах, обсуждение планов уроков, обмен опытом проведения сетевых проектов, заслуживает внимания аспект администрирования сообщества, то есть для эффективного функционирования сетевому сообществу необходимы модераторы, ведущие рубрик и др. [11]. Множество ролей, обозначенных выше, на этапе зарождения сообщества выполнялись инициаторами сетевого взаимодействия. Дж. Кубиста, П. Лукша, Дж. Спенсер-Кейс также считают, что развитие образовательной экосистемы во многом зависит от компетенций

команды экосистемных лидеров [10, с. 128]. Л.В. Куклина, С.Я. Куклин подчеркивают, что «развитие образовательной экосистемы и ее динамическое равновесие гарантируется не только объективными причинами, но и мотивационной, психологической составляющей ее участников» [7, с. 28]. Повышение мотивации и продуктивности обучения Н.Л. Гололобова связывает с процессом профессионального общения, в ходе которого обучающиеся, делясь своими знаниями и опытом деятельности, берут на себя часть обучающей функции преподавателя [12, с. 20], что способствует преодолению неуверенности, формированию комфортного профессионального образа [8]. Таким образом, на этапе зарождения сетевое сообщество «Художественная мастерская студента_СГПИ» представлено ограниченным числом участников-основателей, исполняющих множество ролей, определением общих целей, поиском механизмов привлечения к сотрудничеству «новых игроков», разработкой образовательного контента.

Переход к этапу роста (расширения) «Художественной мастерской студента_СГПИ» в контексте экосистемного подхода связан с «присоединением новых игроков, появлением совместных инициатив и проектов» [10, с. 126]. В настоящее время стейкхолдерами сообщества являются педагоги разных поколений. Среди них научно-педагогические работники кафедры педагогических арт-технологий ГБОУ ВО СГПИ, учителя изобразительного искусства Ставропольского края, студенты – будущие учителя изобразительного искусства. Механизмом привлечения к сотрудничеству в сетевом профессиональном сообществе как будущих, так и работающих учителей изобразительного искусства общеобразовательных организаций Ставропольского края явилось профессиональное взаимодействие в формате конкурсов, арт-квизов, флешмобов, акций, фестивалей, творческих отчетов и др. Следует отметить, что использование совместных форм сетевой активности является условием решения проблемы «разрыва» поколений в сетевой компьютерной среде [8].

В процессе сетевого профессионального взаимодействия в «Художественной мастерской студента_СГПИ» акцентировано развитие информационно-коммуникационной компетентности учителей изобразительного искусства в ее предметно-педагогическом аспекте. Под информационно-коммуникационной компетентностью учителей изобразительного искусства понимается способность реализовывать трансформирующееся под влиянием информационно-ком-

муникационных технологий и цифровых сервисов содержание учебного предмета изобразительное искусство, методы и формы учебной работы в онлайн- и офлайн-формате, специализированные информационно-коммуникационные технологии, цифровые инструменты и сервисы создания и обработки изображений, которые повышают эффективность образовательного процесса.

Приведем примеры совместных проектов, реализованных в сетевом сообществе «Художественная мастерская студента_СГПИ», способствующих развитию информационно-коммуникационной компетентности стейкхолдеров сообщества. Среди них:

– арт-квизы «Образ мадонны в мировом искусстве», «#МЫЕДИНЫ» и др., направленные на освоение стратегий геймификации в цифровой образовательной среде и потребовавшие от участников и организаторов навыков работы с цифровыми инструментами и сервисами создания и обработки изображений, социальными сетями, поисковыми сервисами сети Интернет;

– неделя искусств, направленная на разработку цифровых образовательных ресурсов, учебных материалов, которые могут быть использованы как в процессе урока изобразительного искусства, так и во внеурочной деятельности в онлайн- и офлайн-формате, потребовавшая от участников и организаторов владения навыками работы с цифровыми инструментами и сервисами создания и обработки изображений, социальными сетями, поисковыми сервисами сети Интернет;

– фестиваль национальных культур, включающий круглый стол «Традиции народов России», презентацию творческих проектов «Национальный костюм народов Северного Кавказа», ретроспективную онлайн-выставку художественно-творческих работ «Художественный образ народов России» и потребовавший от участников и организаторов умения подготавливать цифровые образовательные ресурсы и использовать сервисы организации видеоконференций для их презентации; владения навыками работы с цифровыми инструментами и сервисами создания и обработки изображений, социальными сетями, поисковыми сервисами сети Интернет;

– акции «Я помню! Я горжусь!», посвященные празднованию Дня Победы, потребовавшие от участников владения цифровыми видеосервисами, навыками работы с цифровыми инструментами и сервисами создания и обработки изображений и др.

Своеобразным катализатором развития профессионального взаимодействия в сетевом сообществе «Художественная мастер-

ская студента_СГПИ» явилась пандемия COVID-19 и переход всех образовательных организаций в 2020 г. на дистанционный формат обучения. Полезным опытом профессионального взаимодействия в этот период стала реализация производственной (педагогической) практики будущих учителей изобразительного искусства в дистанционном формате, которая явилась своеобразным срезом, позволяющим определить направления развития информационно-коммуникационной компетентности стейкхолдеров сообщества. Так, востребованными компетенциями, обеспечивающими эффективное взаимодействие и достижение цели производственной (педагогической) практики, явились способности реализовать методы и формы учебной работы онлайн на основе синхронного взаимодействия с обучающимися (проведение уроков изобразительного искусства, внеурочных мероприятий с использованием сервисов организации видеоконференций); использовать информационно-коммуникационные технологии и цифровые сервисы обработки текстовой, графической, видеoinформации для подготовки цифровых образовательных ресурсов, отчетной документации по практике; работать с облачными технологиями; осуществлять рефлексию выполнения заданий педагогической практики с использованием мессенджеров, сервисов организации видеоконференций. Владение перечисленными компетенциями является актуальным и для студентов – будущих учителей изобразительного искусства, и для их наставников – научно-педагогических работников кафедры педагогических арт-технологий ГБОУ ВО СГПИ, учителей изобразительного искусства Ставропольского края, что позволяет сделать вывод об актуальности непрерывного развития информационно-коммуникационной компетентности для всех стейкхолдеров сетевого сообщества «Художественная мастерская студента_СГПИ».

Заключение

Обобщая вышесказанное, отметим, что развитие информационно-коммуникационной компетентности учителей изобразительного искусства, опосредованное взаимодействием в сетевом профессиональном сообществе, носит практико-ориентированный характер и связано с решением актуальных задач педагогической практики. Взаимодействие в сетевом профессиональном сообществе может стать значимым элементом самообразования как будущих учителей изобразительного искусства, так и учителей-практиков, направленного

на развитие информационно-коммуникационной компетентности.

Перспективными направлениями развития сетевого сообщества «Художественная мастерская студента СГПИ» представляются изучение механизмов координации деятельности стейкхолдеров сообщества, построение новых и укрепление существующих горизонтальных и вертикальных связей в сообществе, а также проектирование форм контроля и оценки эффективности сетевого взаимодействия.

Список литературы

1. Уваров А.Ю., Гейбл Э., Дворецкая И.В. и др. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования / Под ред. А.Ю. Уварова, И.Д. Фрумина. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019. 343 с.
2. Бобрышов С.В., Пикалов Д.В., Суменко Л.В., Тоискин В.С., Хилько (Швецова) О.В. Информационная реальность, информационная культура и информационная деятельность в системе обучения, воспитания и социализации личности: монография / Под ред. С.В. Бобрышова. Ставрополь: СГПИ, 2022. 148 с.
3. Изотова А.Г., Гаврилюк Е.С. Экосистемный подход как новый тренд развития высшего образования // Вопросы инновационной экономики. 2022. Т. 12, № 2. С. 1211–1226. DOI: 10.18334/vinec.12.2.114869.
4. Григорьев С.Г., Сабитов Р.А., Смирнова Г.С., Сабитов Ш.Р. Концепция формирования и развития цифровой интеллектуальной экосистемы смешанного университетского образования // Информатика и образование. 2020. № 5. С. 15–23. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-5-15-23.
5. Проект Приказа Министерства труда и социальной защиты РФ «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере начального общего, основного общего, среднего общего образования) (учитель)»» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/56809182/> (дата обращения: 05.07.2023).
6. Хангельдиева И.Г. Образовательные экосистемы – тренд развития современного российского образования в ближайшем будущем // Вестник Московского университета. Серия 20. Педагогическое образование. 2022. № 1. С. 68–88.
7. Куклина Л.В., Куклин С.Я. Теоретические основы исследования экосистемного подхода к управлению образовательной деятельностью // Современное педагогическое образование. 2021. № 8. С. 27–33.
8. Сергеев А.Н. Подготовка будущих учителей информатики к профессиональной деятельности в сетевых сообществах Интернета: автореф. дис. ... докт. пед. наук. Санкт-Петербург, 2010. 32 с.
9. Художественная мастерская студента СГПИ [Электронный ресурс]. URL: https://vk.com/ams_sgpi (дата обращения: 02.07.2023).
10. Спенсер-Кейс Дж., Лукша П., Кубиста Дж. Образовательные экосистемы: возникающая практика для будущего образования. 2020. [Электронный ресурс]. URL: https://drive.google.com/file/d/1_hS84J5u2LnwmgUs_TOKRa4wHFmkWgfy/view (дата обращения: 10.07.2023).
11. Владимирова Л.П. Методические основы организации взаимодействия учителей иностранных языков в сетевых сообществах: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2009. 28 с.
12. Гололобова Н.Л. Повышение профессиональной компетентности слушателей в межкурсовый период при использовании возможностей сетевых сообществ педагогов. Монография // Вестник ТОГИРРО. Тюмень: ТОГИРРО, 2011. № 6 (18). 120 с.

УДК 373.31
DOI 10.17513/snt.39773

ФОРМИРОВАНИЕ ЭТНОКУЛЬТУРНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ НА ИНТЕГРИРОВАННЫХ ЗАНЯТИЯХ РОДНОГО ЯЗЫКА И МАТЕМАТИКИ ВО ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Иванова А.В., Осипова С.И., Стручкова В.И.

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», Якутск,
e-mail: struch.sara94@mail.ru

В статье рассматривается вопрос о формировании этнокультурной компетенции младших школьников на интегрированных занятиях родного языка и математики во внеурочной деятельности. Предмет исследования: педагогические условия формирования этнокультурной компетенции младших школьников. Младший школьный возраст является периодом интенсивного усвоения духовно-нравственных ценностей представителей разных народов. В этом возрасте следует начать работу по формированию этнокультурной компетенции. Изучив работы А.Б. Афанасьевой, Л.В. Мардахаевой и И.А. Морозова об этнокультурной компетенции, авторы написали определение этнокультурной компетенции младшего школьника – это умения и навыки, которые помогают ребенку эффективно адаптироваться в многонациональном обществе и понимать культурные традиции и ценности других народов. Она включает в себя знания о культуре и истории своего этноса, а также других народов. Кроме того, этнокультурная компетенция включает в себя умение вести диалог с представителями других культур, понимать их перспективу. Важно развивать этнокультурную компетенцию у детей с младшего возраста, чтобы они могли стать толерантными и успешными членами многонационального общества. Так, для формирования этнокультурной компетенции младших школьников разработали и провели интегрированные занятия родного (эвенкийского) языка и математики. Для выявления эффективности интегрированных занятий по формированию этнокультурной компетенции младших школьников на констатирующем и контрольном этапах исследования была проведена диагностика, результаты которой представлены в виде диаграмм.

Ключевые слова: этнокультурная компетенция, младший школьный возраст, интегрированные занятия, родной язык, математика, внеурочная деятельность

FORMATION OF ETHNO-CULTURAL COMPETENCE OF YOUNGER SCHOOLCHILDREN IN INTEGRATED CLASSES OF THEIR NATIVE LANGUAGE AND MATHEMATICS IN EXTRACURRICULAR ACTIVITIES

Ivanova A.V., Osipova S.I., Struchkova V.I.

North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk,
e-mail: struch.sara94@mail.ru

The article deals with the formation of ethno-cultural competence of younger schoolchildren in integrated classes of their native language and mathematics in extracurricular activities. Subject of research: pedagogical conditions for the formation of ethno-cultural competence of younger schoolchildren. Primary school age is a period of intensive assimilation of spiritual and moral values of representatives of different peoples, it is at this age that work should begin on the formation of ethno-cultural competence. Having studied the works of A. B. Afanasyeva, L. V. Mardakhaeva and I. A. The definition of ethno-cultural competence of a junior high school student is the ability and skills that help a child to adapt effectively in a multinational society and understand the cultural traditions and values of other peoples. It includes knowledge about the culture and history of your country, as well as the culture and history of other peoples living in this country or in the world. In addition, ethno-cultural competence includes the ability to conduct a dialogue with representatives of other cultures, understand their perspective and communicate effectively with them. It is important to develop ethno-cultural competence in children from a young age so that they can become tolerant and successful members of a multinational society. So, to form the ethno-cultural competence of younger schoolchildren, integrated classes of the native (Evenk) language and mathematics were developed and conducted. To identify the effectiveness of integrated classes on the formation of ethno-cultural competence of younger schoolchildren at the ascertaining and control stages of the study, diagnostics were carried out, the results of which are presented in the form of diagrams.

Keywords: ethno-cultural competence, primary school age, integrated classes, native language, extracurricular activities, mathematics

В Федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 29.12.2017) говорится о том, что воспитание личности должно основываться на духовно-нравственных ценностях народов России, о важности сохранения эт-

нокультурной и региональной идентичности, культурного разнообразия и языкового наследия многонационального государства [1]. Этнокультурная компетенция младшего школьника является важной составляющей его развития. Она предполагает умение по-

нимать и уважительно относиться к культурным и этническим различиям, а также способность к межкультурному диалогу и взаимодействию. В данной статье рассматриваются основные аспекты формирования этнокультурной компетенции младшего школьника. В итоге читатель сможет получить полное представление о том, что такое этнокультурная компетенция младшего школьника, почему она важна для его успешного развития в современном многокультурном мире, и познакомиться с одним из способов ее формирования – на интегрированных занятиях во внеурочной деятельности.

Цель исследования – теоретически обосновать и экспериментально проверить возможности интегрированных занятий родного языка и математики в формировании этнокультурной компетенции младших школьников.

Материалы и методы исследования

А.В. Хуторской рассматривает понятие «компетенция» как взаимосвязанные качества личности, направленные на определенный объект, явление окружающей действительности или процесс; с точки зрения ученого, суть понятия «компетентность» заключается в обладании соответствующей компетенцией, «включающей его личностное отношение к ней и предмету деятельности» [2, с. 228]. По мнению А.Б. Афанасьевой, этнокультурная компетенция выступает как «интегральное свойство личности, основанное на совокупности знаний о родной и других культурах, их месте в мировой культуре, опыте овладения культурными ценностями и проявляющееся в умениях, навыках, моделях поведения в моно- и полиэтнической среде» [3, с. 80]. По мнению М.Н. Поповой, «этнокультурная компетенция – это интегральное свойство личности, выражающееся в совокупности представлений, знаний о родной культуре, их месте в мировой культуре, опыте овладения этнокультурными ценностями, что проявляется в умениях, навыках, моделях поведения в моноэтнической и полиэтнической среде» [4]. В словаре-справочнике по социальной психологии В.Г. Крысько «этнокультурная компетентность» определяется как «степень проявления человеком знаний, навыков и умений, позволяющих ему правильно оценивать специфику и условия взаимодействия с представителями других этнических общностей» [5, с. 387]. Е.В. Кулеш отмечает, что показателем сформированности данной компетентности является осознание, принятие и уважение ребенком этнокультурных различий (т.е. толеран-

ность), готовность и способность жить в межэтническом обществе [6].

После тщательного изучения существующих определений понятия «этнокультурная компетенция» авторы предлагают конкретизацию данного понятия: этнокультурная компетенция младшего школьника – это умения и навыки, которые помогают ребенку эффективно адаптироваться в многонациональном обществе и понимать культурные традиции и ценности других народов. Она включает в себя знание языка, культуры, традиций, обычаев и обрядов своего народа, а также культуры и истории других народов, проживающих в этой стране или в мире [7]. Кроме того, этнокультурная компетенция включает в себя умение вести диалог с представителями других культур и понимать их перспективу. Важно развивать этнокультурную компетенцию у детей с младшего возраста, чтобы они могли стать толерантными и успешными членами многонационального общества.

Интегрированные занятия – это метод обучения, в котором различные предметы изучаются в комбинации друг с другом. Вместо того чтобы рассматривать каждый предмет в отдельности, создается занятие, которое объединяет несколько предметов вместе. Этот подход имеет ряд преимуществ для младших школьников и может помочь им более успешно учиться.

Преимущества интегрированных занятий:

– Увеличение мотивации учеников: интегрированные занятия могут помочь ученикам лучше понимать, зачем нужна та или иная тема и как она может быть полезной в других областях знаний. Это поможет увеличить их мотивацию для изучения предмета.

– Улучшение памяти: учебный материал, представленный в виде связанных между собой концепций, лучше запоминается и дает возможность более глубоко понять пройденную тему.

– Развитие критического мышления: интегрированные занятия способствуют развитию критического мышления у учеников, потому что они должны применять знания и навыки к различным задачам, что требует от них креативного подхода.

– Экономия времени: интегрированные занятия позволяют пройти несколько тем за одно занятие. Это экономит время на обучение и позволяет ученикам лучше усвоить материалы.

Для формирования этнокультурной компетенции младших школьников во внеурочной деятельности авторами были разработаны и проведены интегрированные уроки родного (эвенкийского) языка и математики, которые будут способствовать овладению

родным языком, знакомству с родной культурой и традициями, а также обучающиеся будут повторять и закреплять пройденный материал по математике.

Эксперимент проводился в три этапа.

Первый этап – констатирующий, где надо было определить первоначальный уровень сформированности этнокультурной компетенции младших школьников.

Методика 1. Анкета.

1. Знаете ли вы культуру и традиции своего народа?

2. Вами и вашими родителями соблюдаются ли традиции и обряды народа? Какие?

3. Знаете ли вы о национальной кухне своего народа?

4. Как вы думаете, что такое эвенкийские Иты и Оде?

5. Знаете ли вы, кто такой Сэвэки?

6. Есть ли в вашем доме изделие из шкуры оленя?

7. Знаете ли вы о целебных свойствах пантов оленя?

8. Знаете ли вы, что из костей оленя можно сделать игрушки?

9. Знаете ли вы, что из копыт оленя можно сделать музыкальный инструмент?

10. Что такое эвенкийский кумалан?

Методика 2. Тестирование на выявление первоначальных знаний и представлений об эвенкийских традициях и культуре.

Тестовые вопросы:

1. Праздник пробуждения природы у эвенков. Варианты ответов: А) Уктывун; Б) Бакалдын; В) Икэнипкэ.

2. Праздник встречи Нового года. Варианты ответов: А) Уктывун; Б) Бакалдын; В) Икэнипкэ.

3. Что такое эвенкийский нимгакан? Варианты ответов: А) Запреты; Б) Предания; В) Сказки.

4. Сколько миров есть в нимгакан? Варианты ответов: А) 1; Б) 3; В) 5.

5. Что такое Хэвэки? Варианты ответов: А) Священный белый олень; Б) Священное дерево; В) Средний мир.

6. Выбери эвенкийские имена. Варианты ответов: А) Саргылаана, Сардаана, Мичил; Б) Иманна, Киладий, Торгандун; В) Эрсан, Эрхан, Айсизэн.

Критерии оценивания:

1. Обучающиеся, имеющие высокий уровень сформированности этнокультурной компетенции, обладают глубокими знаниями в области национальной культуры, проявляют уважение к другим культурам. У них развиты такие качества личности, как толерантность, гуманность и т.д. Они также хорошо распознают музыкальные, художественные и другие произведения народной культуры.

2. Обучающиеся, имеющие средний уровень сформированности этнокультурной компетенции, проявляют небольшой интерес к национальной культуре. Они также имеют некоторые знания в области этики общения с людьми различных национальностей. Они частично ориентируются в произведениях народной культуры.

3. Обучающиеся с низким уровнем сформированности этнокультурной компетенции не проявляют интереса к народной культуре, не знакомы с произведениями народной культуры.

У 4 обучающихся был высокий уровень сформированности этнокультурной компетенции, что составляет 17,4%. Со средним уровнем 16 участников эксперимента, это 69,5% от общего количества обучающихся. А с низким уровнем сформированности этнокультурной компетенции 3 обучающихся – 13,1%. Результаты представлены на рис. 1.



Рис. 1. Показатели уровня сформированности этнокультурной компетенции младших школьников на констатирующем этапе

Второй этап – формирующий. На этом этапе был разработан и проведен комплекс интегрированных занятий по формированию этнокультурной компетенции младших школьников. В качестве примера приведем интегрированное занятие родного (эвенкийского) языка и математики. Для перевода слов были использованы эвенкийско-русские словари [8, 9].

Слайд 1: тема урока – «эвэды таңу» (эвенкийский счет).

Учитель: Дорово кунакар! Инэцин бу эвэды таңу таткалдырав (Здравствуйте, дети! Сегодня будем изучать эвенкийские числа). Эвенкийский счет от 1 до 10.

Слайд 2: Один – умун; два – дюр; три – илан; четыре – дыгин; пять – тунца; шесть – нюнун; семь – надан; восемь – дяпкун; девять – егин; десять – дян.

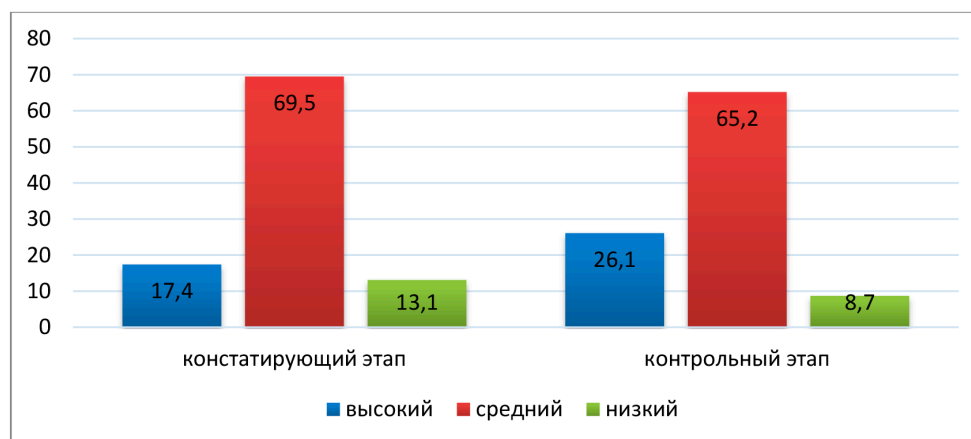


Рис. 2. Показатели уровня сформированности этнокультурной компетенции младших школьников на контрольном этапе

Учитель учит правильно произносить слова.

Слайд 3: один – умун. Написано словосочетание умун дылача (одно солнце), Учитель просит нарисовать солнце и написать сверху умун (один).

Слайд 4: два – дюр. Написано словосочетание дюр бегал (две луны). Обучающийся рисует две луны и подписывает.

Слайд 5: три – илан. Илан осиктал (три звезды). Обучающийся рисует три звезды и подписывает

Слайд 6: четыре – дыгин. Дыгин мол (четыре дерева). Обучающийся рисует четыре дерева и подписывает.

Слайд 7: пять – тунна. Тунна чиктыл (пять цветов). Обучающийся рисует пять цветов и подписывает.

Слайд 8: шесть – нюнун. Нюнун коколлол (шесть варежек). Обучающийся рисует шесть варежек и подписывает.

Слайд 9: семь – надан. Надан авданнал (семь листьев). Обучающийся рисует семь листьев и подписывает.

Слайд 10: восемь – дяпкун. Дяпкун делол (восемь камней). Обучающийся рисует восемь камней и подписывает.

Слайд 11: девять – егин. Егин умуктэл (девять яиц). Обучающийся рисует девять яиц и подписывает.

Слайд 12: десять – дян. Дян дэгиннэктэл (десять грибов). Обучающийся рисует десять грибов и подписывает.

Физкультминутка проводится на эвенкийском языке, с повторением пройденной темы – выполнением зарядки под эвенкийский счет. Умун, дюр, илан, дыгин, тунна, нюнун, надан, дяпкун, егин, дян.

Для закрепления пройденного материала обучающимся предлагается изучение счита-

лок на эвенкийском языке. В конце занятия обучающиеся вместе с учителем исполняют хоровод (круговой танец эвенков): Осорайкан! Осорайва икэгэт! Осорайкан! Умунду урундегэт! Осорайкан! Эвэнкил давлакаллу! Осорайкан! Аямаат бидекэллу! [10, с. 31].

Результаты исследования и их обсуждение

На контрольном этапе исследования была проведена повторная диагностика выявления уровня сформированности этнокультурной компетенции младших школьников по тем же методикам, что и на констатирующем этапе. Результаты диагностики показаны на рис. 2.

С высоким уровнем сформированности этнокультурной компетенции было 4 обучающихся (17,4%), стало 6 обучающихся (26,1%). Обучающихся со средним уровнем этнокультурной компетенции на контрольном этапе 15, что составляет 65,2%, а было 16 (69,5%). Низкий показатель сформированности был у 3 обучающихся (13,1%), стало 8,7%, что составляет 2 обучающихся.

Заключение

На констатирующем этапе эксперимента были сделаны выводы, что обучающиеся не владеют знаниями о культуре и традициях своего народа, особенно дети затруднялись в общении. Для решения данной проблемы авторы теоретически обосновали, разработали и провели интегрированные уроки родного языка и математики для формирования этнокультурной компетенции младших школьников. Так, на интегрированных занятиях у обучающихся повысились знания о родной культуре, традициях, обычаях, обогатился словарный запас, они узнали,

что эвенкийская культура является одной из многочисленных культур мира, а также дети овладели первичными навыками ведения диалога на родном эвенкийском языке.

Список литературы

1. Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.zakonrf.info/zakon-ob-obrazovanii-v-rf/> (дата обращения: 12.09.2023).
2. Хуторской А.В. Современная дидактика: учебник для вузов. М.: Юрайт, 2021. 406 с.
3. Афанасьева А.Б. Этнокультурное образование как феномен культурного поля. СПб.: ФГБОУ ВПО «СПГУТД», 2014. 188 с.
4. Попова М.Н. Формирование этнокультурной компетенции старшеклассников в региональной образова-

тельной среде // Мир науки, культуры, образования. 2019. № 1. С. 142–144.

5. Крысько В.Г. Словарь-справочник по социальной психологии. СПб.: Питер, 2018. 416 с.

6. Кулеш Е.В. Формирование этнокультурной компетентности обучающихся: из опыта работы // Конференциум АСОУ: сборник научных трудов и материалов научно-практических конференций. 2018. № 1. С. 392–396.

7. Иванова А.В., Осипова С.И., Стручкова В.И. Формирование этнокультурных компетенций младших школьников на интегрированных уроках родного языка и математики // Глобальный научный потенциал. 2023. № 3. С. 84–86.

8. Мыреева А.Н. Эвенкийско-русский словарь (Эвэды-лучады турэрук). Новосибирск: Наука, 2004. 798 с.

9. Соловьева Е.В. Словарь эвенкийско-русский (чумиканский диалект). Х., 2021. 64 с.

10. Варламов А.Н. Буга ганалчил (стихи) / перевод на эвенкийский Галины Кэптукэ. Якутск: Офсет, 2013. 64 с.

УДК 378.147.88

DOI 10.17513/snt.39774

ФОРМИРОВАНИЕ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ УМЕНИЙ В СИСТЕМЕ ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРУЮЩЕГО ОЦЕНИВАНИЯ

¹Клещева Н.А., ^{1,2}Данилина Е.К.

¹ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток,
e-mail: klenel@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет», Владивосток,
e-mail: ekaterina.danilina@vvsu.ru

В статье обсуждаются возможные подходы к проблеме формирования и развития универсальных компетенций и соответственно системы метапредметных умений и навыков, заложенных в них. Отмечается, что данный процесс, с одной стороны, предполагает значительное увеличение самостоятельной деятельности студентов, а с другой – разработку новых подходов к педагогическому сопровождению этой деятельности. Обосновывается, что процесс формирования и развития метапредметных навыков должен поддерживаться педагогическими средствами, позволяющими организовывать широкие каналы обратной связи между студентами и преподавателем. Предлагается использовать основные идеи технологий формирующего оценивания, ориентированные на усиление внутренней мотивации студентов и развитие навыков самооценки своей деятельности. В работе предложена модель сопровождения самостоятельной внеаудиторной деятельности студентов, поддерживающая процесс формирования и развития метапредметных навыков на базе технологии формирующего оценивания. Данная модель состоит из пяти блоков и включает в себя прогностическое оценивание, ретроспективное оценивание и самокоррекцию. Наличие широкого канала обратной связи способствует развитию таких метапредметных навыков, как прогнозирование, планирование и саморазвитие. Отмечается, что отличительной особенностью предлагаемой схемы организации самостоятельной деятельности студентов является цифровой формат канала обратной связи на базе компьютерных программ типа chatbot. Обсуждаются перспективы совершенствования предлагаемой модели.

Ключевые слова: высшее образование, универсальные компетенции, метапредметные умения и навыки, самостоятельная деятельность студентов, технология формирующего оценивания

ORGANIZATION AND SUPPORT OF INDEPENDENT ACTIVITIES OF STUDENTS ON THE BASIS OF FORMATIVE ASSESSMENT

¹Klescheva N.A., ^{1,2}Danilina E.K.

¹Far Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: klenel@mail.ru;

²Vladivostok state university, Vladivostok, e-mail: ekaterina.danilina@vvsu.ru

The article is devoted to the topic in the pedagogical sphere which is of current interest nowadays – to organization and support of independent study work of students of higher educational institutions. The work highlights the importance of formative assessment, as it contributes to the formation of universal (meta-subject) competencies. The key universal competence in the article the authors believe to be «Self-organization and self-development (including health protection)» (UC-6). The paper presents some methodological ways of organizing students' independent work in order to form meta-subject skills. The emphasis is on methods based on some technologies of formative assessment. After conducting a study regarding the formation of universal competencies among students of higher educational institutions, the authors come to the conclusion that students are not so much interested in the development of certain meta-subject skills as they do in academic performance. To solve the problem, it is proposed to introduce more forms of formative assessment into the educational process. A methodical model for organizing independent work of students for the development and improvement of meta-subject skills is also proposed. The authors see the prospect of improving the methodological system for organizing and supporting the independent activities of students.

Keywords: universal competencies, metasubject competencies, independent study activity, formative assessment, higher professional education

Образование последних лет характеризуется интенсивностью подачи материала и все увеличивающимся объемом информации, что, в свою очередь, для поддержания качества обучения и усвоения программы предполагает разработку новых подходов к организации самостоятельной деятель-

ности студентов. Нормативно современные федеральные государственные стандарты высшего образования (3++) отводят самостоятельной работе значительное место в подготовке будущих специалистов. Анализ учебных планов различных специальностей высшего образования последних

лет позволяет констатировать растущую динамику доли самостоятельной работы – порядка 50–70% от общей трудоемкости дисциплины. Основной целью самостоятельной работы является развитие у студентов навыков самообразования и саморазвития – так называемых мягких навыков (soft skills), которые как единый результат образования трактуются через систему универсальных компетенций (УК1–УК11). Наряду с профессиональными компетенциями (ПК) УК играют достаточно важную роль в формировании будущего специалиста, поскольку способствуют организации дальнейшего обучения и самообучения, развитию умения работать в коллективе, мобильности, развитию навыков решения проблем в условиях неопределенности, т.е. именно тех качеств специалиста, которые наиболее востребованы на современном рынке труда.

В психолого-педагогической литературе последних лет представлены достаточно интересные исследования, а также подходы к формированию таких составляющих универсальных компетенций, как умение учиться [1, 2], критичность мышления [3, 4], креативность [5, 6], концентрация и управление вниманием [7, 8] и т.д. Однако следует отметить, что решение проблемы формирования УК в процессе обучения в вузе несколько «отстает» от соответствующей проблемы для ПК. В первую очередь, это связано с тем, что формирование профессиональных компетенций стандартизировано Федеральными стандартами через учебные дисциплины, профессиональные модули, учебные практики, а подходы к формированию универсальных компетенций не имеют четких ориентиров и регламентируются внутренними нормативными локальными актами учебных заведений. Несмотря на то что учебными планами регламентируется формирование УК практически на каждой дисциплине, индикаторы достижения этих компетенций трактуются весьма вариативно, более того, они не всегда могут быть оценены традиционными формами контроля.

Одним из возможных вариантов решения данной проблемы может стать использование технологий *формирующего оценивания* при организации самостоятельной деятельности студентов. Формирующее оценивание является более «мягкой» и в то же время более объективированной формой оценивания, чем традиционные формы контроля. Методики формирующего оценивания, позволяющие оценивать обучение в процессе, позволяют развивать такие полезные навыки, как рефлексия, умение работать

с информацией, проектировать свое учение, оценивать себя и т.д. Важным элементом формирующего оценивания является организация каналов обратной связи – преподаватель, получая информацию о восприятии каждым студентом учебного материала, имеет возможность сделать процесс обучения более индивидуализированным.

К настоящему времени методики формирующего оценивания достаточно широко используются в практике образовательного процесса в вузе. Обсуждается возможность использования данной формы контроля для оценивания знаниевого компонента сформированности компетенций в аудиторных и внеаудиторных формах учебной деятельности [9, 10]. В последние годы появились исследования, в которых предлагаются методики формирующего оценивания, направленные на развитие различных метапредметных навыков и приемов, определяющих уровень сформированности УК [11, 12].

Тем не менее, следует отметить недостаточно сформированную базу методик по организации внеаудиторной самостоятельной деятельности студентов, непосредственно направленной на формирование универсальных компетенций. Внеаудиторная самостоятельная деятельность студентов – одна из самых сложных форм деятельности не только по организации и сопровождению со стороны преподавателя, но и по выполнению со стороны студента. Таким образом, не преуменьшая важности самостоятельной и других форм работ, целесообразно говорить о значимости самостоятельной деятельности, так как именно она направлена на становление личности обучающегося и развитие таких навыков, как постановка цели, решение задач, планирование своей деятельности и иные, то есть тех, которые помогут обучающемуся в организации его учебной деятельности в течение всех лет обучения.

Авторы данной статьи считают, что технологии формирующего оценивания, ориентированные на развитие различных проявлений универсальных компетенций, обладают большим дидактическим потенциалом для сопровождения и поддержки именно самостоятельной деятельности студентов.

Цель статьи – предложить схему сопровождения самостоятельной деятельности студентов с использованием основных элементов технологии формирующего оценивания, ориентированную на развитие и формирование метапредметных умений и навыков.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи:

– проанализировать фактическую сформированность метапредметных навыков у студентов;

– рассмотреть некоторые методические способы формирования навыков самостоятельной деятельности на базе формирующего оценивания;

– предложить свою методическую схему развития и совершенствования навыков самостоятельной деятельности на базе формирующего оценивания.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на базе двух вузов г. Владивостока – Дальневосточного федерального университета и Владивостокского государственного университета – в 2021–2023 академических годах. Для достижения поставленной цели были использованы такие методы, как анализ литературы, анкетирование студентов, а также построение моделей и прогнозирование.

Результаты исследования и их обсуждение

Как уже отмечалось, в учебных планах всей существующей номенклатуры специальностей высшего образования заложено формирование определенных УК практически на всех дисциплинах. На начальном этапе исследования было решено проверить уровень сформированности у студентов различных составляющих этих компетенций к концу обучения в вузе. С этой целью было проведено анкетирование студентов четвертых курсов на большом спектре направлений подготовки – и гуманитарно-экономических, и инженерно-технических. В опросе приняли участие 80 студентов 11 направлений подготовки.

Студентам предлагалась анкета, включающая 15 вопросов. Анкета состояла из двух частей: вводной (курс, возраст, направление подготовки) и основной (12 вопросов о планировании индивидуального учебного процесса обучающимся, постановке индивидуальных образовательных целей и о проведении анализа своей учебной деятельности) – и носила анонимный характер. Время заполнения составляло приблизительно 5–8 минут. Представим некоторые результаты.

Серия вопросов, относящихся к учебной деятельности обучающихся, показала, что 33,9% их них не планируют свою учебную деятельность совсем, в то время как 30,5% отмечают частичное планирование, и только 13,6% утверждают о полном

планировании с письменной фиксацией. Здесь представляется важным сделать акцент именно на письменной фиксации запланированного: записанная в любом виде информация имеет больше шансов на дальнейшее осмысление и проработку. Из ответивших положительно 22,4% заявили, что планируют свою учебную деятельность в начале каждого семестра, и 8,6% – в начале каждого учебного раздела.

Вопрос относительно целеполагания показал схожие с планированием результаты в плане фиксации: обучающиеся в основном частично и только устно ставят цели – 35,6%, тогда как только 15,3% прописывают их для некоторых дисциплин, а 25,4% не ставят цели вовсе.

Большинство студентов устно анализируют свою учебную деятельность в конце семестра (42,1%); по завершении учебной темы рефлексующие и нерефлексующие показали равные результаты – по 37,9%. Итоги каждого отдельного учебного занятия не анализируют 44,8% студентов, тем не менее, 33,9% пытаются провести устную рефлексию. При этом обучающиеся отмечают, что наибольшие сложности при организации учебного процесса возникают в тех же областях – с планированием на семестр (33,9%), определением целей на семестр (18,6%) и проведением анализа своей учебной деятельности (11,9%). При этом 32,2%, 32,2% и 27,1% респондентов говорят об отсутствии планирования, постановки целей и рефлексии соответственно.

Представленные результаты позволяют сделать основной вывод: современные студенты крайне заинтересованы в академических результатах, но в то же время не владеют в должной мере навыками правильного планирования своего учебного процесса с целью приобретения необходимых профессиональных знаний и умений. Безусловно, грамотная постановка целей и распределение своих ресурсов способствуют в конечном итоге достижению лучших академических результатов. Подобные навыки самостоятельной деятельности должны закладываться на первых курсах университета и поддерживаться в течение всего периода обучения, ведь именно они определяют дальнейшее успешное обучение и в последующем – грамотное распределение своих профессиональных ресурсов.

Конечно, практически у каждого преподавателя существуют методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов (выбор преподавателем форм, средств и методов для обеспечения эффективной учебно-по-

знавательной активности). Фонды оценочных средств предполагают наличие критериев оценивания заданий, а также краткие методические рекомендации по их выполнению, однако они имеют общий характер. Но студентам для организации своей деятельности и успешного выполнения поставленных учебных задач необходимо педагогическое сопровождение, так как на данном этапе они еще недостаточно компетентны в самом главном – самоорганизации.

Именно об этом говорят И.Ю. Тарханова и иные [13, с. 226–230] – студента необходимо обучить необходимым навыкам. Авторы отмечают, что возможным средством формирования навыков и умений, заложенных в универсальные компетенции федеральных государственных образовательных стандартов, может являться такой метод формирующего оценивания, как портфолио. Авторы также указывают, что «одним из важных условий эффективности использования технологии “Портфолио” как средства оценки результатов образовательной деятельности выпускника и его достижений в профессиональном развитии в период обучения в вузе является управление процессом создания студентом своего портфолио».

В свою очередь, М.А. Воронина и иные [14] предлагают интересную методику, основанную на таких приемах формирующего оценивания, как «Знаю – Интересуюсь – Уже научился», «Мои приоритеты», «Личный дневник обучающегося». В данной модели преподаватель выполняет роль направляющего и организует всю работу студентов согласно разработанному авторами УМК с последующим обсуждением с обучающимися. Необходимо отметить значимость разработанной методики, так как она способствует формированию таких необходимых для студента навыков, как целеполагание, планирование и рефлексия.

Авторы настоящего исследования предполагают, что для лучшего усвоения и развития навыков и умений, формируемых в рамках универсальных компетенций, имеет смысл в большей степени включить во внеаудиторный учебный процесс элементы формирующего оценивания.

В отличие от описанных выше методик, авторы которых, очевидно, делают акцент на очной работе студентов и их активном взаимодействии с преподавателем, в данной работе предложено рассмотреть организацию и сопровождение внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся с элементами формирующего оценивания в цифровом формате. Данное предложение

было выдвинуто на основе данных проведенного опроса: 42,4% студентов отметили, что для планирования используют мобильные устройства, против 16,9%, кто пользуется неэлектронными (бумажными) дневниками. Предполагается, что такой формат может способствовать большей вовлеченности и в некоторой степени повышению мотивации. Авторы предлагают уйти от обычного планера и сделать работу более интерактивной, на базе чат-бота, который ведет студента при планировании его самостоятельной учебной деятельности, постановке целей, выполнении поставленных задач, анализе проделанной работы и определении следующих целей на основе выполненной работы. Следовательно, студент учится думать и действовать самостоятельно – вначале с помощью подсказок работа-помощника, а затем (в идеале) переходит на полную самостоятельность. Таким образом, целью предлагаемой разработки является формирование и развитие навыков и умений, соответствующих таким универсальным компетенциям, как Системное и критическое мышление (УК-1), Разработка и реализация проектов (УК-2), Самоорганизация и саморазвитие (УК-6).

Как уже отмечалось, сама концепция формирующего оценивания не нова и может включать в себя различные формы «безотметочного» оценивания. Однако, по нашему мнению, при рассмотрении вопроса о формировании отмеченных универсальных компетенций целесообразно в обязательном порядке включить в разрабатываемую схему поддержки самостоятельной деятельности студентов такой компонент формирующего оценивания, как самооценивание, а именно прогностическое и ретроспективное самооценивание.

Самооценивание, как отмечают авторы, «позволяет учащемуся оценить потенциал индивидуальных возможностей и способностей посредством получения информации о личностных достижениях, представленных целью деятельности, критериями оценивания, характеристикой достигнутого уровня и освоить эффективные средства управления своей учебной деятельностью» [15, с. 181].

Прогностическое оценивание «направлено на постановку и принятие учебной задачи, позволяющей выявить способность и готовность учащихся по выполнению дальнейших действий с использованием первичного опыта самостоятельного приобретения знаний» [15, с. 180].

Ретроспективное оценивание подразумевает «выявление способностей учащихся

ся и их готовности к выполнению учебных действий в процессе проведения самостоятельной работы на уроке» [15, с. 180].

Разработанная в ходе исследования схема сопровождения внеаудиторной самостоятельной деятельности студента охватывает изучение одного учебного раздела (работа с остальными строится по аналогии). Данная схема строго иерархична и содержит пять этапов.

Процедуру самостоятельной внеаудиторной работы предлагается начать с прогностического оценивания. Следовательно, перед началом изучения нового раздела студенты отвечают на вопросы, позволяющие им самим (что представляется важным) оценить степень своей готовности к изучению нового материала, выявить потенциально слабые места для определения траектории индивидуального движения в ходе изучения раздела и прогнозирования возможных конечных результатов.

Изучение темы может быть организовано как в традиционном очном формате, так и с возможностью применения других форм обучения – самостоятельное изучение, перевернутый класс и т.д. Однако при любой форме учебной деятельности студентам предоставляется возможность проработать / делать заметки относительно тех учебных единиц, которые они отметили при прогностическом самооценивании, чтобы иметь возможность дальнейшей объективной оценки проделанной работы.

После изучения раздела и итоговой работы/теста предлагается ввести ретроспективное самооценивание – студенты работают по приему «одноминутное эссе». Им предлагается ответить на такие вопросы, как: «Что для меня осталось непонятным», «Какие вопросы я хотел бы уточнить» и другие подобные для того, чтобы подвести итог изучения темы. Данный этап представляется наиболее важным – преподаватель получает информацию, насколько корректно изначально обучающимся определена траектория индивидуального движения при изучении данной конкретной темы, какие выводы он может сделать относительно организации своего обучения, какие дальнейшие цели могут быть поставлены в соответствии с проведенной рефлексией.

После этапа ретроспективной самооценки необходимы контроль преподавателя и обратная связь. Если первые три блока обучающийся прорабатывает самостоятельно, без руководства преподавателя, то следующий этап требует обратной связи. Помимо объективной оценки и формирования

у студента понимания о правильности организации своей учебной деятельности, это способствует закреплению приобретаемых метапредметных навыков.

Естественным завершением процесса контроля и оценивания любой формы является самокоррекция, обычно организуемая для повышения эффективности контрольно-оценочной деятельности. В предлагаемой схеме этап самокоррекции больше ориентирован на проработку результатов предыдущего этапа (этап обратной связи) с целью формирования таких метапредметных навыков, как прогнозирование и планирование.

Заключение

В статье предложена схема сопровождения и поддержки внеаудиторной самостоятельной деятельности студентов по развитию и совершенствованию метапредметных умений и навыков, построенная на концепции формирующего оценивания. В работе предложено отойти от традиционной и наиболее распространенной формы организации самостоятельной внеаудиторной работы студентов. Задача студентов – самостоятельно, по предложенным подсказкам работа-помощника, планировать, организовать и выполнять свою учебную деятельность. Задача преподавателя – контролировать студентов на завершающем этапе и предоставить обратную связь.

Совершенно очевидно, что в рамках одного исследования невозможно говорить о формировании всего комплекса метапредметных умений и навыков, заложенных в универсальные компетенции. Предполагалось в первую очередь обратить внимание на развитие таких необходимых для успешной самоорганизации учебной деятельности умений, как планирование, целеполагание и рефлексия. Правильность первичного отбора умений для их формирования и развития подтвердили первые результаты педагогического эксперимента по апробации предлагаемой схемы организации внеаудиторной самостоятельной деятельности студентов – было констатировано определенное повышение академической успеваемости студентов в тех группах, которые были вовлечены в эксперимент, относительно групп такого же направления подготовки (2/2). Исследования в данном направлении планируется продолжать, постепенно расширяя спектр формируемых «мягких» умений и навыков, поскольку на современном рынке труда они являются востребованными в любой сфере профессиональной деятельности.

Список литературы

1. Островский А.В., Егорова В.А. Кадры XXI века: умение учиться как обязательное условие непрерывного образования // Вестник Московского университета. Серия 21. Управление (государство и общество). 2020. № 3. С. 111-125.
2. Голубчикова М.Г., Федотова Е.Л., Харченко С.А., Голубчиков Г.М., Арпентьева М.Р. Учебно-профессиональная самостоятельность и умение учиться // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2021. № 2 (42). С. 32-40.
3. Коккина А.А., Кузнецова Ю.В. Исследование критического мышления студентов в процессе обучения в вузе // Казанский педагогический журнал. 2019. № 3 (134). С. 143-147.
4. Ташланова Н.Д. Развитие критического мышления студентов в вузах // Проблемы Науки. 2019. № 11-2 (144). С. 63-64.
5. Лабзина П.Г., Москвина А.В. Развитие креативных способностей студентов в информационно-исследовательской среде вуза // Современная высшая школа: инновационный аспект. 2017. № 1 (35). С. 60-71.
6. Синицина И.А., Маджуга А.Г., Ахмерова Н.М., Загитов А.Р. Развитие креативных способностей студентов вузов гуманитарного профиля: концептуальные подходы // Педагогическое образование в России. 2017. № 2. С. 74-81.
7. Долганина В.В., Ширванян А.Э. Условия повышения устойчивости внимания у студентов в рамках дистанционного обучения // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 69-1. С. 344-347.
8. Абисалова И.Л., Саджая Л.А., Сергеева Е.О., Василенко Е.А., Приходько М.А., Хромова Н.А., Потанина А.П. Исследование устойчивости, концентрации и распределения внимания у студентов в условиях интеллектуальной нагрузки на учебных занятиях // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. №3 (129). URL: <https://research-journal.org/archive/3-129-2023-march/10.23670/IRJ.2023.129.12> (дата обращения: 12.08.2023). DOI: 10.23670/IRJ.2023.129.12.
9. Воронцова И.И. Полифония форм формирующего оценивания // Вестник РГГУ. Серия «Психология. Педагогика. Образование». 2022. № 3. С. 78-91.
10. Рудакова Ю.А., Бобыкина И.А. Формирующее оценивание как перспективная технология оценочной деятельности в высшей школе // Челябинский гуманитарий. 2021. № 2 (55). С. 79-87.
11. Писаренко Д.А. Методика оценивания сформированности компетенций студентов вуза во внеучебной деятельности // Профессиональное образование и рынок труда. 2021. № 1. С. 58-70.
12. Шаповалова О.Н. Формирующее оценивание как технология развития метапредметных результатов обучающихся основной школы: дисс. ... канд. пед. наук. Ростов-на-Дону, 2021. 135 с.
13. Измерение и оценка сформированности универсальных компетенций обучающихся при освоении образовательных программ бакалавриата, магистратуры, специалитета: коллективная монография / под науч. ред. д.п.н. И.Ю. Тархановой. Ярославль: РИО ЯГПУ, 2018. 383 с.
14. Воронина М.А., Зубова С.П., Кочетова Н.Г. Методики формирующего оценивания как инструмент развития поведенческо-рефлексивного компонента профессиональной культуры будущего педагога // Самарский научный вестник. 2019. Т. 8, № 1. С. 243-248.
15. Липатникова И.Г. Оценивание как диагностическая процедура формирования конечных результатов обучения по математике // Педагогическое образование в России. 2016. № 7. С. 177-182.

УДК 371.39
DOI 10.17513/snt.39775

НАСТАВНИЧЕСТВО КАК ТЕХНОЛОГИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНОВЛЕНИЯ МОЛОДОГО СПЕЦИАЛИСТА

Круглова Е.Н.

*ОГБОУ ДПО «Костромской областной институт развития образования», Кострома,
e-mail: ekruglova55@rambler.ru*

XXI век – эпоха образования, которое вносит существенный вклад в социально-экономический прогресс страны. В статье освещается опыт реализации наставнической деятельности, методы работы с молодыми специалистами. Выборочный анализ данных исследования адаптации педагогов общеобразовательных организаций позволил раскрыть основные технологические аспекты данного вопроса. Объектом исследования стала позиция в отношении сопровождения профессиональной интеграции молодых учителей со стороны администрации школ и опытных педагогов, выступающих в качестве потенциальных наставников. В ходе сопоставления полученных в результате анкетного опроса данных автор статьи смог выделить трудности, с которыми сталкиваются молодые педагоги в процессе преподавания, во взаимодействии с участниками образовательного процесса. Профессиональные затруднения молодых специалистов заключаются в адаптации к школьному коллективу, к особенностям выбранной профессии, к новым формам работы и др. В статье представлены методы работы с молодыми специалистами. Наставничество как технология профессионального становления молодого учителя успешно работает в регионе: стимулирует профессиональный рост и раскрывает личностный потенциал. В адаптационный период наставник оказывает социально-психологическую поддержку и проектирует систему профессиональной компенсации.

Ключевые слова: педагог, адаптация, компетентности, наставничество, сопровождение

MENTORING AS A TECHNOLOGY OF PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF A YOUNG SPECIALIST

Kruglova E.N.

*Kostroma Regional Institute for the Development of Education, Kostroma,
e-mail: ekruglova55@rambler.ru*

The XXI century is the era of education, which makes a significant contribution to the socio-economic progress of the country. The article highlights the experience of mentoring activities, methods of working with young professionals. A selective analysis of the data of the study of the adaptation of teachers of general education organizations allowed us to reveal the main technological aspects of this issue. The object of the study was the position regarding the support of the professional integration of young teachers by the school administration and experienced teachers acting as potential mentors. In the course of comparing the data obtained during the questionnaire survey, the author of the article was able to highlight the difficulties faced by young teachers in the process of teaching, in interaction with participants in the educational process. The professional difficulties of young specialists consist in adapting to the school team, to the peculiarities of the chosen profession, to new forms of work, etc. The article presents methods of working with young specialists. Mentoring as a technology of professional development of a young teacher works successfully in the region: it stimulates professional growth and reveals personal potential. During the adaptation period, the mentor provides socio-psychological support and designs a system of professional compensation.

Keywords: teacher, adaptation, competencies, mentoring, support

Развитие кадрового потенциала – стратегическая задача образования. Специалисты в области экономики отмечают: «...В мире система образования становится одним из главных инвестиционных ресурсов» [1, с. 30]. Сегодня социальный запрос определяет личностные качества педагога: готовность к изменениям (учиться, доучиваться, переучиваться), коммуникабельность, стрессоустойчивость и др. По всей стране потребность исчисляется десятками тысяч педагогов. Главной кадровой проблемой является обеспеченность образовательных учреждений учителями, отвечающими современным требованиям. Одновременно

подобрать квалифицированного сотрудника без профессионального сопровождения практически невозможно. Необходимо совершенствование системы подготовки специалистов: обучение в вузе и повышение квалификации в процессе профессиональной деятельности.

2023 год согласно Указу президента является Годом педагога и наставника «в целях признания особого статуса педагогических работников, в том числе осуществляющих наставническую деятельность» [2]. Наставник вновь актуален не только как проводник в мир профессии, но и как личность, передающая знания и умения. В образовании

«...наставничество рассматривается как кадровая технология... в которую наставник включен (в качестве человека (профессионала), обладающего соответствующим опытом) и в которую он призван погрузить сопровождаемого. <...> Наставник оказывает педагогическое воздействие на базовые процессы развития не непосредственно, а путем вовлечения сопровождаемого в ту или иную деятельность, с последующей организацией ее обсуждения и осмысления полученного опыта» [3, с. 7–8].

Анализ литературы позволил выделить основные аспекты вопроса адаптации молодых специалистов: описание внутренних, психологических проблем в условиях профессиональной деятельности (Р.В. Демьянчук, Н.А. Матвеева, Б.Д. Эльконин); значение наставника в профессиональном становлении (С.Г. Вершловский, Н. Сулейманова, М.Г. Ермолаева, К.Д. Ушинский, Т.В. Яковенко); низкий уровень профессиональных компетенций (С.В. Власенко, С.А. Котова, Т.В. Лучкина, Г.И. Чемоданова, Н.А. Шайденко); готовность к профессиональному развитию (М.А. Пинская, А.А. Марголис, Н.Ф. Логинова) и др. Кроме этого, на сегодняшний день возросло внимание к российскому учительству, большой интерес представляет трансляция региональных практик наставнической деятельности: «...Системы сопровождения молодых педагогов представлены и в других регионах России, разница будет в статистике и масштабах. <...> Хотелось бы обозначить и проблемы, о которых все чаще пишут по теме «Сопровождение молодого педагога в современной России»» [4, с. 6].

Сущность понятия «социальная адаптация» трактуется исследователями по-разному, но автор статьи придерживается трактовки И.А. Милославовой: «...Это один из механизмов социализации, позволяющий личности активно включаться в различные структурные элементы социальной среды путем стандартизации повторяющихся ситуаций, что дает личности возможность успешно функционировать в условиях динамического социального окружения» [5, с. 115]. Адаптируясь, педагог выходит на более профессиональный уровень отношений с коллегами.

Несмотря на существующие исследования, наставничеству уделено недостаточное внимание. Детально не описаны перспективные модели развития системы наставничества, его технологические аспекты.

Практическая значимость исследования заключается в том, что на основе диагностических процедур были разработаны программы курсов повышения квалифика-

ции для наставников «Наставник+: грани профессионализма» и молодых педагогов «Молодой учитель в современной школе», которые успешно прошли апробацию в учреждениях Костромской области.

Цель статьи – представить опыт реализации наставнической деятельности как технологии профессионального становления молодого специалиста, направления и методы повышения педагогического мастерства преподавателя.

Материалы и методы исследования

В ходе исследования были использованы следующие методы: анализ и обобщение научной литературы по вопросу наставничества; результатов диагностики «Молодой педагог: дефициты профессиональных компетенций»; выявление трудностей, испытываемых молодыми учителями в период профессионального становления, в процессе наблюдения за учебной деятельностью. Базой для проведения исследования выступили девятнадцать образовательных организаций региона. Экспериментом было охвачено 103 молодых педагога, 396 учителей-наставников, 100 руководителей образовательных организаций, в которых трудоустроены педагоги, и 10 представителей регионального методического актива. Методический актив региона – это педагоги, успешно прошедшие процедуру оценки предметных и методических компетенций, проводимую ФГАОУ ДПО «Академия реализации государственной политики и профессионального развития работников образования Министерства просвещения Российской Федерации», именно они оказывают методическое сопровождение педагогов в муниципалитетах.

Результаты исследования и их обсуждение

Апробации эффективности реализуемых в образовательных организациях Костромской области программ наставничества была посвящена деятельность региональной инновационной площадки, созданной Приказом департамента образования и науки Костромской области от 1 октября 2021 г. № 1543 «Об открытии региональных инновационных площадок». Участниками площадки были разработаны макеты программ наставничества и критерии оценки эффективности, проведены внутренняя и внешняя экспертизы 100% разработанных в этом направлении в регионе документов. Важными критериями реализации программ, соответствующих целевым показателям национального проекта «Молодые профессионалы», оказались такие крите-

рии, как выбор актуальных для образовательных учреждений моделей наставничества; формирование наставнических пар и групп; стратегии адаптации молодых специалистов; регулирование поэтапного внедрения процесса сопровождения, а также оценка эффективности работы наставников и программ.

В целях эффективной деятельности менторов с 2021 г. в регионе запущен проект «Наставник +: грани профессионализма» по обучению наставников, которое проводится в разных форматах: постоянно действующий семинар; выездная многопредметная школа; практикумы «Педагогическая гостиная»; мастер-классы; педагогические марафоны и др. Промежуточные результаты были обсуждены на экспертном совете ОГБОУ ДПО «КОИРО» по итогам работы 2021 г. и представлены автором статьи на Всероссийском конкурсе лучших механизмов тьюторства педагогических работников субъектов Российской Федерации» (ООО «Альмира», Москва, мероприятие проводилось в рамках исполнения обязательств по государственному контракту № 03.D34.11.0008 от 03.08.2020, заключенному с Министерством просвещения Российской Федерации).

Результаты работы региональной инновационной площадки были представлены автором статьи на следующих мероприятиях: межрегиональной научно-практической конференции «Региональная система профессионального образования» в рамках VI регионального чемпионата «Молодые профессионалы» (WorldSkillsRussia) Костромской области (2021 г.); межрегиональном вебинаре «Внедрение методологии наставничества: практики регионов» (г. Курск, 2021 г.). Работа по реализации программ будет продолжаться, поскольку их внедрение позволяет педагогам не только закрепиться на рабочем месте, но и повысить квалификацию и качество знаний обучающихся. Кроме того, реализация проекта также способствует формированию новой плодотворной среды для раскрытия потенциала каждого: молодого специалиста, наставников, обучающихся, родительской общественности.

Программа наставничества в образовательных организациях (в разработке которой автор статьи принял непосредственное участие) позволяет разрешить вопросы по кадровой подготовке. В реализации программ наставничества участвуют молодые специалисты и опытные педагоги, имеющие профессиональные успехи (победы в различных профессиональных конкурсах институционального, муниципального, регионального, всероссийского и междуна-

родных уровней, авторы пособий, участники семинаров и конференций), обладающие лидерскими, организаторскими качествами, являющиеся эффективными коммуникаторами. Наставник не только сопровождает начинающего учителя, но и способствует совершенствованию профессионального мастерства. Результативным является включение молодых специалистов в деятельность профессиональных сообществ. Так, в регионе имеется опыт успешного включения под руководством автора статьи начинающих педагогов в Костромское отделение Всероссийской ассоциации учителей литературы и русского языка (АССУЛ). Программа наставничества позволяет молодому специалисту выстроить собственную программу профессионального становления, а также получить максимально высокую оценку своей трудовой деятельности всеми участниками образовательных отношений.

Критическое осмысление имеющихся в общеобразовательных учреждениях практик наставничества позволяет вычленив несколько типов наставников: консультанты (работают по запросу), методисты (совершенствуют предметную и методическую компетенции педагога), менторы (осуществляют социально-психологическую поддержку), андрагоги (создают условия для саморазвития начинающего учителя) [6, с. 213–216]. В нашем регионе предпочитается «...модель полисубъектного наставника, ориентированного не только на комплексное социальное и педагогическое сопровождение адаптационных процессов, но и на личностный рост и профессиональное развитие молодого учителя» [6, с. 217]. Структура модели наставничества представлена на рис. 1. Показателем эффективности внедрения данной модели является качественная многоаспектная методическая поддержка – это комплекс взаимосвязанных целенаправленных действий, направленных на оказание помощи педагогу (педагогическому коллективу) в решении возникающих затруднений, способствующих его развитию и самоопределению (формальное, неформальное, информальное образование и сетевая инфраструктура).

В проведенном автором статьи исследовании использовался стандартизированный инструментарий по блокам профессиональных компетенций (таблица). Тестирование (самодиагностика профессиональных дефицитов на основе рефлексии профессиональной деятельности и диагностика на основании экспертной оценки практической деятельности) позволило провести сравнительный анализ ответов педагогов и их руководителей.

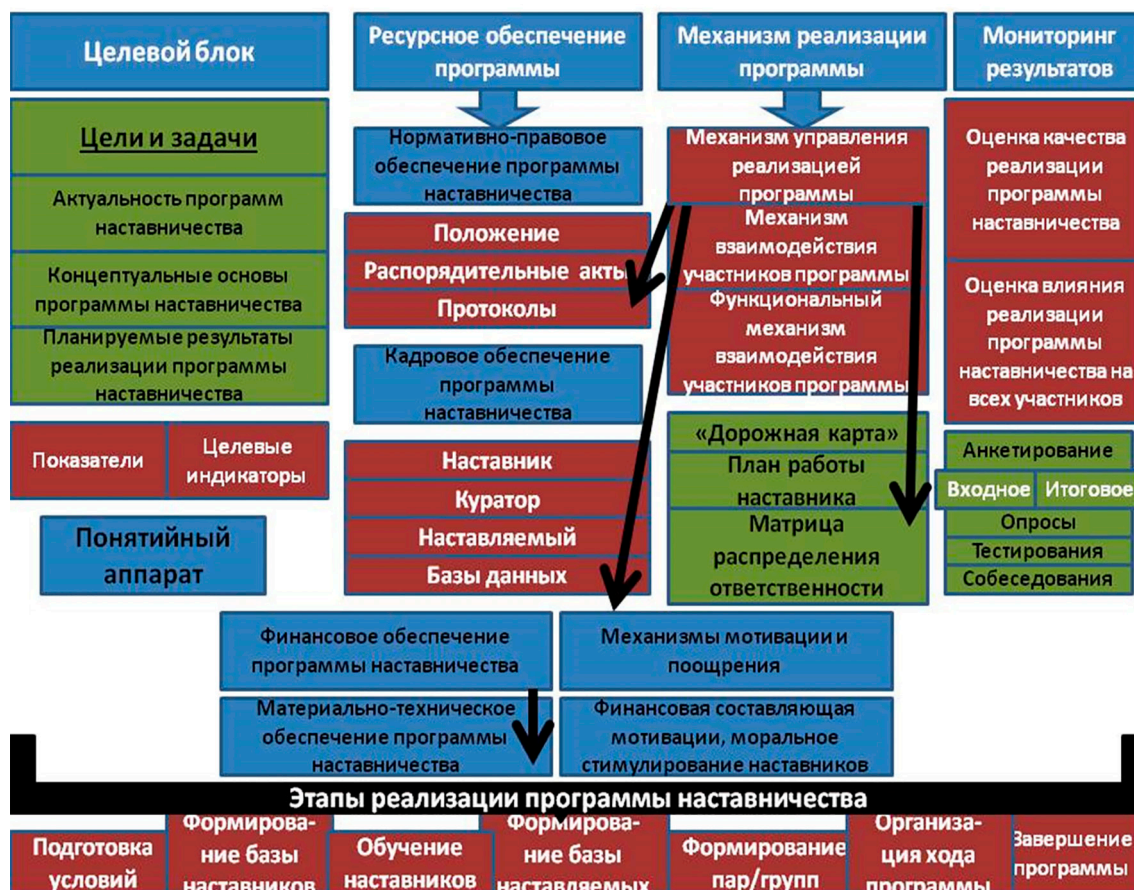


Рис. 1. Структура модели наставничества, используемая в Костромской области

Выборка из самодиагностики профессиональных затруднений молодых специалистов

Трудовая функция	Дефицитарный уровень		
	Высокий (менее 60%)	Средний (61–80%)	Низкий (81–100%)
Общепедагогическая функция. Обучение: 1) разработка и реализация программ учебных предметов; 2) осуществление профессиональной деятельности в соответствии с требованиями ФГОС; 3) планирование и проведение учебных занятий; 4) осуществление контроля и оценки учебных достижений, текущих и итоговых результатов освоения ООП обучающимися; 5) формирование мотивации к обучению и др.	21% 9%	73% 56%	6% 35%
Воспитательная деятельность: – проектирование и реализация воспитательных программ; – регулирование поведения обучающихся; – проектирование ситуаций, развивающих эмоционально-ценностную сферу ребенка; – формирование толерантности и навыков поведения; – использование конструктивных воспитательных усилий родителей (законных представителей) обучающихся и др.	19% 10% 5%	38% 34% 26%	43% 56% 69%
Развивающая деятельность: – применение психолого-педагогических технологий, необходимых для адресной помощи; – развитие у обучающихся познавательной активности; – реализация программ развития УУД и др.	20% 17% 30%	40% 53% 67%	40% 30% 3%



Рис. 2. Общепедагогическая функция (обозначения даны в таблице)

Основой для разработки исследования стали материалы всероссийского исследования «Успешная адаптация и профессиональное развитие молодых педагогов Российской Федерации» и методика В.Д. Шадрикова [7, 8]. В диагностике приняли участие более 100 молодых специалистов. Целью стало изучение оценки профессионального становления педагога и выявление дефицитов, чтобы впоследствии выстроить траекторию развития молодых специалистов и определить эффективные методы работы с начинающими педагогами. «Диагностика профессиональных дефицитов осуществляется на основе уровневого подхода и позволяет выявить несколько дефицитарных уровней: высокий, средний, низкий» [9]. Применительно к компетенциям педагогических работников:

- высокий уровень свидетельствует о слабой предметной подготовке учителя, которая позволяет выполнять задания преимущественно базового уровня сложности;
- средний уровень свидетельствует о недостаточной предметной подготовке учителя, которая позволяет выполнять задания базового и частично продвинутого уровня сложности;
- низкий уровень свидетельствует о достаточной предметной подготовке учителя,

которая обеспечивает выполнение заданий всех уровней сложности.

Самоанализ показал, что педагоги испытывают наибольшие трудности при разработке рабочих программ (образовательных и воспитательных), проведении уроков, осуществлении контроля и оценки учебных достижений. 88% молодых специалистов не испытывают трудности в общении с родителями (законными представителями) обучающихся, могут проектировать ситуации, развивающие эмоционально-ценностную сферу ребенка. И навыки поведения находятся на приемлемом уровне.

Высокий дефицитарный уровень молодых педагогов наблюдается в развивающей деятельности: в реализации программ развития универсальных учебных действий, в применении психолого-педагогических технологий. Респонденты осознают, что испытывают трудности в методических, психолого-педагогических и коммуникативных компетенциях.

Выборка из исследования показывает, что молодые специалисты нуждаются в методическом сопровождении по основным составляющим педагогической деятельности.

Результаты анкетирования руководителей образовательных организаций позволили выяснить нюансы исследования.

Директора образовательных учреждений, заместители руководителей оценивали уровень подготовки молодых специалистов к работе в школе. Они указали, что наибольшие трудности молодые специалисты испытывают, осуществляя общепедагогическую деятельность (при разработке рабочих программ, проведении уроков, осуществлении контроля и оценки учебных достижений) и развивающую деятельность (при реализации программ УУД и оказании адресной помощи обучающимся). Результаты репрезентативны благодаря сравнению двух категорий респондентов (наиболее показательна общепедагогическая функция).

Сопоставление самодиагностики профессиональных затруднений молодых специалистов и оценка деятельности молодых специалистов руководителями ОУ (наименование трудовых функций дано в таблице) представлено на рис. 2.

В ходе исследования детализировался дефицитарный уровень молодых педагогов за счет того, что каждый второй руководитель школы (53 %) в качестве ключевой трудности отмечает организацию педагогической деятельности из-за отсутствия необходимого опыта, 35 % отметили проблемы в самоорганизации. Специалисты отмечают неспособность учителей выстраивать межличностные отношения с обучающимися (25 %) и их родителями (63 %).

Опрос позволяет спроектировать технологические направления и методы работы с молодыми специалистами: индивидуальный план, курсы повышения квалификации и др. Диагностика позволила методическому активу организовать групповую (21 %) и коллективную работу (38 %) по устранению профессиональных пробелов для молодых специалистов, продемонстрировавших средний и низкий дефицитарные уровни. Индивидуальные консультации (41 %), стажировки, проведение открытых учебных занятий с последующим их анализом наставниками проводились для учителей, показавших высокий дефицитарный уровень.

Результаты исследования позволяют сделать вывод о том, что успешное закрепление молодого учителя характеризуется адаптацией ко всем участникам образовательных отношений («...обучающиеся, родители (законные представители) несовершеннолетних обучающихся, педагогические работники и их представители, организации, осуществляющие образовательную деятельность» [10, ст. 2]), к особенностям выбранной профессии, к новым формам работы и др. В адаптационный период наставник оказывает социально-психологическую

поддержку и проектирует систему профессиональной компенсации на основе выявленных дефицитов с целью выстраивания индивидуального образовательного маршрута (программы сопровождения, ориентированные на личностно-профессиональное развитие и адаптацию ко всем участникам образовательных отношений). В этом и заключается преимущество используемой нами методики.

Заключение

Анализ литературы по истории вопроса позволяет выяснить подходы к профессиональному росту педагога: педагогический и социально-психологический.

Анкетирование педагогов показывает, что профессиональная адаптация связана с формированием в сознании молодого специалиста приоритетов профессионального сообщества, его традиций и ценностей. Профессиональные затруднения у молодых педагогов вызывает выполнение большинства трудовых функций в сфере образования и воспитания. Проблемы возникают при разработке и реализации программ учебных предметов, планировании и проведении занятий, осуществлении контроля и оценки учебных достижений и др. В регионе активно используются различные направления наставничества молодых специалистов под руководством автора данной статьи.

Потенциал молодых педагогов используется при разработке и реализации региональных программ, проектов, мероприятий: РСМО, выездные школы, конкурсы, целевое обучение и др. Акцент наставничества молодого учителя выпадает на единство социальных и педагогических условий. В результате наблюдается повышение профессиональной компетентности всех педагогов (и наставляемых, и наставников).

Для устранения затруднений, возникающих у молодых специалистов, необходимо учесть такие ключевые направления, как:

- готовность учителей в рамках социально-педагогического сопровождения к осмысленному восприятию разнообразных педагогических ситуаций;
- разработка персонифицированной модели сопровождения молодого специалиста;
- мониторинг совместной деятельности наставника и наставляемого.

Проведенное исследование показало, что наставничество как технология профессионального становления молодых специалистов с использованием описанной модели более эффективно работает, чем другие практики, так как выстроенная система, отобранные методы позволяют основной

массе сотрудников регулярно получать постпрограммные консультации, сопровождение, методическую поддержку от более опытных коллег с успешным методическим и управленческим опытом.

Список литературы

1. Как сделать образование двигателем социально-экономического развития? Коллективная монография / Я.И. Кузьминов, И.Д. Фрумин, И.В. Абанкина, М.Ю. Алашкевич, В.А. Болотов, М.С. Добрякова, Ф.Ф. Дудырев, К.В. Зиньковский, Ю.Н. Корешникова, И.А. Коршунов, С.Г. Косаревский, Т.А. Мерцалова, А.Г. Овакимян, Е.В. Одоевская, Д.П. Платонова, А.Л. Семенов, Д.С. Семенов, П.А. Сергоманов, П.С. Сорокин, А.Ю. Уваров, Н.П. Шилова / Под общ. ред. Я.И. Кузьминова, И.Д. Фрумина, П.С. Сорокина. М.: НИУ ВШЭ, 2019. 288 с.
2. Указ Президента Российской Федерации от 27 июня 2022 г. № 401 «О проведении в Российской Федерации Года педагога и наставника» [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/26ba12611bfc19a49fd3afee9d45e0a0/> (дата обращения: 14.07.2023).
3. Блинов В.И., Есенина Е.Ю., Сергеев И.С. Наставничество в образовании: нужен хорошо заточенный инструмент // Профессиональное образование и рынок труда. 2019. № 3. С. 4–18.
4. Молодой петербургский учитель: перспективы и проблемы вхождения в профессию: монография / Под науч. ред. А.Н. Шевелева. СПб.: АППО, 2020. 220 с.
5. Милославова И.А. Адаптация как социально-психологическое явление // Социальная психология и философия / под ред. Б.Ф. Парыгина. Л.: Ленингр. гос. пед. ин-т им. А.И. Герцена, 1973. С. 111–120.
6. Федоров О.Д. Теория и практика социально-педагогического сопровождения учителя в процессе его профессионального становления: дис. ... докт. пед. наук. Москва, 2022. 379 с.
7. Общероссийское исследование «Успешная адаптация и профессиональное развитие молодых педагогов Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.arg-sad187.ru/files/teacher.htm> (дата обращения: 14.07.2023).
8. Профессионализм современного педагога: методика оценки уровня квалификации педагогических работников / Под науч. ред. В.Д. Шадрикова. М.: Логос, 2011. 168 с.
9. Распоряжение Министерства просвещения Российской Федерации от 27 августа 2021 года № Р-201 «Методические рекомендации по порядку и формам диагностики профессиональных дефицитов педагогических работников и управленческих кадров образовательных организаций с возможностью получения индивидуального плана» [Электронный ресурс]. URL: <https://legalacts.ru/doc/rasporjzhenie-minprosveshchenija-rossii-ot-27082021-n-r-201-ob-utverzhdenii/> (дата обращения: 14.07.2023).
10. Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями) [Электронный ресурс]. URL: https://minobr74.ru/uploads/100/6/docs/upravlenie-po-nadzoru-i-kontrolyu-v-sfere-obrazovania/273-fz_redaktsiia_ot_30.12.2021.pdf (дата обращения: 14.07.2023).

УДК 372.854
DOI 10.17513/snt.39776

ИНТЕЛЛЕКТ-КАРТЫ КАК СРЕДСТВО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ХИМИИ

Ляпина О.А., Швидь Н.И., Арюкова Е.А., Вишнякова М.Д.

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»,
Саранск, e-mail: olga.koshelevaa@mail.ru

Для лучшего усвоения учебного материала и повышения качества знаний школьников современный учитель химии все чаще старается внедрять в образовательный процесс нестандартные методы и приемы обучения. Одним из таких средств является метод интеллект-карт, являющийся также одним из способов организации самостоятельной работы обучающихся по химии. Интеллект-карта представляет собой рациональный инструмент визуализации всевозможных ситуаций, концепций, представлений посредством графической систематизации материала в красочной манере по совокупным признакам, отличной от традиционной фиксации информации в линейном виде. Педагогический эксперимент по использованию разработанных изначально учителем, а в дальнейшем составленных обучающимися интеллект-карт (раздел «Неметаллы») проводился в девятом классе при изучении химии. Результаты эксперимента показали, что у обучающихся экспериментального класса повысилось качество знаний, а также снизилось количество учеников с низким уровнем познавательной самостоятельности и возросло количество обучающихся, показавших средний и высокий уровни. Следовательно, использование на уроках химии интеллект-карт способствует побуждению обучающихся к познавательной деятельности, максимально вовлекает их в процесс изучения школьного предмета и положительно влияет на формирование навыков самостоятельной работы.

Ключевые слова: общеобразовательная школа, обучение химии, качество знаний, интеллект-карта, познавательная самостоятельность

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям научной деятельности вузов-партнеров по сетевому взаимодействию (ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет» и ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»).

INTELLIGENCE CARDS AS A MEANS OF ORGANIZING INDEPENDENT WORK IN CHEMISTRY

Lyapina O.A., Shvid N.I., Aryukova E.A., Vishnyakova M.D.

Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evsevev, Saransk,
e-mail: olga.koshelevaa@mail.ru

In order to better assimilate the educational material and improve the quality of schoolchildren's knowledge, a modern chemistry teacher is increasingly trying to introduce non-standard teaching methods and techniques into the educational process. One of these tools is the method of mind maps, which is also one of the ways to organize independent work of students in chemistry. An intellect map is a rational tool for visualizing all kinds of situations, concepts, and representations by means of a graphical systematization of material in a colorful manner according to cumulative features, which is different from the traditional fixation of information in a linear form. A pedagogical experiment on the use of mind maps developed initially by the teacher, and later compiled by the students (section "Non-metals") was carried out in the 9th grade while studying chemistry. The results of the experiment showed that the students of the experimental class improved the quality of knowledge, and the number of students with a low level of cognitive independence decreased, and the number of students who showed an average and high level increased. Therefore, the use of mind maps in chemistry lessons encourages students to engage in cognitive activity, involves them as much as possible in the process of studying a school subject, and has a positive effect on the formation of independent work skills.

Keywords: general education school, teaching chemistry, quality of knowledge, mind map, cognitive independence

The study was carried out with the financial support of a grant for research work in priority areas of scientific activity of partner universities in network interaction (South Ural State Humanitarian Pedagogical University and Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseviev).

Федеральный государственный образовательный стандарт, основой которого является системно-деятельностный подход, требует от обучающегося самостоятельно-го планирования и осуществления учебной деятельности, готовности к саморазвитию и самообразованию и применения получен-

ных знаний в учебной, познавательной и социальной практике.

Именно формирование и развитие самостоятельных навыков является приоритетной целью обучения и воспитания. Поэтому ученик к окончанию школы должен быть подготовлен к самостоятельному мышле-

нию и самостоятельной практической деятельности. В противном случае отсутствие навыков самостоятельной работы может привести к снижению эффективности учебной деятельности обучающегося [1].

Ведущие исследования в области применения самостоятельной работы в учебном процессе принадлежат Б.П. Есипову, Р.Г. Ивановой, М.П. Данилову, П.И. Пидкасистому, В.И. Андрееву и др., в работах которых раскрываются концептуальные положения, теоретические основы содержания самостоятельной работы, цели и задачи ее использования на уроках. Несмотря на многообразие определений самостоятельной работы в научной литературе, авторы придерживаются определения, предложенного Б.П. Есиповым. Он отмечал, что «это такая работа, которая выполняется без непосредственного участия учителя, но по его заданию в специально предоставленное для этого время; при этом учащиеся сознательно стремятся достигнуть поставленной в задании цели, проявляя свои усилия и выражая в той или иной форме результаты своих умственных и физических действий» [2, с. 15].

Для лучшего усвоения учебного материала и повышения качества знаний школьников современный учитель химии все чаще старается внедрять в образовательный процесс нестандартные способы и приемы обучения. Одним из таких средств является метод *mind maps*. К настоящему времени в литературных источниках встречаются многочисленные варианты перевода термина *mind map* с английского языка – «интеллектуальная карта» или «интеллект-карта», «карта мышления», «ассоциативная карта», «ментальная карта», «карта ума» и т.д.

Основателем и разработчиком техники *mind mapping* считается британский ученый Тони Бьюзен. Методика подразумевала собой задействование правого и левого полушарий головного мозга во время составления карты. Он писал, что «благодаря физическому разделению на два полушария мозг использует два способа переработки реальности» [3, с. 26].

На сегодняшний день в методической литературе сконцентрировано достаточное количество упоминаний об интеллектуальных картах. Так, Е.А. Абетаева, Т.И. Ганина, А.А. Юркова в своих работах, посвященных исследованиям эффективности применения ментальных карт в процессе обучения, утверждают, что сущность интеллект-карт заключается в изображении на бумаге какого-либо предмета, явления либо процесса в цветном графическом виде, т.е. в виде образов, фигур, ключевых слов [4–6].

Таким образом, интеллект-карта представляет собой рациональный инструмент визуализации всевозможных ситуаций, концепций, представлений посредством графической систематизации материала в красочной манере по совокупным признакам, отличной от традиционной фиксации информации в линейном виде.

Цель исследования заключается в выявлении эффективности использования интеллектуальных карт как средства организации самостоятельной работы по химии на примере раздела «Неметаллы».

Материалы и методы исследования

Опытно-экспериментальная работа по внедрению интеллект-карт в образовательный процесс проводилась на базе МОУ «СОШ с углубленным изучением отдельных предметов № 24» г.о. Саранск Республики Мордовия. Для реализации экспериментального исследования были выбраны обучающиеся 9 «А» (экспериментальный – 29 чел.) и 9 «Б» (контрольный – 28 чел.) классов.

Педагогический эксперимент заключался в проведении уроков химии в 9 «А» классе с использованием образовательных интеллект-карт, а в 9 «Б» классе только с использованием традиционных методов обучения химии. Авторами был разработан комплекс уроков, направленных на формирование самостоятельной работы обучающихся с применением интеллектуальных карт в обучении химии (раздел «Неметаллы») (таблица).

Прежде чем приступить к организации занятия, учителю необходимо самостоятельно ознакомиться с нестандартным средством обучения. С помощью научно-методических источников он должен осмыслить и понять сущность интеллектуальных карт, рассмотреть основные принципы их составления и впоследствии приступить к систематическому построению опорных конспектов для каждого учебного занятия. Разработка карт может происходить как на бумаге, так и с помощью виртуальных программ.

На первом этапе введения интеллект-карты в процесс обучения осуществляется постановка учителем цели – главного компонента разработки карты к уроку химии. Далее воспроизводится составление карты, при котором учебный материал преобразован из линейного вида в картографический, и демонстрация ее на учебном занятии.

В качестве знакомства обучающихся с новым методом обучения рекомендуется использовать уже готовые, т.е. полностью разработанные и заполненные учителем, карты (рис. 1).

Занятия, проводимые с целью организации самостоятельной работы посредством интеллект-карт

№	Тема урока	Деятельность учителя	Деятельность обучающихся
1.	Хлор	Демонстрация карты на этапе изучения новой темы	Запись представленной информации в тетрадь
2.	Соляная кислота	Демонстрация карты на этапе изучения новой темы	Запись представленной информации в тетрадь
3.	Свойства и применение серы	Фронтальное составление схемы на первом внеурочном занятии	Совместная с учителем разработка интеллект-карты на первом внеурочном занятии
4.	Сероводород	Демонстрация карты на этапе изучения новой темы	Запись представленной информации в тетрадь
5.	Серная кислота	Организация второго внеурочного занятия, где происходит групповая разработка схем	Обучающиеся делятся по группам и разрабатывают интеллект-карту по изученной теме
6.	Аммиак	Показ шаблонной карты на этапе закрепления изученного материала	Заполнение предложенной схемы
7.	Азотная кислота	Демонстрация карты на этапе изучения новой темы	Запись представленной информации в тетрадь
8.	Фосфор	На этапе закрепления изученного материала предложить составление карты в парах	Парная разработка интеллект-карты
9.	Фосфорная кислота	На этапе закрепления изученного материала предложить самостоятельное составление карты	Самостоятельная разработка интеллект-карты в классе с последующим ее завершением дома
10.	Оксид углерода (IV)	Сообщение о творческом домашнем задании, которое подразумевает создание собственной ассоциативной карты	Самостоятельное создание карты в домашних условиях

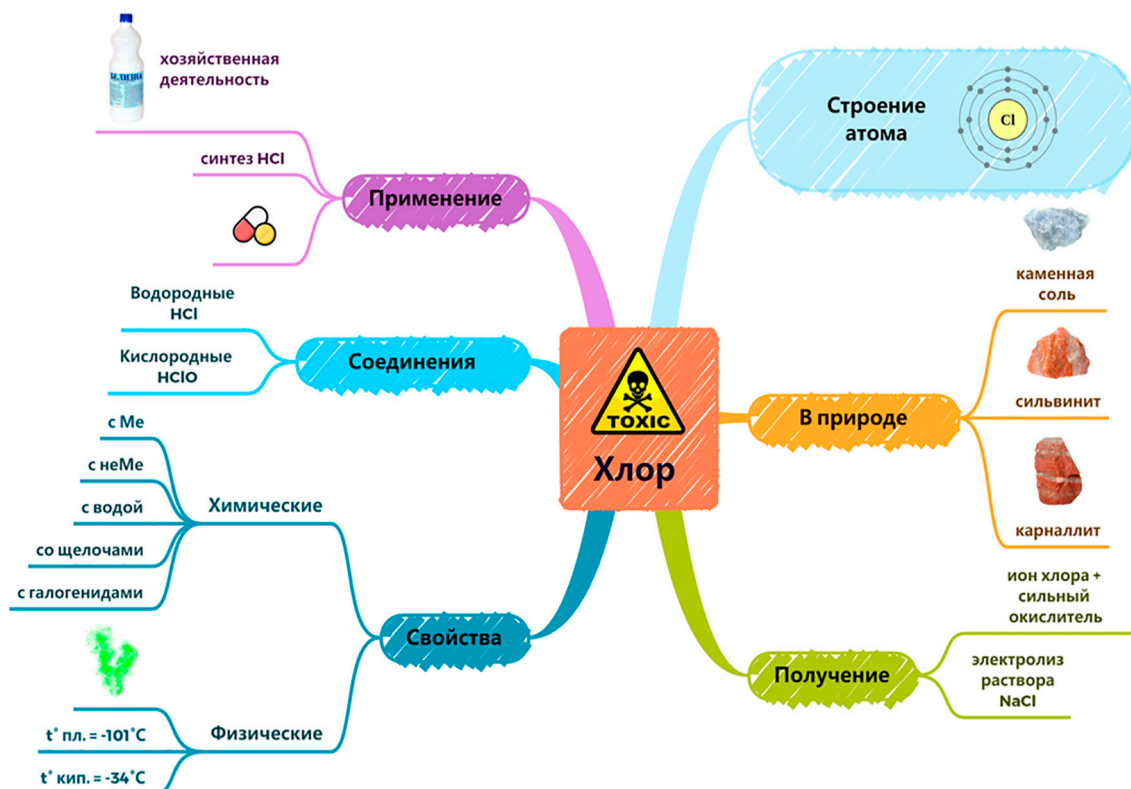


Рис. 1. Пример готовой интеллект-карты

Представив ученикам карту, учитель приступает ко второму этапу – обучает школьников разрабатывать собственную ассоциативную карту по химии. Данный этап является самым емким, и ввиду временного ограничения охватить его на уроке не представляется возможным. Следовательно, рекомендуем проводить его на внеурочных занятиях (факультативах, элективных курсах). Именно на элективном курсе учитель в полной мере раскрывает суть интеллектуальных карт, их предназначение, подробно объясняет алгоритм построения схем, создает все необходимые условия для оттачивания и проработки обучающимися новой техники.

Обучающимся рекомендуется фиксировать графический материал на листе бумаги, а не виртуально, так как при составлении карты у детей происходит активизация визуального, семантического и кинестетического восприятий, что благотворно влияет на понимание, запоминание и усвоение химической информации. К девятому классу у школьников уже должны быть сформированы способности модифицировать информацию из одного вида в другой, поэтому систематичное построение интеллектуальных карт не должно вызывать трудностей.

Также немаловажным считается применение «пустых» либо неполных карт. В этом случае предлагаются распечатанные шаблоны интеллектуальных карт, заполняемые обучающимися при участии педагога, а в последующем и без него.

Изначально такого рода карты желательно применять на внеурочных занятиях при детальном изучении методики mind mapping в качестве закрепления полу-

ченных знаний. В дальнейшем рекомендуется введение шаблонного варианта карт и на сам урок химии.

Стоит отметить, что на данном этапе учитель сначала осуществляет фронтальную форму работы с обучающимися, где происходит совместный процесс создания интеллектуальных карт, а после – групповую. Дети делятся на группы (по 3–6 чел.) и приступают к самостоятельному выполнению задания по разработке ассоциативной карты. При этом учителю необходимо способствовать ориентированию обучающихся и по возможности корректировать их работу.

Столкнувшись с проблемой ограниченности размеров листа, составитель может воспользоваться альтернативным методом – построением ментальной карты в электронном формате. На сегодняшний день в глобальной сети сконцентрировано достаточное количество программ, приложений и инструментов для создания интеллектуальных карт. Самыми распространенными являются Xmind, MindMeister, ConceptDraw, MINDMAP, MindonMap, MindNode и др. Перечисленные программы представляют собой виртуальный интерфейс, который удобен в использовании, и предоставляют широкий спектр возможностей для разработки карты в графическом виде. При составлении интеллектуальных карт авторы использовали программу Xmind.

Наконец, на третьем заключительном этапе педагог переходит от фронтальной и групповой формы работы к индивидуальной и в качестве тренировки дает обучающимся творческое домашнее задание по разработке собственной химической ассоциативной карты (рис. 3).

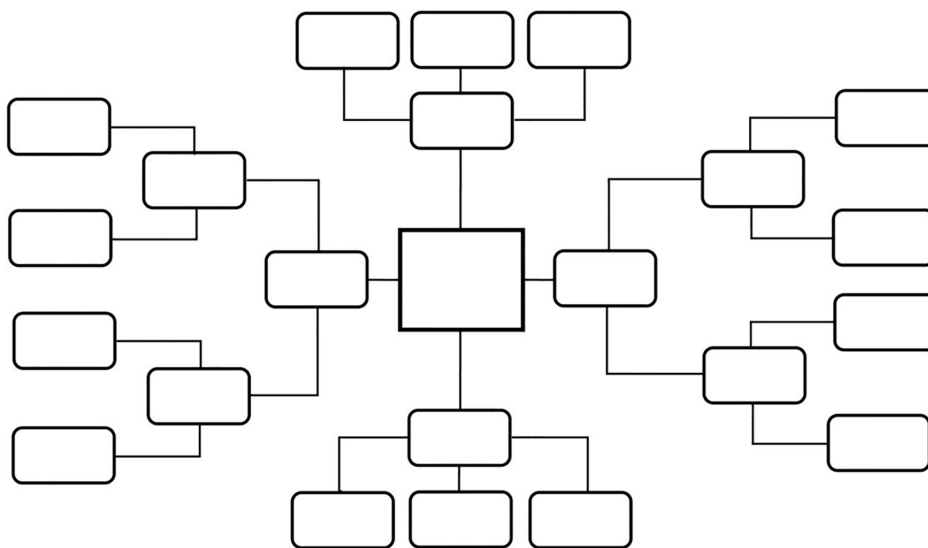


Рис. 2. Вариант шаблонной интеллектуальной карты

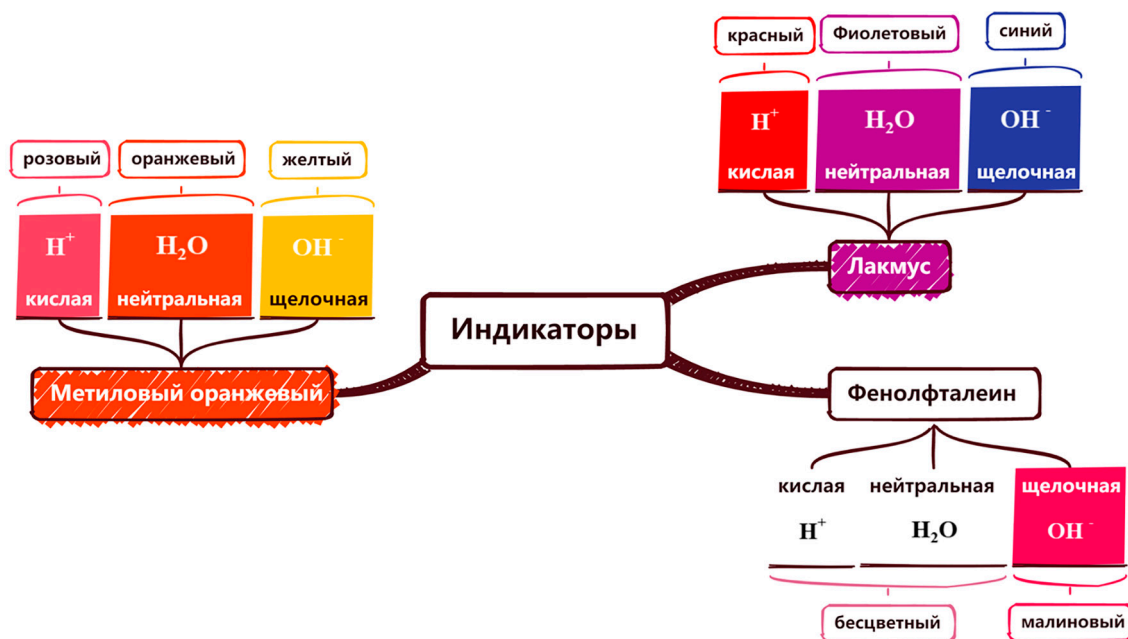


Рис. 3. Пример интеллектуальной карты, разработанной обучающимися

Возможно применение такого задания и на уроке, на этапе закрепления полученных знаний и умений. При этом обучающимся предлагается систематизировать и структурировать новый изученный материал в древовидную схему. Выполнение подобного типа заданий стимулирует у школьников выработку навыков самостоятельной работы, что благоприятствует их учебно-познавательной деятельности.

Результаты исследования и их обсуждение

С целью определения места интеллектуальных карт в образовательной среде при формировании у обучающихся навыков самостоятельной работы были произведены следующие действия: наблюдение, тестирование, организация контрольной работы, анализ полученных результатов.

Для выяснения степени осведомленности о сущности интеллектуальных карт обучающимся были заданы следующие вопросы:

1. Что такое интеллектуальные карты?
2. Вы встречались с ними когда-нибудь?
3. Есть ли у вас опыт создания интеллектуальных карт?
4. Как вы думаете, где и когда они применяются?
5. Хотели бы вы научиться технологии их составления?

По результатам опроса было выявлено, что лишь незначительное количество школьников (5%) имеет небольшое пред-

ставление о картах. Ни один из обучающихся (0%) не составлял интеллектуальных карт, и только 30% опрошенных выразили интерес и хотели бы научиться данной технологии для дальнейшего использования.

В рамках экспериментального исследования авторами была выбрана психолого-педагогическая методика оценки познавательной самостоятельности обучающихся (по материалам опросников Ч.Д. Спилбергера, А.К. Осницкого) [7]. Методика предполагает выделение разных уровней познавательной самостоятельности у школьников (высокий, средний и низкий). Общее количество исследуемых составило 57 чел. (обучающиеся 9 «А» и 9 «Б» классов). Результаты эксперимента приведены на рис. 4.

Из приведенной выше диаграммы видно, что в конце эксперимента уровень познавательной самостоятельности в экспериментальной группе претерпел значительные изменения, в то время как в контрольной группе он остался без изменений. Так, показатель низкой и средней самостоятельности снизился на 9 и 4% соответственно, а уровень высокой познавательной самостоятельности вырос на 5%.

Также для определения уровня знаний по химии, до и после эксперимента были проведены контрольные работы, по пройденному материалу и рассчитано качество знаний (КЗ) обучающихся по следующей формуле:

$$K3 = \frac{\text{Обучающиеся, получившие отметки "5" и "4"}}{\text{Общее количество обучающихся}} \times 100 \% .$$

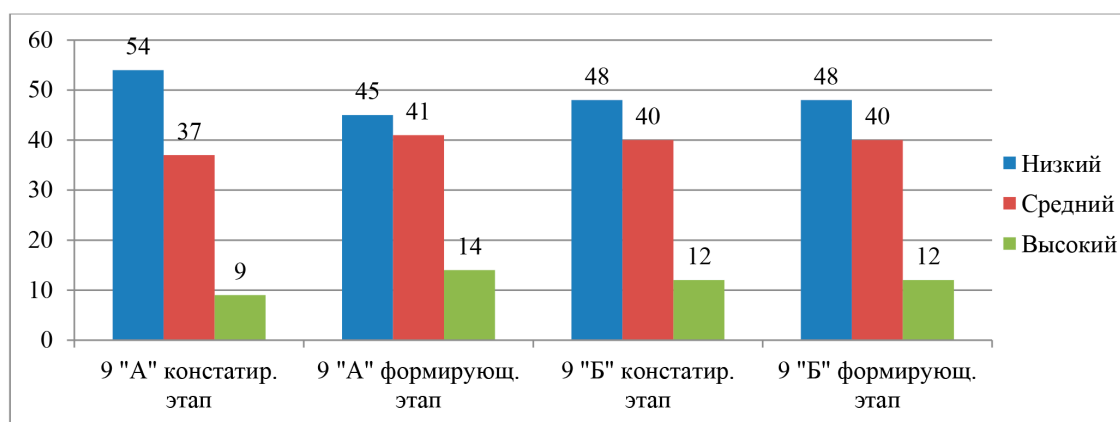


Рис. 4. Соотношение уровня познавательной самостоятельности в девятых классах на констатирующем и формирующем этапах эксперимента

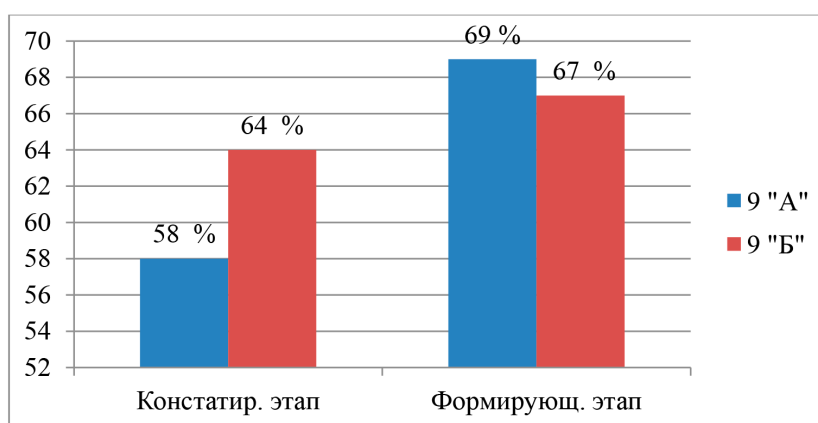


Рис. 5. Сравнительная оценка качества знаний в экспериментальной и контрольной группах на констатирующем и формирующем этапах эксперимента

Полученные результаты показали, что в экспериментальной группе, где использовался метод интеллект-карт, на 11 % повысилось качество знаний обучающихся по сравнению с контрольной группой (рис. 5).

Также авторы выяснили, что использование интеллект-карт в процессе изучения химии служит лучшей подготовкой школьников к уроку, а именно:

- опрос домашнего задания не выходит за рамки предоставленного на него времени;
- запись необходимой информации ведется несколько быстрее;
- повышается активность на занятии.

Также разработка собственных интеллект-карт позволила раскрыть творческий потенциал каждого школьника экспериментальной

группы. Кроме того, метод интеллект-карт можно использовать при изучении разных предметов и на разных этапах урока.

Заключение

Таким образом, результаты проведения педагогического эксперимента позволяют говорить о том, что использование на уроках химии интеллект-карт способствует побуждению обучающихся к познавательной деятельности, максимально вовлекает их в процесс изучения школьного предмета и положительно влияет на формирование навыков самостоятельной работы. В экспериментальной группе, в которой был использован метод интеллект-карт, повысилось качество знаний, снизилось ко-

личество обучающихся с низким уровнем познавательной самостоятельности и возросло количество обучающихся, показавших средний и высокий уровни, что подтверждает результативность проведенного педагогического эксперимента.

Список литературы

1. Бирюкова Н.А., Орлова А.В. Организация самостоятельной работы учащихся на уроках химии // Физико-математическое и естественнонаучное образование: наука и школа: материалы Всероссийской научно-практической конференции преподавателей высшей и средней школы (Йошкар-Ола, 23 апреля 2021 г.). Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2021. С. 71–75.
2. Есипов Б.П. Самостоятельная работа учащихся на уроках: методическое пособие. М.: Учпедгиз, 1961. 240 с.
3. Бьюзен Т. Интеллект-карты. Полное руководство по мощному инструменту мышления. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2019. 208 с.
4. Абетаева Е.А. Повышение эффективности образовательного процесса через использование интеллект-карт // Актуальные вопросы современных научных исследований: материалы Международной (заочной) научно-практической конференции (Минск, 07 февраля 2017 г.). Минск: Мир науки, 2017. С. 447–454.
5. Ганина Т.И. Интеллект-карты как инструмент развития памяти учащихся // Профессиональное образование. 2018. № 3 (33). С. 13–16.
6. Юркова А.А. Интеллект-карты как средство развития творческого мышления обучающихся VIII классов на уроках химии // Modern Science. 2021. № 11–2. С. 158–162.
7. Петунин О.В. О диагностике сформированности познавательной самостоятельности обучающихся // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 12. Психология. Социология. Педагогика. 2010. № 3. С. 137–145.

УДК 378.145/147.88
DOI 10.17513/snt.39777

ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ АДАПТАЦИИ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ СРЕДСТВАМИ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Мендова Н.С., Воскресенко О.А.

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза,
e-mail: nataliya-mendova@yandex.ru, voskr99@rambler.ru

В статье актуализирована необходимость поиска современных средств педагогического сопровождения адаптации студентов – будущих педагогов к образовательной среде вуза. На основе анализа литературы сформулированы понятия «адаптация студентов – будущих педагогов» и «педагогическое сопровождение адаптации студентов – будущих педагогов», а также определены показатели адаптированности будущих педагогов к образовательной среде вуза. Высказано предположение о значимости информационно-коммуникационных технологий как средства педагогического сопровождения адаптации будущих педагогов, наиболее соответствующего особенностям современной студенческой молодежи и изменениям социокультурных условий осуществляемой в высшей школе профессиональной подготовки. Представлены результаты эмпирического исследования, направленного на проверку гипотезы о значимой роли информационно-коммуникационных технологий в осуществлении педагогического сопровождения адаптации студентов – будущих педагогов. Поэтапно охарактеризовано содержание деятельности по педагогическому сопровождению адаптации, включающей подготовительный, основной, рефлексивный этапы. Особое внимание уделено характеристике основного этапа, связанного с непосредственным использованием информационно-коммуникационных технологий в процессе педагогического сопровождения адаптации студентов – будущих педагогов. На основе данных повторной диагностики сделан вывод об обоснованности гипотетического предположения о роли информационно-коммуникационных технологий в успешности деятельности по педагогическому сопровождению адаптации студентов.

Ключевые слова: будущие педагоги, студенты-первокурсники, высшая школа, адаптированность, адаптация, информационно-коммуникационные технологии, профессиональная подготовка, педагогическое сопровождение

PEDAGOGICAL SUPPORT FOR THE ADAPTATION OF FUTURE TEACHERS IN HIGHER SCHOOL BY MEANS OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

Mendova N.S., Voskresenko O.A.

Penza State University, Penza, e-mail: nataliya-mendova@yandex.ru, voskr99@rambler.ru

The article substantiates the need for pedagogical support for the adaptation of students – future teachers to the educational environment of the university. Based on the analysis of literature, the concepts of “adaptation of students – future teachers” and “pedagogical support of adaptation of students – future teachers” were formulated, and indicators of adaptation of future teachers to the educational environment of the university were determined. An assumption has been made about the importance of information and communication technologies as a means of pedagogical support for the adaptation of future teachers, which is most appropriate to the characteristics of modern students and changes in the sociocultural conditions of professional training carried out in higher education. The results of an empirical study aimed at testing the hypothesis about the significant role of information and communication technologies in the implementation of pedagogical support for the adaptation of students – future teachers – are presented. The content of activities for pedagogical support of adaptation, including preparatory, main, and reflective stages, is characterized step by step. Particular attention is paid to the characteristics of the main stage associated with the direct use of information and communication technologies in the process of pedagogical support for the adaptation of students – future teachers. Based on the results of repeated diagnostics of the level of adaptation of students, a conclusion was made about the validity of the hypothetical assumption about the role of information and communication technologies in the success of activities related to pedagogical support of adaptation of students.

Keywords: future teachers, first-year students, higher school, professional training, adaptation, adaptability, pedagogical support, information and communication technologies

Эффективное прохождение студентами – будущими педагогами адаптационного периода оказывает существенное влияние на успешность освоения ими в годы обучения в высшей школе педагогической профессии и формирование у них устойчивой мотивации к педагогической деятельности, а также на выстраиваемые будущими выпускниками карьерные планы. Для оптими-

зации адаптации студентов-первокурсников, придания ей управляемого характера и снижения риска проявлений дезадаптации необходима организация системы педагогического сопровождения адаптации будущих педагогов к образовательной среде высшей школы [1, 2].

Педагогическая наука и практика накопила большой арсенал средств обеспечения

эффективной адаптации студентов первого года обучения. Однако каждое новое поколение нуждается в их корректировке с учетом особенностей современной студенческой молодежи и изменений социокультурных условий осуществляемой в высшей школе профессиональной подготовки. В качестве одного из таких средств педагогического сопровождения адаптации будущих педагогов к образовательной среде вуза в условиях современного информационного общества выступают информационно-коммуникационные технологии (ИКТ).

В этой связи цель статьи – выявить роль ИКТ в обеспечении эффективности педагогического сопровождения адаптации студентов – будущих педагогов в высшей школе.

Материалы и методы исследования

Исследование осуществлялось на основе анализа и обобщения научной литературы и результатов эмпирического исследования. Эмпирическое исследование проводилось на базе ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» (ПГУ). В исследовании приняли участие 111 студентов первого года обучения направления подготовки «Педагогическое образование» историко-филологического факультета и факультета физико-математических и естественных наук Педагогического института ПГУ. В ходе эмпирического исследования для определения уровня адаптированности студентов – будущих педагогов использовались следующие методики: методика «Адаптированность студентов в вузе» (Т.Д. Дубовицкая и А.В. Крылова); методика определения доминирующего состояния, полный вариант ДС-8 (Л.В. Куликов); опросник «Самочувствие, активность, настроение (САН)»; авторская анкета; анализ данных ведомостей успеваемости и посещаемости студентов.

Результаты исследования и их обсуждение

Практическая значимость и традиционный характер адаптационной проблематики определили интерес к ней со стороны многих исследователей. Так, целый ряд аспектов проблемы педагогического сопровождения адаптации будущих педагогов к образовательной среде вуза средствами ИКТ нашел свое отражение в современной научной психолого-педагогической литературе, в которой рассматриваются:

– адаптация студентов-первокурсников в высшей школе (Т.Г. Волкова, Г.С. Жапарова, А.М. Королева, Е.Ю. Нарусова, Б.К. Оспанова, Н.Б. Фомина и др.) [3; 4];

– адаптация будущих педагогов (А.В. Гижко, О.Ю. Муллер, Н.А. Ротова, А.Г. Хентонен и др.) [5; 6];

– педагогическое сопровождение адаптации студентов-первокурсников (К.Р. Капиева, А.В. Качалова, Я.Б. Лев, Е.Г. Ожогова, С.В. Щербаков и др.) [1; 2];

– ИКТ в профессиональной подготовке будущих учителей (И.С. Вдовенко, М.Х. Умарова и др.) [7; 8].

На основе проведенного анализа работ А.М. Королевой, Е.Ю. Нарусовой, В.Г. Стручалина, Н.Б. Фоминой, А.В. Гижко, О.Ю. Муллер, Н.А. Ротовой, А.Г. Хентонен и др. [4–6], адаптация студентов – будущих педагогов в данном исследовании понимается как многоаспектный процесс вхождения студента первого года обучения педагогического направления подготовки в образовательную среду вуза, сопровождающийся трансформацией мотивационно-потребностной сферы обучающихся, усвоением ими системы ценностей и норм внутривузовского взаимодействия, а также освоением учебно-профессиональной деятельности в ходе профессионально-педагогической подготовки.

В процессе адаптации к образовательной среде вуза студенты – будущие педагоги испытывают целый ряд трудностей объективного и субъективного характера как в ходе учебно-профессиональной, так и социально-психологической составляющих адаптации [5; 6]. Это определяет необходимость педагогического сопровождения адаптации будущих педагогов [1; 2]. Под педагогическим сопровождением в данном исследовании понимается специально организованная педагогическая деятельность, осуществляемая посредством взаимодействия ее субъектов, способствующая решению задачи обеспечения успешной социально-психологической и учебно-профессиональной адаптации студентов первого года обучения с учетом специфики осваиваемой педагогической профессии.

Результатом педагогического сопровождения адаптации будущих педагогов выступает адаптированность к образовательной среде высшей школы, достаточная для успешного осуществления их профессиональной подготовки. В качестве показателей адаптированности студентов – будущих педагогов в данном исследовании рассматриваются такие, определенные на основе анализа научной литературы [3; 4; 6]: академическая успеваемость и посещаемость занятий, социальный статус в группе, чувство социально-психологического комфорта, удовлетворенность результатами обучения и взаимоотношениями в коллективе, общее

психоэмоциональное состояние и физическое самочувствие в период адаптации.

Анализ работ, раскрывающих роль ИКТ в профессиональной подготовке будущих педагогов, позволил предположить, что использование данных технологий в ходе педагогического сопровождения студентов-первокурсников будет способствовать их успешной адаптации [7; 8]. Данное предположение было проверено в ходе эмпирического исследования, проведенного среди обучающихся первого курса бакалавриата направления подготовки «Педагогическое образование» ПГУ (контрольная группа – 57 чел.; экспериментальная группа – 54 чел.).

Для определения исходного уровня адаптированности студентов-первокурсников, в соответствии с определенными на основе анализа научной литературы показателями, использовались: методика «Адаптированность студентов в вузе» (Т.Д. Дубовицкая и А.В. Крылова); методика определения доминирующего состояния, полный вариант ДС-8 (Л.В. Куликов); опросник «Самочувствие, активность, настроение (САН)»; авторская анкета; анализ документов. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Исходный уровень адаптированности студентов – будущих педагогов

Уровень	КГ (%)	ЭГ (%)
Высокий	21,0	16,7
Средний	43,9	44,4
Низкий	35,1	38,9

Проведенная диагностика позволила выявить у каждого третьего студента низкий уровень адаптированности к условиям образовательной среды вуза (КГ – 35,1%; ЭГ – 38,8%), что свидетельствует о необходимости педагогического сопровождения адаптации студентов – будущих педагогов посредством использования ИКТ.

Деятельность по педагогическому сопровождению включала в себя три этапа: подготовительный, основной и рефлексивный. Содержание подготовительного этапа составили:

- создание организационно-методических условий (разработка сайта «Помощь в адаптации», актуализация содержания значимых для успешной учебно-профессиональной адаптации разделов ЭИОС вуза, оцифровка анкет для онлайн-тестирования и др.);

- установление продуктивного взаимодействия между субъектами, участвующими в педагогическом сопровождении

студентов первого курса педагогического направления подготовки, и их мотивирование к использованию средств ИКТ;

- установление офлайн-контакта с будущими педагогами посредством кураторских часов адаптационной проблематики, индивидуального и микрогруппового консультирования, тренинговых занятий и др.

На основном этапе педагогического сопровождения осуществлялась непосредственная работа со студентами по обеспечению их успешной адаптации с привлечением средств ИКТ. Так, на данном этапе в качестве эффективного инструмента педагогического сопровождения адаптации студентов – будущих педагогов использовались возможности социальной сети «ВКонтакте». Студенты посредством данной сети: осуществляли ежедневное взаимодействие со своими однокурсниками, позволяющее оперативно решать организационные вопросы; получали необходимую информацию о жизни вуза и своего факультета; вели «летопись» группы, делились новостями и своим мнением о происходящих в вузе (институте/факультете/группе) событиях, размещали фотоматериалы и др.

Эффекту ежедневного присутствия куратора студенческой группы способствовало онлайн-взаимодействие посредством организации им общего с курируемой группой чата (как правило, в общедоступных мессенджерах). Это создавало возможности для мобильного реагирования на возникающие ситуации, своевременного оказания организационно-методической и психолого-педагогической помощи и поддержки студентам-первокурсникам, снимая чувство тревоги от ситуации неопределенности.

Наличие личных страниц в социальных сетях как у самих студентов, так и у преподавателей создавало условия для успешной социально-психологической адаптации будущих педагогов, способствуя укреплению социальных связей, узнавания друг друга и в дальнейшем образованию микрогрупп по интересам, установлению дружеских связей, а также сплочению учебной группы в коллектив. Более того, знакомство с личными страницами профессорско-преподавательского состава может опосредованно способствовать учебно-профессиональной адаптации студентов, формированию мотивации к будущей профессионально-педагогической деятельности.

В качестве эффективного средства учебно-профессиональной адаптации в ходе педагогического сопровождения использовались возможности ЭИОС вуза. С этой целью с первокурсниками проводились специальные обучающие занятия для его

освоения, знакомящие будущих педагогов со структурой и содержанием ЭИОС, а также его возможностями для успешной самоорганизации учебно-профессиональной деятельности.

Одновременно решению задачи успешной учебно-профессиональной адаптации также способствовали: знакомство студентов-первокурсников с приложениями, позволяющими им структурировать свое учебное время (таймеры, счетчики экранного времени, блокировщики окон и др.); использование возможностей платформ видеоконференций («Zoom», «Звонки ВКонтакте», «Толк» и др.) для организации преподавателями индивидуальных и групповых консультаций, подключения к научно-практическим конференциям и др.; применение YouTube-каналов, блогов, подкастов педагогической проблематики, знакомящих будущих педагогов с опытом учителей-практиков и педагогическими взглядами и современными научно-педагогическими концепциями ученых-исследователей и др.

Ключевое место в системе педагогического сопровождения адаптации будущих педагогов было отведено специально созданному для этой цели сайту «Помощь в адаптации» (<http://assistance-in-adapting.tilda.ws>) (автор-разработчик – Н.С. Мендова). Главное назначение сайта – способствовать успешной адаптации студентов первого года обучения педагогического направления подготовки. Данный сайт одновременно являлся как педагогическим инструментом для профессиональной деятельности куратора студенческих групп и преподавателей, работающих с первокурсниками, так и средством для студентов – будущих педагогов по самоорганизации их учебно-профессиональной деятельности и саморегуляции психоэмоционального состояния.

Структурно сайт состоит из разделов, направленных на решение определенной группы задач обеспечения учебно-профессиональной и социально-психологической адаптации. Так, «Главная страница» знакомит с общей структурой сайта, его назначением и целевой аудиторией, для которой разрабатывался сайт. Информация с данной страницы сайта мотивирует студентов – будущих педагогов к его использованию в образовательном процессе для преодоления трудностей адаптационного периода, самопознания и приобретения важных практических навыков. Страница «Учебный процесс» главным образом нацелена на облегчение учебно-профессиональной адаптации. Студенты знакомятся с лекционно-семинарской системой, отличной от классно-урочной, осваивая правила

продуктивной работы на лекциях, алгоритм подготовки к семинарским занятиям, а также психолого-педагогические рекомендации для подготовки и успешной сдачи сессии. В свою очередь, подружиться со временем и научиться продуктивно работать студентам – будущим педагогам помогают советы со страницы сайта «Тайм-менеджмент», способствующие не только достижению академической успеваемости, но и формированию навыков саморегуляции и управления своей жизнедеятельностью, закладывая предпосылки для профессионального развития и карьерного роста. Одновременно успешной учебно-профессиональной адаптации, а также профессиональному становлению будущих педагогов способствует знакомство со страницей сайта «Профессиональное саморазвитие». На данной странице представлены интернет-ресурсы, которые могут быть полезны студентам как в ходе подготовки к практическим занятиям по дисциплинам психолого-педагогического цикла, так и личностно-профессионального развития, формирования педагогического мировоззрения и становления профессиональной идентичности. На странице сайта «Эмоциональное состояние» содержится комплекс психотехник, способствующих снятию чувства страха, тревоги («Я подумаю об этом завтра», дыхательная гимнастика, медитация, «пять чувств» и др.). Освоение этих техник способствует нормализации эмоционального состояния студентов в ситуации адаптации, а также формирует навыки саморегуляции психоэмоционального состояния, что важно для их будущей профессионально-педагогической деятельности. Эффективным инструментом для кураторов студенческой группы в оказании адресной психолого-педагогической помощи и поддержки студентов в процессе адаптации выступает страница сайта «Диагностика», содержащая автоматизированные материалы для анкетирования и психологического тестирования студентов первого года обучения.

На рефлексивном этапе исследования была осуществлена повторная диагностика уровня адаптированности студентов – будущих педагогов (табл. 2).

Полученные в ходе повторной диагностики данные позволили констатировать положительные изменения в уровне адаптированности студентов – будущих педагогов к образовательной среде вуза. Так, в ЭК произошло увеличение доли студентов с высоким уровнем адаптированности с 16,7%, выявленных в ходе первичной диагностики, до 57,4%, определенных в процессе повторной диагностики (в КГ – с 21,0% до 31,6%).

Таблица 2

Результаты повторной диагностики
уровня адаптированности студентов – будущих педагогов

Уровни	Первичная диагностика		Повторная диагностика	
	КГ (%)	ЭГ (%)	КГ (%)	ЭГ (%)
Высокий	21,0	16,7	31,6	57,4
Средний	43,9	44,4	49,1	37,0
Низкий	35,1	38,9	19,3	5,6

Одновременно в ЭГ наблюдается значимое уменьшение количества студентов с низким уровнем адаптированности, составившем 5,6%, в отличие от 38,9%, диагностированном в ходе первичной диагностики (в КГ выявлено снижение с 35,1% до 19,3%). Существенные различия в изменениях уровня адаптированности студентов в КГ и ЭГ подтвердили предположение о роли ИКТ как эффективного средства осуществления педагогического сопровождения адаптации будущих педагогов.

Заключение

Таким образом, традиционная для теории и практики проблема обеспечения успешной адаптации студентов (включая обучающихся педагогического направления подготовки) в условиях современного информационного общества актуализирует необходимость поиска эффективных средств ее решения, адекватных происходящим социокультурным изменениям и особенностям современного поколения студенческой молодежи. Как показали результаты эмпирического исследования, в качестве одного из таких средств могут выступать информационно-коммуникационные технологии, способствующие повышению уровня адаптированности студентов – будущих педагогов к образовательной среде вуза как условия эффективности осуществляемой профессиональной подготовки в высшей школе.

Список литературы

- Капиева К.Р., Качалова А.В., Костенко А.А. Проблема организации психолого-педагогического сопровождения адаптации студентов-первокурсников в образовательном пространстве вуза // Национальное здоровье. 2022. № 2. С. 32–36.
- Щербаков С.В., Лев Я.Б., Ожогова Е.Г. Сопровождение адаптации студентов первого курса к обучению в вузе // Вестник Омского государственного педагогического университета. Гуманитарные исследования. 2018. № 3 (20). С. 167–170.
- Волкова Т.Г., Оспанова Б.К., Жапарова Г.С. Проблема адаптации студентов первого курса в системе обучения вуза // Вестник психологии и педагогики Алтайского государственного университета. 2020. № 1. С. 10–16.
- Нарусова Е.Ю., Королева А.М., Фомина Н.Б., Стручалин В.Г. Педагогическое сопровождение процесса адаптации студентов первого курса к обучению в вузе // Вестник НЦБЖД. 2022. № 2 (52). С. 48–57.
- Гижко А.В., Хентонен А.Г. Адаптация будущих педагогов первого курса в процессе учебной и внеучебной деятельности // Юность. Наука. Перспектива: материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции (Краснодар, 28 мая 2021 г.). М., 2021. С. 31–37.
- Муллер О.Ю., Ротова Н.А. Социально-психологическая адаптация студентов к обучению в педагогическом вузе // Российский психологический журнал. 2020. Т. 17, № 3. С. 18–29.
- Вдовенко И.С. Роль информационно-коммуникационных технологий в процессе профессиональной подготовки будущих учителей высшей школы // Новый взгляд. Международный научный вестник. 2013. № 2. С. 155–162.
- Умарова М.Х. Возможности информационно-коммуникационных технологий в процессе подготовки будущих учителей в высших учебных образовательных учреждениях // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2018. № 11. С. 106–109.

УДК 378.14/4
DOI 10.17513/snt.39778

ОБ ОПЫТЕ СОЗДАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ МАССОВЫХ ОТКРЫТЫХ ОНЛАЙН-КУРСОВ НЕФТЕГАЗОВОГО НАПРАВЛЕНИЯ

Пазяк А.А., Петрухин В.В.

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень,
e-mail: a.a.pazyak@gmail.com

Будучи опорным инженерным вузом, Тюменский индустриальный университет в стратегические направления развития включил создание современных цифровых продуктов, в том числе массовых открытых онлайн-курсов (МООК). Первые массовые открытые онлайн-курсы в ТИУ были созданы в 2017 г. Это курсы наглядные и понятные для всех обучающихся по основным общеобразовательным и общетехническим дисциплинам. С их созданием появился опыт работы, и через год был взят курс на разработку МООК по профильным для ТИУ дисциплинам. Разработан ряд дисциплин-аналогов, разработанных другими российскими вузами, которых на национальной платформе открытого образования на тот момент не существовало. В настоящей статье изучен опыт создания массовых открытых онлайн-курсов российскими и зарубежными университетами. В статье рассматривается опыт разработки и проектирования МООК по дисциплине «Машины и оборудование для бурения, добычи, подготовки и транспорта нефти и газа». Курс разработан на базе электронной образовательной платформы Moodle. Предложено применение МООК в основных образовательных программах российских университетов. Рассмотрено две модели использования МООК для организации учебного процесса. Первая – использование МООК при смешанном обучении. Вторая – использование в качестве дополнительного курса доступного на образовательной платформе для самостоятельного изучения. Рассмотрены достоинства и недостатки внедрения массовых открытых онлайн-курсов.

Ключевые слова: массовый открытый онлайн-курс (МООК), электронное обучение, машины и оборудование нефтяной и газовой промышленности

ABOUT MASSIVE OPEN ONLINE COURSES CREATING AND IMPLEMENTING EXPERIENCE IN THE OIL AND GAS SECTOR

Pazyak A.A., Petrukhin V.V.

Industrial University of Tyumen, Tyumen, e-mail: pazjkaa@tyuiu.ru

As a flagship engineering university, Industrial University of Tyumen has included the creation of modern digital products, including Massive Open Online Courses (MOOCs), in its strategic development directions. The first massive open online courses at IUT were created in 2017. These courses are visual and understandable for all students in the main general educational and general technical disciplines. With their creation, work experience appeared and a year later a course was taken to develop MOOCs in core disciplines for IUT. A number of disciplines of analogues developed by other Russian universities, which did not exist on the national platform of open education at that time, have been developed. This article examines of creating massive open online courses experience by Russian and foreign universities. The article discusses of developing and designing MOOCs experience in the discipline "Machinery and equipment for drilling, production, treatment and transportation of oil and gas". The course was developed on the basis of the electronic educational platform Moodle. The use of MOOCs in the main educational programs of Russian universities is proposed. Two models of using MOOCs for organizing the educational process are considered. The first is the use of MOOCs in blended learning. The second is the use as an additional course available on the educational platform for self-study. The advantages and disadvantages of introducing massive open online courses are considered.

Keywords: massive open online course (MOOC), e-learning, machinery and equipment for the oil and gas industry

Современный мир находится в состоянии постоянной трансформации и динамичных изменений. Меняются подходы и методы в системе высшего образования. Активно внедряются интерактивные методы обучения [1, 2], практико-модульное обучение [3], проектное обучение [4]. Новые вызовы и требования открыли мировой и российской системе высшего образования массовые открытые онлайн-курсы (МООК).

МООК (англ. massive open online courses, рус. массовые открытые онлайн-курсы) – новая форма открытого образования,

в основе которой лежит идея сделать образование доступным и интерактивным.

МООК входят в электронно-информационную образовательную среду [5, 6] Тюменского индустриального университета наряду с системой поддержки учебного процесса «Eduson» и авторскими виртуальными лабораторными работами [7, с. 8, 12].

Целью нашей работы является выявление наиболее оптимальной модели электронного обучения и ее внедрение через массовые открытые онлайн-курсы нефтегазовой направленности.

Материалы и методы исследования

В ходе проведения работ по данной тематике использовались различные теоретические и экспериментальные методы. Теоретические методы включали в себя ознакомление и изучение литературы, учебных материалов по данной проблематике, изучение опыта создания аналогичных курсов российскими и зарубежными университетами, систематизацию и обобщение нормативных документов, примеры внедрения электронного обучения через массовые открытые онлайн-курсы. В качестве экспериментальных методов использовались анкетирование обучающихся, получение обратной связи по результатам освоения курса для дальнейшего улучшения учебных материалов, анализ результатов освоения курса в традиционном формате обучения и с применением электронного обучения, итоговый контроль знаний, умений и навыков обучающихся.

Результаты исследования и их обсуждение

При разработке курса «Машины и оборудование для бурения, добычи, подготовки и транспорта нефти и газа» были изучены разработанные и внедренные в учебный процесс курсы отечественных нефтегазовых университетов, в том числе курсы Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, совместно с Мурманским государственным техническим университетом (МГТУ), при поддержке Северо-Западного регионального центра компетенций в области онлайн-обучения (курс «Основы нефтегазового дела») и Уфимского государственного нефтяного технического университета (курс «Основы нефтегазового дела»).

Изученный материал курсов по нефтегазовому направлению на английском языке Томского политехнического университета «Introduction to Petroleum Engineering» («Введение в нефтегазовое дело») и MOOC Французской высшей инженерной школы IFP School «Oil and Gas: From exploration to distribution» («Нефть и газ: от разведки к сбыту») показал основные положения и направления при разработке.

Данные курсы в большинстве своем направлены на формирование базовых знаний о нефтегазовой отрасли, тогда как рассматриваемый в статье курс направлен на комплексное изучение машин и оборудования полного цикла нефтегазового сектора, начиная от установок для бурения нефтяных и газовых скважин и заканчивая оборудованием для подготовки товарной продукции.

В статье рассматривается создание авторского курса «Машины и оборудование для бурения, добычи, подготовки и транспорта нефти и газа» [8], который может использоваться как дисциплина, входящая в основную профессиональную образовательную программу, и как самостоятельный курс повышения квалификации, направленный на формирование широкого набора компетенций инженера-нефтяника.

Курс разработан доцентами кафедры «Машины и оборудование нефтяной и газовой промышленности» на базе электронной образовательной платформы Moodle.

Курс «Машины и оборудование для бурения, добычи, подготовки и транспорта нефти и газа» направлен на формирование системы знаний о процессах бурения, добычи, подготовки и транспорта нефти и газа, устройстве машин и оборудования, их конструктивных особенностях.

После освоения данного курса обучающиеся:

- получают теоретические и практические знания о машинах и оборудовании, применяемых при бурении, добыче, подготовке и транспорте нефти и газа;
- приобретут навыки научно-исследовательской работы при анализе режимов работы оборудования и машин в различных процессах;
- познакомятся с методами обслуживания, эксплуатации машин и оборудования.

Изучение данного курса может базироваться на общетехнических дисциплинах, таких как «Материаловедение», «Технологии конструкционных материалов», «Теория машин и механизмов», «Физика».

Курс состоит из четырех укрупненных разделов, одновременно являющихся будущими специальностями. Каждый раздел в свою очередь состоит из подразделов:

Раздел 1. Машины и оборудование для бурения нефтяных и газовых скважин на суше

1.1. Буровая установка. Назначение и комплектация ее машин и оборудования. 1.2. Буровой инструмент. 1.3. Виды вращательного бурения, вращатели. 1.4. Машины и оборудование вышечно-лебедочного блока. 1.5. Машины и оборудование насосно-циркуляционного комплекса.

Раздел 2. Машины и оборудование для добычи нефти и газа из скважин

2.1. Введение. Насосно-компрессорные трубы. 2.2. Фонтанная добыча нефти. 2.3. Механизированные способы добычи нефти.

Раздел 3. Машины и оборудование для сбора и подготовки нефти и газа

3.1. Сбор продукции скважин нефтяных месторождений. 3.2. Подготовка нефти к

транспорту. 3.3. Сбор и подготовка природного газа.

Раздел 4. Машины и оборудование для транспорта нефти и газа

4.1. Способы транспортировки углеводородов. 4.2. Трубопроводный транспорт нефти. 4.3. Трубопроводный транспорт природного газа.

Открывает каждый раздел видеолекция по отдельной теме. Для удобства освоения материала видеоматериалы реализованы в клиповом формате – продолжительность ролика от 10 до 15 мин. Далее в курсе следуют практические задания, реализованные в формате заданий с применением интерактивной доски, а также в формате задач. По итогам изучения каждого раздела следуют тестовые задания с выбором ответа или в формате открытого вопроса.

Были рассмотрены два варианта применения MOOK в образовательном процессе. Первый вариант: использование MOOK при смешанном обучении, то есть использование онлайн-курсов с основными образовательными программами. Такая модель предполагает включение MOOK в рабочие программы дисциплин (модулей) и позволяет учитывать итоговый результат MOOK (сертификат) как результат промежуточной аттестации по дисциплине, этот вариант может быть использован для перезачета результатов обучения, полученных при освоении MOOK вне образовательной среды «родного» университета или для ликвидации разницы в программе профессиональной подготовки.

Второй вариант: использование в качестве дополнительного курса, доступного на образовательной платформе для самостоятельного изучения, в этом случае изучение курса носит рекомендательный характер без требований к контролю результата.

MOOK «Машины и оборудование для бурения, добычи, подготовки и транспорта нефти и газа», с разработанными в вузе виртуальными лабораторными работами и имитационными тренажерами, содержание которых знакомит слушателя курса с устройством и принципом работы цифровых двойников нефтегазопромыслового оборудования, позволяет без потери качества образовательных услуг, заменить аудиторные занятия в специализированных лабораториях с макетами, стендами и образцами нефтегазового оборудования.

Первоначально онлайн-курс «Машины и оборудование для бурения, добычи, подготовки и транспорта нефти и газа» разрабатывался и был применен для апробации дистанционного формата обучения.

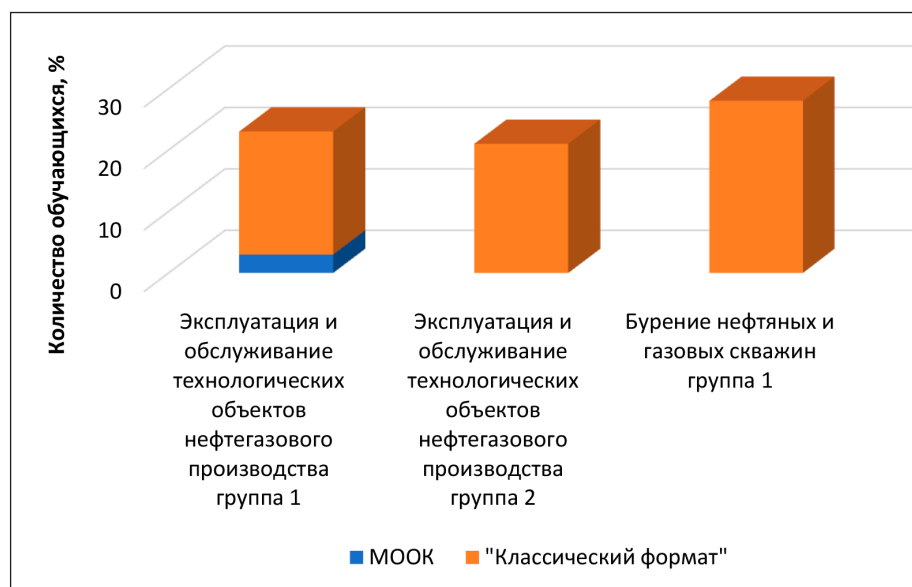
При использовании курса в системе классического образования и утвержденных учебных планов, его основной задачей ставилась популяризация составляющих частей курса, а именно сфер деятельности в нефтяной и газовой промышленности, что особенно актуально при изучении курса на втором году обучения, когда обучающийся определяет дальнейшее направление обучения и будущую специальность из набора предлагаемых, что очень важно при отсутствии запланированных экскурсий на производство и ознакомительных учебных практик. Такой вариант использования курса запущен в настоящее время.

Особое внимание при создании курса уделялось наглядности и информативности предлагаемого контента. Именно здесь появляются некоторые трудности и ограничения. Частично это технические проблемы: поддерживаемые браузеры и операционные системы для работы с курсом, а также стабильность и рекомендуемая скорость интернет-соединения для просмотра видео.

До настоящего времени не может гарантироваться стабильная работа с мобильными устройствами, бета-версиями браузеров и рядом устаревших операционных систем, не поддерживаемых производителями.

Служба технической поддержки старается расширить набор поддерживаемых конфигураций по мере развития всех проектов, но для наиболее комфортной работы с платформой MOOK рекомендует пользоваться совместимыми операционными системами и браузерами.

Другим существенным ограничением является проблема визуализации отдельных объектов курса, учитывая специфику отрасли. Далеко не всегда можно от руки изобразить сложный объект, о котором идет речь на занятии, схема или рисунок из рекомендуемой учебной литературы, тоже не всегда является приемлемым из-за устаревания, качества и подробностей воспроизведения, найти нужную фотографию или качественный рисунок не представляет особого труда, но вот тут и появляются наибольшие трудности, заключающиеся в соблюдении авторских прав. Причем чаще всего проблемой оказывается определение этих прав, точнее поиск «хозяина» контента. Например, при поиске находится множество вариантов, у которых практически нет обладателя этих прав. С другой стороны, заводы-производители, обладающие этими правами, как правило, не отказывают в разрешении использования фотографий и изображений. Конечно же, в других открытых курсах таких проблем и ограничений нет.



Результаты выбора студентами формата обучения

В настоящее время рассматриваемый курс выгружен на платформу системы дистанционного образования Moodle ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» <https://moos.tyuiu.ru/> и начат этап зачисления на курс.

В 2022–2023 учебном году прошел пилотный запуск MOOK для студентов направления бакалавриата «Нефтегазовое дело» профилями подготовки «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов нефтегазового производства», «Бурение нефтяных и газовых скважин». У студентов имелась возможность выбора формата обучения в классическом формате и в формате MOOK. В результате обучение в формате MOOK выбрали лишь 4% от общего числа студентов (рисунок).

Контроль освоения курса в «классическом» формате и в формате MOOK осуществлялся в форме экзамена посредством итогового тестирования. Анализ результатов освоения курса показал следующее: в традиционном формате обучения – 85% оценок «отлично» и «хорошо» и с применением электронного обучения – 100% оценок «отлично» и «хорошо».

В результате опроса студентов удалось выделить основные причины низкого интереса к курсам в формате MOOK и основные «сложности» у студентов, изучавших данную дисциплину с применением электронного формата:

– «постковидный синдром» – желание обучаться в «живом» формате в аудитории с преподавателем и одногруппниками;

– предыдущий негативный опыт обучения в формате MOOK (длительный срок получения результатов (сертификатов) освоения курса; технические проблемы, влияющие на итоговый результат освоения дисциплины);

– трудоемкость курса в формате MOOK выше в сравнении с традиционным форматом обучения;

– по результатам обратной связи студентов требуется постоянная доработка преподавателем курса в части практических работ и базы тестовых заданий;

– недостаточная информативность о возможности прохождения курса в формате MOOK.

С другой стороны, можно выделить ряд преимуществ [9]:

– меньшие трудозатраты преподавателя при большом количестве слушателей курса, особенно актуально для заочной формы обучения вследствие автоматизации учебного процесса;

– возможность удаленной работы со студентами;

– анализ и доработка наиболее проблемных аспектов для освоения студентами разделов и тем дисциплины;

– возможность обмена курсами между университетами.

Ниже представлены еще несколько суждений, которые также можно отнести к недостаткам:

– отсутствие вербального взаимодействия с преподавателем, что является важным для студентов очной формы обучения.

Важно помнить, что система дополнительного образования – это дополнительный инструмент, технология, способ дополнительного вовлечения в курс или дисциплину, но никак не замена традиционного обучения;

– часто требуется междисциплинарный, «разноформатный» колллектив для создания конкурентного курса;

– довольно часто качество разработки курсов оставляет желать лучшего. Причины могут быть различны, но чаще всего нежелание работать на перспективу и малая финансовая мотивация авторов-разработчиков курсов;

– материал не актуализируется. Без регулярного обновления курса материалы становятся «мертвым грузом». МООК в целом не меняют и не развивают систему образования, а лишь поддерживают уже существующую систему. Для эффективной работы МООК требуется отдел сопровождения образовательного процесса для оперативного решения ряда вопросов (вопросы, касающиеся самого образовательного процесса: расписание, сроки, затруднения с решением заданий);

– высшим учебным заведениям сложно выдерживать конкуренцию на рынке систем дистанционного образования с учебными центрами и корпоративными институтами вследствие инертности в разработке и адаптации курсов под запросы заказчика.

Заключение

Внедрение МООК в образовательный процесс имеет ряд преимуществ, чем обуславливается его популярность и привлекательность среди слушателей, но, исходя из опыта, полностью заменить классический формат обучения на МООК не удастся ввиду обозначенных выше недостатков. Рациональным решением может быть применение «смешанного образования», то есть использование открытых онлайн-курсов как дополнение к основным учебным про-

граммам, что позволит развить сетевые формы взаимодействия между университетами, то есть взаимный обмен лучшими «практиками», повышая конкуренцию и качество образования.

Список литературы

1. Ахмадулин Р.К. Опыт разработки и использования электронных образовательных ресурсов в ТИУ // Электронное обучение в непрерывном образовании 2018: V Международная научно-практическая конференция (Ульяновск, 18–20 апреля 2018 г.). Ульяновск: Издательство Ульяновского государственного технического университета, 2018. С. 4–9.

2. Сызранцев В., Гаммер М., Черезов К. Компьютерные тренажеры для обучения студентов нефтегазового направления // Бурение и нефть. 2006. № 10. С. 34–37.

3. Бабшанова Г.Н., Егорова И.А., Полетаева О.Б. Опыт внедрения практико-модульного обучения по техническим направлениям подготовки // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 3. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=28861> (дата обращения: 06.07.2023).

4. Пивень В.В., Челомбитко С.И. Проектное обучение как форма совершенствования инженерного образования // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 1. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=30541> (дата обращения: 06.07.2023).

5. Ахмадулин Р.К. МООК в Тюменском индустриальном университете: проектирование, создание, внедрение // Аккредитация в образовании. 2019. № 3 (111). С. 22–23.

6. Назырова Н.Н., Ахмадулин Р.К., Исаков В.В., Полкова Е.В. Опыт разработки и реализации массовых открытых онлайн-курсов в ТИУ // Информационные системы и технологии в геологии и нефтегазодобыче: материалы докладов международного научно-технического семинара (Тюмень, 14–15 ноября 2019 г.). Тюмень: Издательство Тюменского индустриального университета, 2021. С. 70–74.

7. Гаммер М.Д., Сызранцев В.Н., Голофаст С.Л. Имитаторы на базе программно-аппаратной платформы в техническом образовании. Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма, 2011. 224 с.

8. Пазяк А.А., Трясцин Р.А., Москвина Е.Ю., Петрухин В.В. Машины и оборудование для бурения, добычи, подготовки и транспорта нефти и газа // Массовый открытый онлайн-курс. 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://moos.tyuiu.ru/local/coursedescription/view.php?id=32> (дата обращения: 22.07.2023).

9. Пазяк А.А. Массовые открытые онлайн-курсы для нефтегазовой отрасли: перспективы и проблемы // Цифровые технологии в образовании и практической деятельности: материалы Международной научно-практической конференции (Уфа, 01 декабря 2022 г.). Уфа: Издательство Уфимского государственного нефтяного технического университета, 2022. С. 52–53.

УДК 378.046.4
DOI 10.17513/snt.39779

УПРАВЛЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЕМ ПРОЕКТНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПЕДАГОГА КАК СУБЪЕКТА СОЦИОКУЛЬТУРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Сайтбаева Э.Р., Крисковец Т.Н., Семенова В.А.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет», Оренбург,
e-mail: esaitbaeva@mail.ru

Формирование проектной компетентности педагогов – важная управленческая задача, решение которой обеспечит эффективную образовательную деятельность педагогов по формированию проектных умений и навыков у обучающихся в эпоху цифровой экономики и широкого применения в разных сферах жизни общества проектной технологии. Современная общеобразовательная организация не в полной мере готова к решению этой задачи в связи с несовершенством ресурсной обеспеченности. Цель исследования – проанализировать предпосылки внедрения современной модели управления формированием проектной компетентности педагогов в общеобразовательной организации и предложить эффективные управленческие решения для ликвидации выявленных ресурсных дефицитов. В качестве материалов использованы научные статьи, монографии, нормативно-правовые документы по проблеме. В качестве методов использованы методы социологических исследований, а также методы стратегического анализа и управления деятельностью организации. Установлено, что в отсутствие планомерного управленческого воздействия сформированность проектной компетентности педагогов находится на низком и среднем уровнях. Эффективные решения проблемы предполагают многосторонний подход: мотивацию и стимулирование кадров к использованию проектной технологии; разработку локальных актов, регламентирующих проектную деятельность; институциональное и внутрифирменное обучение педагогов, а также организацию образовательной миграции в школы, обладающие опытом внедрения проектной технологии; создание информационных ресурсов, инфраструктуры и участие в грантовой деятельности. Теоретически обоснованный комплексный подход к формированию проектной компетентности педагогов, апробированный в ходе опытно-экспериментальной работы, приведет к более эффективному развитию системы регионального образования.

Ключевые слова: проектная компетентность педагога, управление формированием проектной компетентности педагога как субъекта социокультурных преобразований

MANAGEMENT OF THE FORMATION OF THE PROJECT COMPETENCE OF A TEACHER AS A SUBJECT OF SOCIO-CULTURAL TRANSFORMATIONS

Saitbaeva E.R., Kriskovets T.N., Semenova V.A.

Orenburg State Pedagogical University, Orenburg, e-mail: esaitbaeva@mail.ru

Forming the design competence of teachers is an important management task, the solution of which will ensure effective educational activities of teachers in developing design skills in students in the era of the digital economy and the widespread use of design technology in various spheres of society. Modern general education organizations are not fully prepared to solve this problem due to imperfect resource availability. The purpose of the study is to analyze the prerequisites for the introduction of a modern management model for the formation of project competence of teachers in a general education organization and to propose effective management solutions for eliminating identified resource deficits. Scientific articles, monographs, and regulatory documents on the problem were used as materials. The methods used are sociological research methods, as well as methods of strategic analysis and management of the organization's activities. It has been established that in the absence of systematic management influence, the development of teachers' project competence is at low and medium levels. Effective solutions to the problem require a multifaceted approach: motivation and stimulation of personnel to use project technology; development of local acts regulating project activities; institutional and in-house training of teachers, as well as the organization of educational migration to schools that have experience in implementing project technology; creation of information resources, infrastructure and participation in grant activities. A theoretically substantiated integrated approach to the formation of project competence of teachers, tested in the course of experimental work, will lead to more effective development of the regional education system.

Keywords: project competence of a teacher, management of the formation of project competence of a teacher as a subject of socio-cultural transformations

Все сферы деятельности современного общества, в силу высокого развития его проектно-организационной культуры, подразумевают разработку и осуществление проектов: производство материальных ценностей, культура, наука. По мнению ученых, проектная культура должна стать

основой для утверждения новой образовательной парадигмы [1]. Действительно, неотъемлемым элементом современной системы образования является применение метода педагогического проектирования как одной из форм планирования и организации воспитательно-образовательной

работы с обучающимися в условиях внедрения Федеральных государственных образовательных стандартов общего образования (ФГОС ОО). Знания, приобретаемые в ходе реализации проекта, становятся достоянием личного опыта обучающихся, максимально реализуют их психолого-физиологические способности и особенности, активизируют все виды памяти. В то же время метод педагогического проектирования содействует профессиональному развитию педагогов, вырабатывая у них исследовательские умения, развивая креативность, способность к прогнозированию, поиску инновационных средств, следствием чего является повышение качества воспитательно-образовательного процесса [2]. Обязательность проектной деятельности для обучающихся в начальной и основной школе (для старшекласников – по выбору) отражена в ФГОС начального общего и основного общего образования [3; 4]. На сегодняшний день проектная деятельность в образовании зарекомендовала себя как оптимальный, инновационный и перспективный метод, востребованный на практике благодаря его образовательной эффективности. В то же время для успешной реализации проектной деятельности обучающимися педагог сам должен владеть необходимыми компетентностями, в частности проектной. Проектирование заявлено в качестве обобщенной трудовой функции современного педагога, согласно профессиональному стандарту «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» [5].

Однако специальные исследования и опыт свидетельствуют о том, что проектная компетентность педагога как субъекта социокультурных преобразований сформирована на невысоком уровне, а потенциал дополнительного профессионального образования недостаточно используется в развитии проектной компетентности педагога.

Цель исследования – разработать и апробировать условия формирования проектной компетентности педагога как субъекта социокультурных преобразований.

Задачи:

1. Уточнить сущность и содержание проектной компетентности педагога и современные требования к ней в условиях модернизации российского образования.
2. Разработать модель управления формированием проектной компетентности педагога как субъекта социокультурных преобразований.

3. Проанализировать предпосылки внедрения модели управления формированием проектной компетентности педагога в МОАУ «СОШ № 34 г. Оренбурга».

4. Опытным-экспериментальным путем проверить эффективность модели управления формированием проектной компетентности педагога в ходе реализации проекта «Школа управления социокультурными изменениями» в МОАУ «СОШ № 34 г. Оренбурга».

Материалы и методы исследования

Для проектирования модели управления формированием проектной компетентности педагога и анализа предпосылок ее внедрения в СОШ № 34 г. Оренбурга использованы метод «дерева целей» и SWOT-анализ. Для диагностики проектной компетентности педагогов использованы анкетирование, методика «Изучение мотивации к успеху» Т. Элерса, наблюдение, анализ продуктов деятельности, эксперимент (констатирующий, формирующий, контрольный). В исследовании проектной компетентности педагогов приняли участие 30 педагогов СОШ № 34.

Методологической основой исследования является деятельностный подход, который позволяет рассматривать процесс формирования проектной компетентности как деятельность, направленную на формирование системы мотивов, лежащих в основе отношений к проектной деятельности, на овладение системой знаний и применение опыта использования проектных умений и навыков.

Результаты исследования и их обсуждение

Вслед за учеными авторы рассматривают проектную компетентность как интегративное личностное качество, обеспечивающее инновационный характер и творческий стиль педагогической деятельности на основе ценностных ориентаций, проектных знаний, личностного опыта проектной деятельности [6]. Ее основными компонентами являются: мотивационный (заинтересованность и инициативность в проектной деятельности; познавательная активность, потребность в профессиональном совершенствовании); когнитивный (знание отличительных черт проекта, основных способов проектирования, критериев оценки проекта), деятельностный (умения и навыки планирования, организации, координации, контроля, коррекции процесса работы над проектом, делегирования полномочий в процессе проектной деятельности).



Модель управления формированием проектной компетентности педагога

Модель управления формированием проектной компетентности педагога как субъекта социокультурных преобразований выполнена с использованием метода «дерева целей» и включает: стратегическую цель – создание условий для формирования проектной компетентности педагога как субъекта социокультурных преобразований (для решения социально значимой задачи – создания благоприятной среды обитания жителей микрорайона в ходе их плодотворного взаимодействия); стратегических задач (представляющих собой семь видов ресурсов) и мероприятий [7] (рисунок).

Организационно-педагогическими условиями эффективной реализации модели являются: использование разработанных методов и методик диагностики проектной компетентности педагога; проектирование структуры и содержания образовательной программы внутрифирменного повышения квалификации педагогов в соответствии с основными компонентами проектной компетентности педагога; внедрение в процесс внутрифирменного обучения образовательной программы, направленной на формирование проектной компетентности педагогов.

Раскроем ход и результаты опытно-экспериментальной работы по апробации модели управления формированием проектной компетентности педагога в ходе реализации проекта «Школа управления социокультурными изменениями» в СОШ № 34 г. Оренбурга.

Педагогический коллектив школы № 34 работает над реализацией Программы развития «Портал возможностей» с сентября 2020 г. Создание Программы развития и начало ее реализации совпали с масштабными трансформациями в обществе и образовании, запущенными в период «цифровой весны». Именно время создания Программы развития определило ее основной принцип социокультурного проектирования, в основе которого лежат три компонента: гуманизация, цифровизация, коммуникация.

Цель Программы развития – преобразование школы в продюсера социокультурных преобразований, который формирует социокультурный капитал самой школы и человека в ней, центр образовательной логистики, предоставляющий доступ к лучшим образовательным ресурсам региональной и федеральной системы образования, от-

крытую социальную площадку, обеспечивающую формирование личности, способной к успешной социальной адаптации в современном активно развивающемся информационном обществе. В 2020 г. коллектив школы приступил к проектно-мобилизационному этапу реализации Программы, который предполагал выявление точек инновационного развития, одной из которых стало формирование проектной компетентности, необходимой для эффективной работы в условиях модернизации образования.

Для начала авторами был проведен SWOT-анализ сильных и слабых сторон школы по отношению к реализации стратегической цели «Создать условия для формирования проектной компетентности педагога как субъекта социокультурных преобразований (для решения социально значимой задачи – создания благоприятной среды обитания жителей микрорайона в ходе их плодотворного взаимодействия)», которая была определена на основе изучения запросов субъектов деловой среды школы.

С учетом выявленных сильных и слабых сторон была уточнена разработанная модель управления формированием проектной компетентности педагога на уровне мероприятий по каждой из семи стратегических задач (ресурсов). Мотивационный ресурс: разработать ритуал вручения благодарственных писем от руководства «Лучшие учителя»; обновить критерии стимулирования педагогов с учетом их вовлеченности в проектную деятельность; разработать программу мотивирования педагогов к проектной деятельности. Кадровый ресурс: сформировать заказ на институциональное повышение квалификации по проблеме; разработать программу внутрифирменной учебы; организовать образовательную миграцию в учреждения, обладающие позитивным опытом реализации социокультурных проектов. Научно-методический ресурс: разработать методические рекомендации, памятки и инструкции для учителей по созданию социокультурных проектов. Нормативно-правовой ресурс: уточнить должностные инструкции педагогов; разработать Положение о проектной деятельности. Информационный ресурс: спланировать работу по использованию СМИ для информационного сопровождения реализуемых проектов. Материально-технический ресурс: приобрести оборудование, создать соответствующую инфраструктуру для реализации грантовых проектов. Финансово-экономический ресурс: принять участие во Всероссийском конкурсе социальных проектов «Добро не уходит на каникулы».

Для выявления эффективности разработанной модели было проведено изучение проектной компетентности на констатирующем и контрольном этапах эксперимента. Анкетирование педагогов включало вопросы: «Считаете ли Вы проектный метод показателем высокого профессионального мастерства?», «Заинтересованы ли Вы в формировании своей проектной компетентности?», «Стремитесь ли Вы к проектным достижениям?» (мотивационный компонент проектной компетентности); «В достаточной ли мере Вы осведомлены о типах и структуре проектов?», «Каковы основополагающие принципы проектирования в педагогической деятельности?» (когнитивный компонент); «Используете ли Вы метод проектов в педагогической практике?», «Какие профессиональные умения по внедрению проектного метода в своей работе Вам необходимо корректировать?», «Ваше профессиональное мастерство позволяет Вам разработать и реализовать проект самостоятельно или с помощью старшего воспитателя, наставника, коллег?» (деятельностный компонент) и т.д. Для оценки мотивационного компонента также была использована методика «Изучение мотивации к успеху» Т. Элерса. Для оценки деятельностного компонента наряду с ответами на вопросы анкеты использовались наблюдение и анализ продуктов деятельности в ходе проведения ежегодного школьного конкурса социальных проектов «Твори добро», который включает выбор проекта в соответствии со своими интересами, определение своей роли в нем, участие в разработке проекта и публичной защите результатов. Оценке подлежали: первоначальные навыки планирования своей деятельности в работе над проектом, организаторские умения, умение координировать процесс работы, делегировать задания (в частности, в роли РМ-проект-менеджера), способность проводить промежуточный контроль.

Союз родительской общественности СОШ № 34 вдохновился идеей проекта по благоустройству и восстановлению пришкольного сквера и решил воплотить ее в реальность. Социальный проект «Казачий палисад» был представлен на конкурс грантов неправительственным некоммерческим организациям на развитие гражданского общества в Оренбургской области. Цель проекта – формирование идентичности оренбуржца, жителя исторического центра Оренбурга через изучение культуры и деятельность сообществ по преобразованию окружающего пространства.

Динамика формирования проектной компетентности педагогов

Уровень	Компоненты					
	Когнитивный		Мотивационный		Деятельностный	
	До ОЭР	После ОЭР	До ОЭР	После ОЭР	До ОЭР	После ОЭР
Высокий	54,3 %	60,9 %	11,1 %	50 %	6,9 %	48,6 %
Средний	33,3 %	34 %	83,3 %	50 %	34,5 %	27 %
Низкий	12,4 %	5,1 %	5,6 %	0 %	58,6 %	24,4 %

Проект «Казачий палисад» заручился поддержкой Оренбургского войскового казачьего общества, Оренбургского областного Дворца творчества детей и молодежи им В.П. Поляничко и ООО «УКЖФ-Центральная».

На формирующем этапе эксперимента по формированию проектной компетентности педагогов были реализованы мероприятия по всем стратегическим задачам. Например, для формирования качественного кадрового ресурса наряду с другими мероприятиями было организовано внутрифирменное обучение с приглашением специалистов из Инновационного центра Сколково. В 2021 г. было проведено три сессии: 1) сессия коллективной работы с будущим – формирование коллективно желаемого образа будущего и поиск своего места в нем; 2) сессия коллективного мышления – представление замысла проекта трансформации школы, выявление проблем трансформации школы, втягивание участников через формирование коллективного образа будущего и размещение себя (своих инициатив) в нем; 3) сопровождение работы лаборатории развития (команда смыслов) – повестка проблем, сеть партнеров, новые смыслы и стратегические направления. В 2022–2023 учебном году проведены: 1) тренинг «Проектное обучение: гибкие уроки» – тренинг-погружение и деятельностное освоение образовательной технологии SCRUM-уроков; организация и сопровождение разработки маршрутных листов и материалов, необходимых для запуска SCRUM-уроков и дальнейшей трансформации предметов «Новая предметность»; 2) тренинг «Реальные проекты в школе по международным и отечественным стандартам» – тренинг-погружение и деятельностное освоение технологий и инструментов управления проектами (PMI, SCRUM, Agile и др.), а также элементов предпринимательских техник (Canvas, CusDev и др.); организация и сопровождение деятельности проектного офиса школы.

После проведения формирующего эксперимента была проведена диагностика сфор-

мированности компонентов проектной компетентности педагогов (таблица).

Как свидетельствуют эти данные, после проведения опытно-экспериментальной работы повысился уровень мотивации и готовности использовать проектный метод в своей работе, большинство педагогов за короткий срок справились с затруднениями, которые были выявлены на начало эксперимента.

Если в 2021 г. в традиционном школьном конкурсе социальных проектов «Твори добро» приняли участие 29 педагогов – классных руководителей из 37, то в 2022 г. в конкурсе приняли участие все педагоги – классные руководители (со своими классами). 10 проектов из представленных 37 были выбраны для реализации в 2023 г., 17 проектов было реализовано до защиты, 9 проектов не сработали на результат, 1 проект был доработан и представлен на конкурс грантов.

Союз родительской общности СОШ № 34 выиграл грант на реализацию проекта «Казачий палисад». В сентябре 2021 г. был дан старт реализации этого проекта, а в 2022–2023 учебном году из реализуемого проекта «Казачий палисад» сформировалась сеть проектов, связанных общей целью – сохранение исторической памяти оренбургцев и восстановление пришкольного сквера: «Казачий следопыт» и «Зеленый разъезд». «Казачий следопыт» – проект, направленный на восстановление истории оренбургского казачества и составление исследовательского маршрута по казачьим местам. «Зеленый разъезд» – проект, сформировавший волонтерский отряд, который занимается формированием комфортной экологичной городской среды.

Заключение

На основании проведенного эксперимента можно утверждать, что разработанная модель управления формированием проектной компетентности педагога и проведенные мероприятия, направленные на формирование качественных ресурсов, сыграли большую роль в повышении компонентов проектной компетентности педагогов.

Список литературы

1. Парфенова Т.А. Формирование проектной компетентности будущих педагогов начальной школы: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 – Теория и методика профессионального образования. ФГБОУ ВО «Самарский государственный социально-педагогический университет». Самара, 2019. 258 с.
2. Довженко Н.В. Нормативно-правовое обеспечение проектной и инновационной деятельности преподавателя: от теории к практике // *Аспекты и тенденции педагогической науки: материалы II Международной научной конференции* (Санкт-Петербург, июль 2017 г.). СПб.: Свое издательство, 2017. С. 13–15.
3. Приказ Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г. № 286 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования» [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389561/?ysclid=lm5wucix3j689535198 (дата обращения: 05.09.2023).
4. Приказ Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г. № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389560/?ysclid=lm5wwxqk1650837048 (дата обращения: 05.09.2023).
5. Приказ Минтруда России 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)»» [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_155553/fcd5ad2f7bcae420af7b0e706a20935cafd7f5ec/?ysclid=lm5wy9vtmk133441478 (дата обращения: 05.09.2023).
6. Фидарова М.Г. Подготовка будущих учителей информатики в условиях вуза к использованию проектных технологий в образовательном процессе // *Азимут научных исследований: педагогика и психология*. 2019. Т. 8, № 3 (28). С. 287–292.
7. Сайтбаева Э.Р., Колганова М.В. Управление развитием информационной компетентности педагога в системе дополнительного профессионального образования // *Современные наукоемкие технологии*. 2020. № 10. С. 226–231.

УДК 378.14:37.01
DOI 10.17513/snt.39780

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ КАК СРЕДСТВО ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Семенова Н.Г., Якунчев М.А., Маркинов И.Ф.

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»,
Саранск, e-mail: natashasemenovak@mail.ru

В статье актуализируется необходимость достижения обучающимися (студентами) готовности к выполнению исследовательской работы в предстоящей профессиональной деятельности. Для этого еще в вузе им важно освоить соответствующие компетенции с последующим выполнением контроля и оценки состояния их сформированности. В качестве одного из контрольно-оценочных средств предлагается использование практико-ориентированных заданий для получения объективных данных с целью совершенствования образовательного процесса. С опорой на компетентностный подход разработаны практико-ориентированные задания трех групп для диагностики компетенций исследовательской направленности: 1) на оценивание освоенных знаний; 2) на оценивание освоенных умений; 3) на оценивание освоенных навыков. В отношении каждой из групп предложены оригинальные примеры. Задания имеют общую структуру в четырех частях. Первая (вводная) часть отражает профессионально-ролевой сюжет или фабулу в лично значимом контексте; вторая (информационная) – текст, таблицу или иные материалы, важные для выражения ответа; третья (деятельностная) – вопросы и действия к ним, побуждающие к поиску ответов, по которым будет оцениваться состояние готовности к выполнению работы по проверяемым компетенциям; четвертая (эталонная) – верные суждения, с которыми сравниваются ответы всех участников оценочного процесса. Опыт-экспериментальная апробация указанных примеров дала положительные результаты.

Ключевые слова: образовательный процесс, обучающиеся, компетенции исследовательской направленности, контроль и оценка, контролирующие практико-ориентированные задания

Исследование выполнено в рамках гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям научной деятельности вузов-партнеров по сетевому взаимодействию (ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет имени М. Акмуллы» и ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева») по теме «Проектирование оценочных средств для формирования профессиональных компетенций будущего учителя при изучении методических дисциплин».

PRACTICE-ORIENTED TASKS AS A MEANS OF ASSESSING STUDENT TRAINING RESULTS

Semenova N.G., Yakunchev M.A., Markinov I.F.

Mordovia State Pedagogical University named after M.E. Evsevev, Saransk,
e-mail: natashasemenovak@mail.ru

The article actualizes the need for students to achieve readiness to perform research work in their future professional activities. To do this, even at the university, it is important for them to master the relevant competencies, followed by monitoring and assessing the state of their formation. As one of the control and evaluation tools, it is proposed to use practice-oriented tasks to obtain objective data in order to improve the educational process. Based on the competency-based approach, practice-oriented tasks of three groups have been developed for diagnosing research-oriented competencies: 1) to assess the acquired knowledge; 2) for evaluation of mastered skills; 3) to assess the acquired skills. For each of the groups, original examples are offered. Assignments have a general structure in four parts. The first (introductory) part reflects a professional-role plot or plot in a personally significant context; the second (informational) – text, table or other materials important for expressing the answer; the third (activity) – questions and actions to them, prompting the search for answers, according to which the state of readiness to perform work on the competencies being tested will be assessed; the fourth (reference) – correct judgments, with which the answers of all participants in the evaluation process are compared. Experimental testing of these examples gave positive results.

Keywords: educational process, students, research-oriented competencies, controlling practice-oriented tasks, control and evaluation

The study was carried out within the framework of a grant for conducting research work in priority areas of scientific activity of partner universities in network interaction (Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla and Mordovia State Pedagogical University named after M.E. Evseviev) on the topic “Design of assessment tools for the formation of professional competencies of a future teacher when studying methodological disciplines”.

В условиях интенсивного развития различных сфер производственных и непромышленных отраслей современного общества неизбежно возрастают требования к качеству образования. В ряде документов государственного значения последних лет подчеркивается, что образование, которое не сказывается на успешности граждан, эффективности экономики, не приводит к усилению позиции государства на мировой арене, не может считаться качественным [1]. Понятие «качественное образование» авторам представляется как сложное по смыслу суждение. С одной стороны, его сущность следует связывать с интересами и способностями личности для ее развития в аспекте реализации творческого потенциала и обогащения духовного мира, с другой – потребностями общества и государства в подготовке квалифицированных кадров, формировании сознательных и активных граждан, принимающих признанные общекультурные и национальные ценности. Поэтому в педагогической литературе обнаруживается несколько определений названного понятия [2; 3, с. 461]. В данной статье принимается дефиниция В.А. Мижерикова [4, с. 139] с уточнениями авторов. Качество образования – это категория социального плана, определяющая состояние и результативность процесса образования, его соответствие потребностям общества и государства в формировании универсальных и профессионально ориентированных компетенций личности; достигнутый обучающимися уровень знаний, умений, опыта ценностных отношений к объектам окружающей действительности, опыта творческой деятельности на определенном этапе получения образования в соответствии с планируемыми целями; степень удовлетворения ожиданий различных участников образования от предоставляемых выбранной организацией образовательных услуг. Получается, что качество образования следует рассматривать как совокупность свойств и характеристик результатов образования, обеспечивающих удовлетворение потребностей не только самих обучающихся, но также общества и государства [4, с. 139]. В контексте сказанного важно грамотно, вернее диагностично, определять цели образования и соотносить их с полученными результатами. При этом мера их соответствия друг другу и может быть принята как мера качества образования.

Цель исследования состоит в актуализации проблемы повышения качества образования, уточнении смысла понятия «практико-ориентированные контролирующие задания», разработке и опытно-эк-

периментальной апробации оригинальных контролирующих заданий для выяснения состояния сформированности у обучающихся (студентов) компетенций исследовательской направленности.

Материалы и методы исследования

Материалами для исследования послужила информация из разных источников, которая стала основой для уточнения сущности дефиниции «контролирующие практико-ориентированные задания», определения структуры и основ разработки оригинальных заданий обозначенной категории для выяснения состояния сформированности у обучающихся (студентов) компетенций исследовательской направленности. В качестве методов теоретического уровня были использованы анализ опубликованных источников по заявленной теме, систематизация и обобщение исследовательского материала. В качестве методов эмпирического уровня задействовались косвенное педагогическое наблюдение, беседа с обучающимися для выяснения состоятельности предлагаемых к выполнению практико-ориентированных заданий, математические расчеты полученных данных и их интерпретация.

Результаты исследования и их обсуждение

По мнению ученых-педагогов и педагогов-практиков, мера качества в сфере образования связана с процедурами контроля и оценки. В этом случае следует вести речь о педагогическом контроле. Его сущность точнее выражается в положении о совместной деятельности педагога и обучающегося при организующей роли первого из них, ориентированной на выявление результатов образовательного процесса для повышения его эффективности. Вместе с тем сущность педагогического контроля заключается еще и в том, что он призван обеспечивать выявление и оценку результатов образования в целом и (или) результатов обучения конкретной учебной дисциплине. Смыслы выраженных суждений условно можно представить в словесной формуле: контроль предполагает выполнение двух взаимосвязанных процедур – проверку (выполнение действий педагога и обучающегося на основе сравнения ответа с эталоном) и оценку (сопоставление полученного результата педагогом и обучающимся с выработанными критериями и соответствующими показателями). Контроль начинается с целенаправленного наблюдения и выполнения действий проверки, что обеспечивает выявление и определение способов изме-

рения того материала, который предстоит проконтролировать. Результатом проверки становится накопленная информация, которая анализируется с целью выполнения педагогом процедуры оценивания с позиции выдвинутых задач контроля. Результаты оценки должны получить внешнее или внутреннее выражение в словесных комментариях, важных для обучающегося. На перспективу они в совокупности могут стать фактором совершенствования образовательного процесса в направлении его оптимизации для получения более высоких результатов.

Для целенаправленной организации и осуществления процедуры контроля имеется необходимость в определении и использовании определенных средств. В качестве одного из них в образовании сегодня все больше практикуется применение заданий для проверки результатов, достигнутых обучающимся. Особой их категорией признаются контролирующие практико-ориентированные задания. В качестве таковых авторами представляются те, которые на определенном этапе получения образования дают возможность установить факт знания или незнания, владения или невладения теми или иными умениями и навыками с позиции прикладного (познавательного, общекультурного, социального, профессионально-ориентированного) значения и оценить его по определенным критериям и показателям. Анализ педагогической литературы показывает, что в ней обсуждаются разные подходы для разработки и использования контролирующих практико-ориентированных заданий [5–7]. Для авторов в качестве такового важен компетентностный подход, указывающий на необходимость овладения знаниями, умениями, навыками, ценностными отношениями и опытом творчества при задействовании внутренних и внешних ресурсов для успешного разрешения проблем практического значения. Эти установки в полной мере относятся к студентам, которым предстоит выполнять роль учителя биологии общеобразовательной организации.

На определенном этапе получения студентами желаемого образования они овладевают рядом компетенций, без которых затруднительно выполнение учительских функций. Среди них особо выделяются две компетенции, обеспечивающие проникновение в сущность теории организации методико-биологического исследования, а также практики его выполнения с последующим применением полученных продуктов в процессе обучения биологии. Компетенции исследовательской на-

правленности следующие: 1) способность анализировать опубликованные материалы о сущности исследовательской деятельности, ее организации и проведении; применять полученные знания для решения образовательных и поисковых задач; 2) способность проводить исследования по теории и методике обучения биологии, оформлять результаты в виде научно-методических продуктов и использовать их в практике предметного обучения. Обе компетенции формируются на протяжении двух семестров при изучении таких дисциплин учебного плана, как «Методика обучения биологии», «Научно-исследовательская работа студентов» и «Методология научного исследования». Оценивание результатов овладения названными компетенциями по итогам изучения указанных дисциплин обучающимся осуществляется при выполнении специально разработанных практико-ориентированных заданий.

Для представления структуры и содержания таких заданий авторы отмечают, что они предполагали выполнение процедуры непосредственной оценки. В этом случае качество результатов образования можно рассматривать посредством анализа состояния подготовленности студентов в соответствии с требованиями действующего стандарта в отношении названных выше компетенций, а также их удовлетворенности в интеллектуальном и профессионально-ориентированном развитии. Непосредственная оценка является конструктивной основой для выделения критериев и их показателей с позиции компетентностного подхода. В соответствии с ним для названных выше компетенций авторы выделяют три критерия. Первый критерий – это знания о сущности научно-методического исследования, его основных элементах и характеристиках, этапах выполнения исследования. Второй критерий – это умения организовать и выполнять собственное научно-методическое исследование, выражать в обобщенном виде полученное знание. Третий критерий – это навыки выражать новое методическое знание в виде рекомендаций и планов учебных занятий в урочной и внеурочной деятельности для их применения в образовательной практике.

Представим практико-ориентированные контролирующие задания, которые выполнялись студентами после окончания изучения трех названных выше дисциплин учебного плана. Задания разрабатывались по определенной структуре, выразителями которой являются следующие: 1) вводная часть – профессионально-ролевой сюжет

или фабула в личностно значимом контексте; 2) информационная часть – текст, таблица или иные материалы, важные для выражения ответа; 3) деятельностная часть – вопросы и действия к ним, побуждающие к поиску ответов, по которым будет оцениваться состояние готовности к выполнению работы по проверяемым компетенциям; 4) эталонная часть – верные суждения, с которыми сравниваются ответы и показатели всех участников оценочного процесса.

Первая группа – задания на оценивание знаний

Задание 1. Ознакомьтесь с материалами и дайте ответы на предложенные вопросы.

Вводная часть. Одним из профессиональных качеств современного учителя биологии является способность к выполнению исследовательской деятельности. Без этого вряд ли получится своевременно овладевать инновациями и приобщать подопечных к поисковой работе для получения ими субъективно или объективно новых знаний, на что ориентируют обновленные стандарты российского общего образования.

Информационная часть. В литературе можно обнаружить различные суждения о том, что такое исследовательская деятельность. С некоторыми из них вы знакомились при изучении дисциплин учебного плана и поэтому должны иметь ясное представление о сущности такой деятельности.

Деятельностная часть. Письменно ответьте на вопросы: 1. Что такое исследовательская деятельность? 2. Что выступает основой исследовательской деятельности в области методики обучения биологии?

Эталонная часть.

1. Исследовательская деятельность – это особая форма человеческой активности, связанная с поиском ответов на творческую задачу с заранее неизвестным решением и предполагающая выполнение определенных этапов для получения нового знания.

2. Основой исследовательской деятельности в области методики обучения биологии выступает проблема как нерешенный вопрос, ориентированный на поиск нового знания о средствах обучения и воспитания на основе использования потенциала предметного материала, его оформления в обобщенном виде и дальнейшего внедрения в образовательную практику.

Задание 2. Прочитайте задание, дайте ответы на предложенные вопросы и сформулируйте суждения.

Вводная часть. Для целенаправленной организации и проведения исследования в области методики обучения биологии важно определиться с методами как способами получения нового научного знания.

Их нельзя путать с методами обучения, что нередко обнаруживается при ознакомлении с работами учителей, выставляемыми в сети Интернет.

Информационная часть. Материал о разнообразии методов исследования отражается в разных науках – философии, педагогике, психологии и др. В качестве оснований их выражения, главное же для грамотного выбора и применения методов в отношении выбранной темы исследования для получения нового научного знания, используются разные признаки.

Деятельностная часть. Письменно ответьте на вопросы и сформулируйте суждения:

1. По каким признакам могут представляться методы исследования? Приведите названия трех-четырех классификаций методов исследования.

2. Какими из названных классификаций вы стали бы пользоваться при выполнении исследования в области методики обучения биологии?

3. В чем заключается сущность методов теоретического и эмпирического уровней для исследования в области методики обучения биологии [8]?

Эталонная часть.

1. В литературе есть разные классификации методов исследования и по разным признакам. Наиболее часто исследователи обращаются к классификациям: 1) по областям применения (общенаучные, частнонаучные, междисциплинарные); 2) по уровню получаемых знаний (эмпирические и теоретические); 3) по характеру решаемых задач (алгоритмические и эвристические); 4) по прогнозируемому результату (детерминистические и стохастические).

2. При выполнении исследования в области методики обучения биологии лучше воспользоваться классификацией по уровню получаемых знаний.

3. Сущность методов теоретического уровня в отношении исследования в области методики обучения биологии заключается в том, что они позволяют получить новое знание на основе осмысления и переосмысления эмпирического материала в контексте идей, принципов, теорий, концепций и учений в согласовании с решаемой научно-методической проблемой; сущность методов эмпирического уровня – они позволяют получить новое знание на основе чувственно воспринятых явлений обучения биологии, опыта учителей и их осмысления.

Вторая группа – задания на оценивание умений

Задание 1. Ознакомьтесь с материалами и сформулируйте суждения.

Биологические знания
Первый вариант: многообразие живой природы; роль растений и животных в природе; космическая, социальная и защитная ценность животных; включенность животных в процессы круговорота вещества и энергии в биосфере, обеспечение животными устойчивости неживой части природы
Второй вариант: многообразие живой природы; роль животных в природных биоценозах; практическая, экономическая и эстетическая ценность животных; участие животных в обмене веществ и преобразовании энергии как части биологических цепей питания; сущность понятий «ценность» и «ценностное отношение» к животным
Третий вариант: многообразие живой природы; роль бактерий, растений и животных в природе; космическая, социальная и защитная ценность животных; включенность бактерий, растений и животных в процессы круговорота вещества и энергии в неживой природе; обеспечение животными устойчивости неживой части природы

Варианты представления биологических знаний в ценностном ключе в рамках выполненного исследования по теме: «Формирование у обучающихся ценностного отношения к животным как компоненту биоценоза»

Вводная часть. Любое исследование в области методики обучения биологии предполагает получение определенных результатов. Они могут выражаться по всем основным элементам методической системы – целевому, содержательному, процедурному, результативному и диагностическому. Представьте себе, что в итоге выполнения исследования по теме «Формирование у обучающихся ценностного отношения к животным как компоненту биоценоза» автором получено несколько категорий результатов, среди которых в содержательном элементе впервые определены биологические знания в ценностном ключе.

Информационная часть. Вам предложено три варианта выражения биологических знаний как результата выполненного методического исследования (рисунок).

Деятельностная часть. Выполните действия и сформулируйте суждения:

1. Используя прием сравнительного анализа, учитывая важность ценностного аспекта биологического знания, определите вариант учебного материала, который действительно имеет новизну и является результатом научного исследования. Свой выбор аргументируйте.

2. Подумайте и выразите суждения о значении полученного результата научного исследования для решения образовательных задач при изучении биологии в школе.

Эталонная часть. 1. Вторым вариантом учебного материала выступает в качестве результата научного исследования. Примерные аргументы: 1) вводятся понятия «ценность» и «ценностное отношение» как метапредметные средства для лучшего понимания роли животных в природе и их значения в жизни человека; 2) указаны ориентиры на показ места животных в многообразии живой природы и их функций в естественных биоценозах.

2. Значение полученного результата научного исследования для решения образовательных задач будет заключаться в следующем – содержание разработанного учебного материала позволит учителю четче выразить и реализовать: а) задачи обучения в аспекте овладения обучающимися знаниями ценностного назначения в отношении животных как компонента естественных биоценозов; б) задачи воспитания на основе реализации ценностного подхода к живому, ориентирующего обучающихся на бережное и ответственное отношение к животным; в) задачи развития на основе анализа учебного материала о роли животных в природе, объяснения ценностного отношения человека к ним, установления и характеристики причинных и функциональных связей животных в естественных биоценозах.

Задание 2. Ознакомьтесь с материалами и сформулируйте суждения.

Вводная часть. Когда уже определена тема исследования, возникает необходимость в формулировании выразителей его научного аппарата, который организует поисковую деятельность и упорядочивает ее. Он также важен для целенаправленного анализа литературы и «зондажного» изучения практики предметного обучения.

Информационная часть. Вам предложена для выполнения исследования тема «Формирование знаний о биологическом разнообразии у обучающихся при изучении раздела «Общая биология»». Наличие обобщенного знания о биологическом разнообразии выступает как фактор бережного отношения к живой природе [8]. Необходимо вспомнить названия выразителей научного аппарата исследования и их сущность с позиции выполнения работы в области методики обучения биологии.

Деятельностная часть. Выполните действия и изложите суждения:

1. Сформулируйте противоречие и выразите проблему исследования.

2. Определите объект и предмет исследования.

3. Выразите предполагаемый вариант гипотезы исследования.

4. Сформулируйте цель и задачи исследования.

Эталонная часть.

1. Противоречие между потребностью общества в выпускниках с бережным отношением к живым существам, основанным на знании о биологическом разнообразии, и недостатком методических систем формирования таких знаний; проблема заключается в поиске ответа на вопрос – какова эффективная методическая система формирования знаний о биологическом разнообразии при изучении общебиологического материала?

2. Объект исследования – обучение биологии на уровне полного среднего образования; предмет – методическая система формирования знаний о биологическом разнообразии при изучении общебиологического материала.

3. Гипотеза исследования – бережное отношение к объектам живой природы зависит от наличия у обучающихся обобщенного знания о биологическом разнообразии – видовом, генетическом, таксономическом, экосистемном.

4. Цель исследования – теоретическое и экспериментальное обоснование методической системы формирования знаний о биологическом разнообразии у обучающихся при изучении общебиологического материала; задачи: а) обосновать разрабатываемую методическую систему; б) создать научно-методические материалы для учителя и обучающихся; в) провести опытно-экспериментальную работу и проверить ее результаты [8].

Третья группа – задания на оценивание навыков

Задание 1. Ознакомьтесь с материалами и дайте ответы на предложенные вопросы.

Вводная часть. Полученные знания и освоенные умения исследовательского содержания важны для уверенного выполнения профессиональных функций. Это становится особенно актуальным в ситуации решения поставленных руководством задач перед предметным методическим объединением, членом которого вы являетесь.

Информационная часть. Вам как заместителю председателя предметного методического объединения дано поручение подготовить начинающего учителя к представлению на городском конкурсе исследовательской работы по теме «Формирование

функциональной грамотности у обучающихся при изучении организма человека». Однако он испытывает затруднения в обосновании ее актуальности и формулировании положений новизны.

Деятельностная часть. Дайте ответы на вопросы:

1. На какие вопросы должен ответить начинающий учитель при обосновании актуальности темы исследования?

2. По каким основаниям начинающему учителю лучше выразить новизну исследования?

Эталонная часть.

1. При обосновании темы исследования начинающий учитель должен ответить, хотя бы на два вопроса: 1) почему выбрана данная, а не другая тема (функциональная грамотность важна для использования полученных знаний, умений и ценностных отношений для решения жизненно важных задач); 2) почему тема интересна для теории и практики методической науки (функциональная грамотность при изучении организма человека ориентирует на профилактику заболеваний, культивирование здорового образа жизни).

2. Основаниями для выражения новизны исследования могут быть следующие: 1) теоретические – выявленная и охарактеризованная сущность функциональной грамотности при изучении организма человека; разработанное содержание учебного материала в контексте формирования функциональной грамотности; 2) практические – апробированное сочетание форм и методов, обеспечивающих сформированность функциональной грамотности, средств диагностики результатов проведенной опытно-экспериментальной работы.

Задание 2. Ознакомьтесь с материалами и дайте ответ на предложенный вопрос.

Вводная часть. Организация и проведение опытно-экспериментальной работы для оптимального выполнения научного исследования в области методики обучения биологии связаны с определенной логикой – этапами.

Информационная часть. Представьте, что вы выступаете в роли наставника начинающего учителя. Он имеет общие представления о целостной процедуре выполнения исследовательской работы, но проявляет к ней большой интерес. Правда, будущий исследователь нашел в разных источниках информацию об определенных этапах осуществления названного вида работы. К сожалению, она оказалась «запутанной» и представленной в следующих суждениях: 1 – выбор теоретических и эмпирических методов исследования; 2 – выдвижение

гипотезы, от которой зависит определение теоретической основы исследования и построение плана опытно-экспериментальной работы; 3 – формулирование цели и задач исследования; 4 – установление основной проблемы, выбор объекта и предмета исследования; 5 – подготовка опытно-экспериментальных материалов; 6 – организация и проведение опытно-экспериментальной работы; 7 – анализ материалов исследования и формулирование выводов; 8 – выбор темы и обоснование ее актуальности.

Деятельностная часть. Дайте ответ на вопрос:

1. В каком порядке должен приступить к выполнению научного исследования учитель?

Эталонная часть.

1. Правильная последовательность выполнения научного исследования: 8; 4; 2; 3; 1; 5; 6; 7.

Опытная апробация предложенных практико-ориентированных заданий на оценивание компетенций исследовательской направленности осуществлялась со студентами естественно-технологического факультета ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет

имени М.Е. Евсевьева». В целом можно утверждать о позитивной реакции студентов на выполнение таких заданий. В итоговом контроле приняли участие 59 чел., которые представили свои ответы на вопросы и суждения в письменном виде. Сводные материалы о количественных показателях нами отражены в таблице.

На основе анализа полученных количественных данных в целом авторы утверждают, что большая часть студентов проявила готовность к использованию полученных знаний, освоенных умений и навыков для выполнения работ исследовательской направленности в предстоящей профессиональной деятельности. Об этом говорят данные о правильных и полных ответах, полученных по среднему показателю от 26 (44%) респондентов, а также данные о правильных, хотя и неполных ответах, полученных по среднему показателю от 27 (46%) респондентов, что в совокупности составляет 53 (89%). Следовательно, с помощью разработанных заданий вполне можно выяснять состояние готовности будущих учителей биологии к выполнению исследовательской работы в предстоящей профессиональной деятельности.

Сводные данные о состоянии овладения студентами компетенциями исследовательской направленности

№ п/п	Вопросы для проверки состояния освоенности знаний, умений и навыков	Категории ответов по эталонам			
		полные правильные	неполные правильные	неправильные	нет ответа
Вопросы к заданиям первой группы					
1.	Что такое исследовательская деятельность и что выступает основой такой деятельности в области методики обучения биологии?	30 (51%)	20 (34%)	7 (12%)	2 (3%)
2.	По каким признакам классифицируются методы исследования? В чем сущность теоретических и эмпирических методов для исследования в области методики обучения биологии?	28 (47%)	22 (37%)	5 (9%)	4 (7%)
Вопросы к заданиям второй группы					
3.	Как определить вариант учебного материала, имеющий новизну и выступающий результатом научного исследования?	23 (39%)	27 (46%)	5 (8%)	4 (7%)
4.	Как правильно выразить проблему, определить объект и предмет исследования, сформулировать цель и задачи исследования?	25 (42%)	24 (41%)	6 (10%)	4 (7%)
Вопросы к заданиям третьей группы					
5.	На какие вопросы надо ответить при обосновании актуальности темы исследования? По каким основаниям лучше выразить новизну исследования?	24 (41%)	26 (44%)	6 (10%)	3 (5%)
6.	В каком порядке надо приступить к выполнению научного исследования?	27 (46%)	23 (39%)	6 (10%)	3 (5%)

Заключение

Из представленных материалов теоретического и прикладного содержания вытекают обобщенные суждения: 1. В условиях поиска средств повышения качества образования важны разработка и использование способов контроля и оценки состояния готовности обучающихся вуза к предстоящей профессиональной деятельности. Актуальным аспектом подготовки будущих учителей биологии является освоение компетенций исследовательской направленности, для оценивания которых имеется потребность в использовании контролируемых заданий практико-ориентированного содержания. 2. Вновь разрабатываемые задания, как показала опытно-экспериментальная работа, должны иметь определенную конструкцию, связанную с реальным «вхождением» студентов в ситуации организации, выполнения и представления результатов исследовательской деятельности. Оптимальной представляется структура из четырех частей – вводной, информационной, деятельностной и эталонной. 3. Использование предложенных контролируемых заданий практико-ориентированных заданий в опытно-экспериментальной работе с будущими учителями биологии, проходящими обучение в педагогическом вузе, доказывает эффективность содержания таких дисциплин учебного плана, как «Методика обучения биологии», «Научно-иссле-

дательская работа студентов» и «Методология научного исследования», в формировании у студентов компетенций исследовательской направленности.

Список литературы

1. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 (ред. от 21.07.2020) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pravo.gov.ru> (дата обращения: 11.08.2023).
2. Иванова Е.О., Осмоловская И.М. Дидактические основания отбора учебного материала в учебники нового поколения // Новое в психолого-педагогических исследованиях. 2015. № 3 (39). С. 82–91.
3. Андреев В.И. Педагогика: учебный курс. Казань, 2006. 561 с.
4. Нижериков В.А. Словарь-справочник по педагогике / Под общ. ред. П.И. Пидкасистого. М.: Творческий Центр Сфера, 2004. 448 с.
5. Шукшина Т.И., Каско Ж.А., Рыжов Д.В. Особенности практико-ориентированной подготовки будущего учителя в цифровой образовательной среде педагогического вуза // Глобальный научный потенциал. 2020. № 6 (111). С. 22–26.
6. Снигирева Т.А., Гришанова И.А., Ворсина Е.В., Станкевич Т.Г., Рябчикова М.С. Практико-ориентированные комплексные задания как средство контроля сформированности компетенций студентов // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29732> (дата обращения: 03.08.2023).
7. Якунчев М.А., Семенова Н.Г., Маркинов И.Ф. Структура и содержание диагностических заданий в контексте формирования функциональной грамотности обучающихся // Вестник Казанского государственного университета культуры и искусств. 2022. № 3. С. 122–128.
8. Якунчев М.А., Маркинов И.Ф., Ручин А.Б. Методика преподавания биологии. М.: Академия, 2014. 332 с.

УДК 378.046.4

DOI 10.17513/snt.39781

АНАЛИЗ НАУЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ДИССЕРТАЦИОННЫХ РАБОТ ПО ПРОБЛЕМАМ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СФЕРЕ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА

¹Шеенко Е.И., ²Халев И.А., ³Агафонова А.А., ⁴Белкина Т.В., ⁵Лукьянец С.В.

¹ФГБОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет», Барнаул,
e-mail: sheenk@rambler.ru;

²ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» (Алтайский филиал), Барнаул,
e-mail: takamicky456@gmail.com;

³ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова», Барнаул, e-mail: fizkultprivet2020@mail.ru;

⁴ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», Барнаул, e-mail: tdylkina@mail.ru;
⁵ГБОУ «Школа № 1582», Москва, e-mail: lukyanetssv@mail.ru

В статье приведены результаты анализа диссертационных работ по проблемам дополнительного профессионального образования специалистов в сфере физической культуры и спорта. Предложена классификация диссертаций исходя из специфики предметной области исследования, а также структурных атрибутов описания авторефератов: научной гипотезы, научной новизны, положений, выносимых на защиту. Приводятся характеристики некоторых диссертационных исследований по рассматриваемой проблеме. Анализ содержания диссертаций позволил выявить общие направления исследований, что позволило их сгруппировать по двум направлениям: по контингенту специалистов, задействованных в исследованиях, а также по предметному полю исследования. Работа над классификацией диссертаций позволила выявить не охваченные вниманием исследователей области научных интересов: отсутствие работ, выполненных на базе среднего профессионального образования и дошкольного образования; не охвачена сфера адаптивной физической культуры и инклюзивного образования; недостаточное внимание изучению роли и места цифровых и информационных технологий в системе дополнительного профессионального образования и др. Полученные результаты исследования помогут всем заинтересованным исследователям легче сориентироваться в поиске актуальных научных изысканий в вопросах повышения квалификации или профессиональной переподготовки специалистов в сфере физической культуры и спорта.

Ключевые слова: дополнительное профессиональное образование, повышение квалификации, специалист по физической культуре и спорту, диссертационное исследование

ANALYSIS OF SCIENTIFIC DIRECTIONS OF DISSERTATIONS ON THE PROBLEMS OF ADDITIONAL PROFESSIONAL EDUCATION IN THE FIELD OF PHYSICAL CULTURE AND SPORTS

¹Sheenko E.I., ²Khalev I.A., ³Agafonova A.A., ⁴Belkina T.V., ⁵Lukyanets S.V.

¹Altai State Pedagogical University, Barnaul, e-mail: sheenk@rambler.ru;

²Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation (Altai branch), Barnaul, e-mail: takamicky456@gmail.com;

³Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, Barnaul, e-mail: fizkultprivet2020@mail.ru;

⁴Altai State University, Barnaul, e-mail: tdylkina@mail.ru;

⁵GBOU School № 1582, Moscow, e-mail: lukyanetssv@mail.ru

The article presents the results of the analysis of dissertations on the problems of additional professional education of specialists in the field of physical culture and sports. The classification of dissertations is proposed, based on the specifics of the subject area of research, as well as the structural attributes of the description of the abstracts: scientific hypothesis, scientific novelty, provisions submitted for defense. The characteristics of some dissertation research on the problem under consideration are given. The analysis of the content of the dissertations made it possible to identify common areas of research, which allowed them to be grouped in two directions: by the contingent of specialists involved in research, as well as by the subject field of research. The work on the classification of dissertations made it possible to identify areas of scientific interests that were not covered by the attention of researchers: the absence of works performed on the basis of secondary vocational education and preschool education; the sphere of adaptive physical culture and inclusive education is not covered; insufficient attention is paid to the study of the role and place of digital and information technologies in the system of additional professional education, etc. The obtained research results will help all interested researchers to more easily orient themselves in the search for relevant scientific research in matters of professional development or professional retraining of specialists in the field of physical culture and sports.

Keywords: additional professional education, advanced training, specialist in physical culture and sports, dissertation research

В соответствии с приоритетами государственной политики нашей страны в настоящее время принимаются всяческие меры по достижению «высокого уровня гражданственности и патриотизма среди населения, формированию новых ценностных ориентиров молодежи (включающих неприятие вредных привычек)» [1, с. 61], а также сохранению и укреплению здоровья подрастающего поколения.

В связи с высокими требованиями к воспитанию социально активной молодежи, как «наиболее прогрессивной и динамичной части общества» [2, с. 205], отличающейся физической и функциональной готовностью к предстоящей профессиональной, социальной, военной, бытовой и другой деятельности, перед системой образования и, в частности, перед специалистами физической культуры и спорта очерчиваются особые жизненно важные задачи.

Современная система образования характеризуется постоянными изменениями и новациями: «либерализация, информатизация, внедрение информационно-коммуникационных технологий, изменение спроса и степени доступности образования» [3, с. 36]. К тому же, как отмечают Ю.Г. Одегов, А.П. Гарнов (2019), к этому перечню можно прибавить и «значительные социальные изменения, связанные с новыми информационными технологиями и СМИ» [3, с. 36]. Учитывая постоянство нововведений в образовании, в том числе в реализации физического воспитания в образовательных организациях, перед педагогами ставится важная задача, заключающаяся в постоянном совершенствовании своих профессиональных компетенций. Научно-технический прогресс, согласно В.В. Качалову (2022), не стоит на месте, вследствие чего зачастую возникает потребность в «таких навыках, о которых раньше никто и не помышлял» [4, с. 319].

Необходимость повышения квалификации педагогическими работниками, в том числе и учителями, преподавателями и инструкторами по физической культуре, обусловлена тем, что «знания, полученные работниками в высших учебных заведениях, стремительно устаревают, нарастает необходимость их существенного обновления» [5, с. 79]. По мнению В.В. Качалова, «времена, когда человек, окончив университет, всю жизнь мог пожинать плоды своего обучения, давно прошли» [4, с. 319].

В этом отношении интересна точка зрения Э.М. Никитина (2009), отмечающего, что «система повышения квалификации и профессиональной переподготовки педкадров является одним из базовых ресурсов,

обеспечивающих осуществление в образовании позитивных перемен» [6, с. 83].

Интерес специалистов к проблеме повышения квалификации специалистов в области физической культуры и спорта (далее – ФКиС) в последние годы заметно вырос [7, с. 4]. Вместе с тем анализ фундаментальных исследований, выполненных в форме диссертаций, дает основания утверждать о недостаточном внимании исследователей к изучению проблем в сфере дополнительного профессионального образования (далее – ДПО) по ФКиС.

Практика показывает, что научно-методическое обеспечение в системе повышения квалификации специалистов по ФКиС отстает от требований времени, диктующего необходимость опоры в современном образовании на информационные и коммуникационные технологии. Вследствие этого приходит понимание того, что система ДПО специалистов по ФКиС остро нуждается в серьезной методологической, организационной и практической коррекции.

Отмеченное позволяет определить противоречие между необходимостью повышения качества повышения квалификации и профессиональной переподготовки в сфере ФКиС и отсутствием в анализируемых диссертациях подходов, методик, форм, технологий, отвечающих требованиям сегодняшнего дня.

Данное противоречие определило цель исследования, заключающуюся в анализе научных направлений диссертаций в области дополнительного профессионального образования педагогических работников по физической культуре и спорту и выявлении новых ориентиров научных исследований с учетом требований сегодняшнего дня.

Материалы и методы исследования

Проведен анализ научных направлений диссертационных исследований по педагогическим специальностям 13.00.00, рассматривающих проблемные вопросы в сфере ДПО специалистов по ФКиС. В обзоре были задействованы тексты 28 диссертационных исследований отечественных специалистов на соискание ученой степени кандидата и доктора педагогических наук. Глубина анализа диссертаций составила период с 1998 г. – момента защиты первой диссертации в интересующем нас направлении – по 2023 г. включительно. Классификация проанализированных трудов выполнялась исходя из специфики предметной области диссертаций, а также структурных атрибутов описания авторефератов: научной гипотезы, научной новизны, практической значимости и положений, выносимых на защиту.

Результаты исследования и их обсуждение

В настоящем исследовании было проанализировано содержание диссертационных работ по трем направлениям научных педагогических специальностей:

– 13.00.01 Общая педагогика, история педагогики и образования;

– 13.00.04 Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры;

– 13.00.08 Теория и методика профессионального образования.

С учетом более чем векового опыта функционирования системы дополнительного профессионального образования (с 1921 г., «когда было предложено объединить все формы повышения квалификации в стройную систему коллективной педагогической работы» [8, с. 19]), исследователями было выполнено 28 диссертационных работ по проблемам повышения квалификации и профессиональной переподготовки в сфере ФКиС по всем трем вышеуказанным научным специальностям.

Самая ранняя работа была выполнена в 1998 г. Н.И. Николаевой на тему «Формирование преподавательского состава вуза физической культуры, его структура и повышение квалификации», основной ее идеей было «выявление специфики формирования кадрового состава и изучение особенностей структуры педагогических кадров физкультурных вузов, что должно было отразиться на подборе тех или иных форм организации повышения квалификации, а также на содержании профессиональных образовательных программ повышения квалификации» [9, с. 8].

Если обратить внимание на плотность выполненных за конкретный временной период диссертационных работ, то больше всего было защищено диссертаций в 2007 г. – это пять кандидатских диссертаций, подготовленных А.И. Акимовым, В.А. Лещинским, Т.А. Панкратович, Л.М. Певизиной и Н.А. Тишкиной.

Интересно и то, что если с 1998 г. практически каждый год выполнялись от одной до пяти диссертаций по интересующей нас проблеме, то за последние пять лет (с 2018 по 2023 г.) была защищена лишь одна работа – докторская диссертация, подготовленная Н.В. Масагиной (2021) на тему «Педагогическая система профессиональной переподготовки и повышения квалификации кадров физкультурно-спортивной отрасли».

Стоит обратить внимание на то, что из всех диссертаций по вопросам повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов в области ФКиС, помимо диссертации Н.В. Масагиной (2021), были подготовлены еще две диссертации на соискание ученой степени доктора педагогических наук:

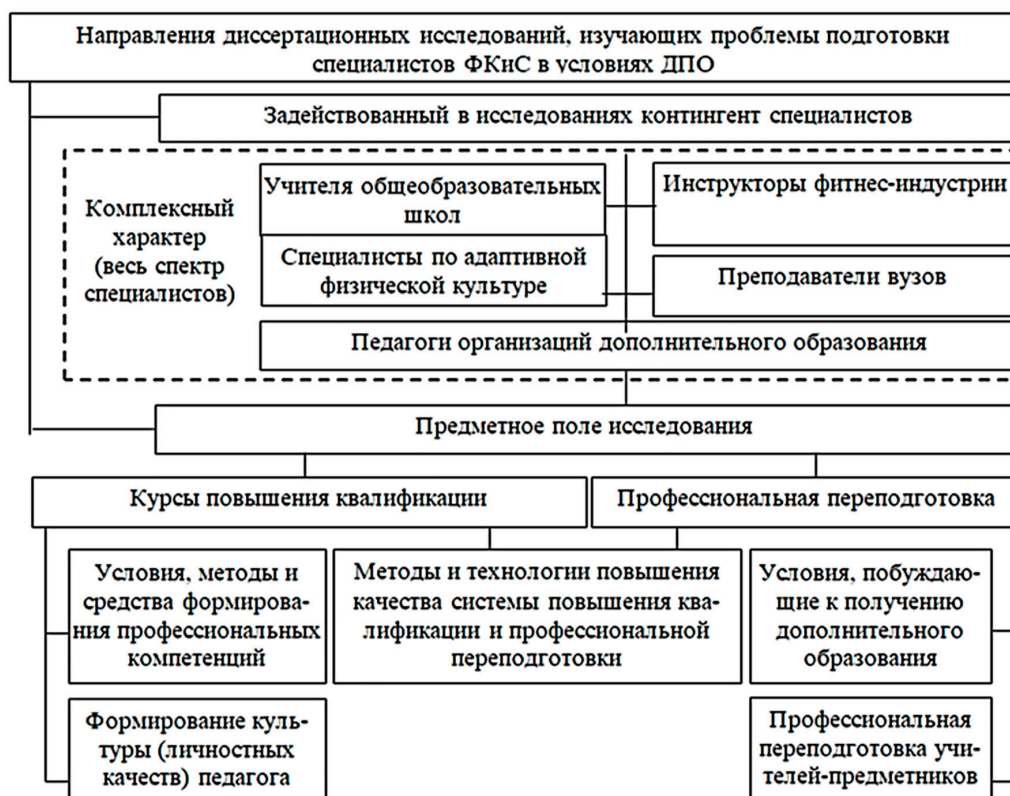
– Б.Е. Лосиным (2001) на тему «Педагогическая эффективность повышения квалификации специалистов по физической культуре и спорту». В диссертации рассматривается эффективность разработанных с учетом специфики педагогических работников «новых технологий подготовки специалистов в области физической культуры и спорта, а также методик оценки и критериев эффективности процесса повышения квалификации» [10, с. 11];

– Т.В. Левченковой (2018) на тему «Структурно-содержательная модель повышения профессиональной компетентности специалистов в детском фитнесе». Данная работа представляет интерес тем, что в ней не только обосновывается необходимость «углубления и расширения знаний и опыта для самоактуализации, саморазвития и самосовершенствования личности» [11, с. 8], но и предлагаются конкретные пути решения проблемы подготовки высококвалифицированных специалистов: расширена матрица профессиональных компетенций педагогов, а также предложена авторская программа ДПО, эффективность которой доказана не только для «специалистов по детскому фитнесу, но и для учителей физической культуры, инструкторов по физической культуре, инструкторов по физическому воспитанию детей, педагогов дополнительного образования» [11, с. 10].

Анализ предметной области, а также структурных атрибутов описания авторефератов диссертаций по проблемам ДПО специалистов по ФКиС позволил очертить ряд основных научных направлений.

Для лучшего представления всего спектра научных направлений проанализированных авторами статьи исследований предлагается схематическое изображение классификации диссертаций, выполненных по проблемам повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов в сфере ФКиС (рисунок).

Учитывая сферу научных интересов проанализированных диссертаций, сосредоточивших свое внимание на проблемах подготовки специалистов ФКиС в условиях ДПО, все исследования условно можно классифицировать по контингенту специалистов, задействованных в исследованиях, а также по предметному полю исследования.



Классификация диссертационных исследований по проблемам подготовки специалистов ФКиС в условиях ДПО

Учитывая задействованный в исследованиях контингент педагогических работников, все работы можно условно разделить на шесть групп:

- основная масса исследований была выполнена на учителях общеобразовательных школ – 12 работ (В.Ф. Горбатов, 2001; О.Ф. Жуков, 2003; А.М. Халилов, 2004; В.К. Герберт, 2006; Т.М. Панкратович, 2007; Л.М. Певичина, 2007; Н.А. Тишкина, 2007; А.А. Гордеев, 2009; А.М. Гурьянов, 2009; С.Г. Напреев, 2013; Т.А. Удалова, 2016; Т.С. Эмануэль, 2016);

- преподаватели физической культуры вузов были задействованы в работах Н.И. Николаевой, 1998; В.А. Лещинским, 2007; С.Л. Агеевым, 2012; А.И. Рублевым, 2012; Г.Ф. Жован, 2017;

- опыт педагогов сферы дополнительного образования был взят за основу в диссертациях В.В. Логинова, 2006; А.И. Акимова, 2007; И.В. Никитина, 2010;

- инструкторы фитнес-индустрии были задействованы в диссертациях Д.Г. Калашникова, 2005; Т.В. Левченковой, 2018;

- специалисты адаптивной физической культуры стали объектом исследования лишь в одной работе – в диссертации М.В. Томиловой, 2014;

- широкий спектр специалистов по физической культуре и спорту в своих работах задействовали Б.Е. Лосин, 2001; Н.Н. Никитишкина, 2001; Н.А. Карасёва, 2003; В.А. Черкасова, 2004; Н.В. Масыгина, 2021.

За второй вариант классификации проанализированных авторами статьи диссертаций можно взять предметное поле исследований. Во всех работах, при условии дифференцирования их на исследования, изучающие курсы повышения квалификации, и на исследования, рассматривающие профессиональную переподготовку специалистов, хорошо просматривается следующая группа проблемных точек:

- формирование культуры (личностных качеств) педагога (5 работ). Научный интерес в данном направлении проявлен следующими специалистами: В.К. Герберт, 2006; В.В. Логинов, 2006; А.И. Акимов, 2007; А.М. Гурьянов, 2009; И.В. Никитин, 2010;

- условия, побуждающие к получению дополнительного образования (3 работы), изучали в своих трудах О.Ф. Жуков, 2003; В.А. Черкасова, 2004; А.М. Халилов, 2004;

- профессиональная переподготовка учителей-предметников стала предметом исследования в двух диссертациях – в работах В.Ф. Горбатова, 2001, и Н.А. Тишкиной, 2007;

– условия, методы и средства формирования профессиональных компетенций (8 работ) рассматриваются в диссертациях В.А. Лецинского, 2007; Т.М. Панкратович, 2007; Л.М. Певизиной, 2007; С.Л. Агеева, 2012; А.И. Рублёва, 2012; С.Г. Напреева, 2013; Т.А. Удаловой, 2016; Т.В. Левченко-вой, 2018;

– разработка методов и технологий улучшения качества системы повышения квалификации и профессиональной переподготовки. Данное направление было выбрано в качестве ведущей идеи в диссертациях Н.И. Николаевой, 1998; Б.Е. Ло-синим, 2001; Н.Н. Никитушкиным, 2001; Н.А. Карасевой, 2003; Д.Г. Калашниковым, 2005; А.А. Гордеевым, 2009; М.В. Томиловой, 2014; Т.С. Эмануэль, 2016; Г.Ф. Жован, 2017, Н.В. Масыгиной, 2021.

Анализ содержания диссертаций с учетом предлагаемой схемы их распределения по тем или иным проблемам ДПО в сфере ФКиС дает основания говорить о том, что на данный момент фундаментальными исследованиями остаются не охвачены следующие области:

– дополнительное профессиональное образование специалистов ФКиС в системе среднего профессионального образования, а также специалистов по физической культуре в системе образования дошкольников;

– повышение квалификации специалистов ФКиС по проблемам адаптивной физической культуры и формированию готовности к осуществлению профессиональной деятельности с обучающимися с ОВЗ, а также в инклюзивных условиях;

– профессиональная переподготовка специалистов к профессиональной деятельности в сфере фитнеса;

– совершенствование педагогического мастерства преподавателей ФКиС вузов;

– инновационные методы, средства, формы; цифровые и информационные технологии в системе ДПО специалистов ФКиС (разработка компьютерных обучающих, контролирующих или мониторинговых программ; в том числе создание собственных мультимедийных дидактических материалов и пр.);

– междисциплинарные (межпредметные) программы повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов, позволяющих не только освоить компетенции в иных профессиональных областях, но и расширить профессиональные возможности путем обогащения компетенциями из смежных специальностей (психология, медицина, экология, туризм, безопасность жизнедеятельности, гигиена, физиология и пр.).

Таким образом, беря во внимание не охваченные фундаментальными исследованиями области в сфере ДПО специалистов по ФКиС, будет довольно легко сориентироваться в области возможных и актуальных проблем, требующих поиска научных решений.

Заключение

Анализ научных направлений диссертаций по проблемам ДПО в сфере ФКиС позволил заключить следующее:

– очевидна недостаточная научная активность исследователей, что подтверждается количеством защищенных диссертаций – за четверть века с момента первой диссертации (Н.И. Николаева, 1998) по проблеме исследования было выполнено 28 работ;

– все диссертации по проблеме исследования удобно классифицировать по контингенту специалистов, задействованных в исследованиях, а также по предметному полю исследования. Такая классификация позволила выявить основные научные направления фундаментальных исследований: основной ведущей идеей одной трети диссертационных исследований являлось повышение качества системы повышения квалификации и профессиональной переподготовки, другой трети – изучению условий, методов и средств формирования профессиональных компетенций. Почти в половине защищенных диссертаций в исследованиях задействованы учителя общеобразовательных школ;

– предложенная классификация позволила выявить неохваченные области научных интересов: отсутствуют работы, выполненные на базе СПО и дошкольного образования; не охвачена сфера адаптивной физической культуры и инклюзивного образования; слабое внимание повышению профессионального мастерства преподавателей ФКиС вузов; недостаточное внимание изучению роли и места цифровых и информационных технологий в системе ДПО. Учет этих областей поможет заинтересованным специалистам сориентироваться в поиске научных направлений для последующих исследований.

Список литературы

1. Кузнецов М.Б. Ключевые направления государственной политики в физкультурно-спортивной сфере Российской Федерации // Наука. 2020. 2018. № 8 (24). С. 61–66.
2. Деева Е.В. Социальная успешность как фактор профессионального становления молодежи // Социально-экономические явления и процессы. 2013. № 6 (052). С. 205–209.
3. Одегов Ю.Г., Гарнов А.П. Реформа российского образования: проблемы, результаты, перспективы // Уровень жизни населения регионов России. 2019. № 3. С. 36–51.

4. Качалов В.В. Дополнительное профессиональное образование: понятие, особенности, виды // Вестник экономической безопасности. 2022. № 1. С. 318–322.
5. Курочка В.С. Совершенствование системы образования в России в современных условиях // Международный научно-исследовательский журнал. 2019. № 11–2 (89). С. 79–84.
6. Никитин Э.М. Развитие федерально-региональной системы повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников образования // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2009. № 1 (1). С. 83–85.
7. Масыгина Н.В. Педагогическая система профессиональной переподготовки и повышения квалификации кадров физкультурно-спортивной отрасли: автореф. дис. ... докт. пед. наук. Москва, 2021. 38 с.
8. Зубкова Н.К. Развитие и совершенствование системы повышения квалификации педагогов в России // Вестник ТГПУ. 2013. № 9 (137). С. 18–25.
9. Николаева Н.И. Формирование преподавательского состава вуза физической культуры, его структура и повышение квалификации: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Москва, 1999. 23 с.
10. Лосин Б.Е. Педагогическая эффективность повышения квалификации специалистов по физической культуре и спорту: автореф. дис. ... докт. пед. наук. Санкт-Петербург, 2001. 45 с.
11. Левченкова Т.В. Структурно-содержательная модель повышения профессиональной компетентности специалистов в детском фитнесе: автореф. дис. ... докт. пед. наук. Москва, 2018. 47 с.

НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ

УДК 378.046.4

DOI 10.17513/snt.39782

**ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЦИФРОВОЙ ГРАМОТНОСТИ
УЧИТЕЛЕЙ ИНДОНЕЗИИ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ «РЕМВАТИК»****Виндра И., Лазарева И.Н.***ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток,
e-mail: irdianto.vi@dvfu.ru, lazar_irina@mail.ru*

Целью данной статьи является критический обзор опыта реализации программы профессионального развития учителей Индонезии, направленной на повышение цифровой компетентности, и анализ ее эффективности. Для достижения поставленной цели используется метод систематического обзора с включением описательного и сравнительного анализа при сопоставлении «PembaTIK» с аналогичными программами, применяемыми в России (например, «Цифровая образовательная среда»). На основе анализа экспертного знания и педагогического наблюдения сформулированы сценарные варианты реализации данной программы в конкретном образовательном контексте. Результаты оценки показывают рост цифровых знаний и навыков учителей, которые варьируются на каждом уровне в диапазоне 25–37%. На основе системного анализа выявлены следующие преимущества данного сервиса: Программа «PembaTIK» эффективна (1) как открытый репозиторий учебных материалов на платформе Rumah Belajar; (2) как средство планирования и управления учебной деятельностью с использованием информационно-коммуникационных технологий (ИКТ); (3) как область возможностей для интерактивного обучения; (4) как ресурс для коллективного обучения, обмена информацией и опытом с коллегами. Выявлены факторы, которые влияют на эффективность реализации программы, такие как базовый уровень цифровой грамотности, поддержка заинтересованных сторон, наличие соответствующей инфраструктуры.

Ключевые слова: «PembaTIK», цифровое обучение, обучение на основе ИКТ, компетенции учителя

**IMPROVING THE LEVEL OF DIGITAL LITERACY OF TEACHERS INDONESIA
WITH THE HELP OF THE “PEMBATIK” PROGRAM****Windra I., Lazareva I.N.***Far Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: irdianto.vi@dvfu.ru, lazar_irina@mail.ru*

The purpose of this article is to analyze the effectiveness of the program related to the professional development of teachers, and review the implementation experience, aimed at increasing the digital competence of teachers in Indonesia. To achieve this goal, the method of a systematic review is used, including a descriptive and comparative analysis (when comparing PembaTIK with similar programs used in Russia) “Digital Educational Environment (DSE)”. Based on the analysis of expert knowledge and pedagogical observation, scenario options for the implementation of this program are formulated; described in a specific educational context. The PembaTIK evaluation results show that there is an increase in the digital knowledge and skills of teachers, which vary at each level in the percentage range of 25-37%. The PembaTIK program is useful for teachers in the following aspects: (1) to present various educational materials on the Rumah Belajar platform; (2) manage and plan learning activities integrated with ICT; (3) help make learning more interactive; and (4) work together, exchange information, and share experiences with fellow teachers. In addition, it is important to consider factors that may affect its effectiveness, such as the level of teachers’ understanding of the use of technology, the support and training provided by relevant parties, and the availability of facilities and infrastructure, as well as access to devices and an adequate internet connection.

Keywords: “PembaTIK”, digital learning, ICT-based learning, teacher competencies

Обучение на основе информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) – это метод обучения, использующий цифровые медиаустройства в качестве инструмента для поддержки процесса преподавания. В этом случае образовательная деятельность осуществляется с помощью компьютеров, интернета, мобильных устройств и программных приложений, которые помогают обучающимся и учителям получать доступ к информации и учебным ресурсам. Важной составляющей в обозначенном контексте является грамотная реализация программ реализации учебных дисциплин с использованием ИКТ. Эффективность и качество

освоения использования этих современных методов и средств работы с информацией зависит от цифровой компетентности учителя, свидетельствующей об уровне профессионального развития педагога.

За последние годы Индонезия добилась значительного прогресса в расширении доступности образования. Об этом свидетельствует тот факт, что большинство населения Индонезии в возрасте 15 лет (62,68%) и старше (96,35%) получили обязательное образование [1, с. 12]. Однако по-прежнему существуют проблемы в обеспечении качества образования, особенно в области цифровой грамотности. Об этом свидетельствует

опрос, проведенный Ассоциацией индонезийских интернет-провайдеров, согласно которому 89,15% индонезийцев используют интернет для доступа к контенту социальных сетей, тогда как только 2,81% получают доступ онлайн к учебному контенту [2].

Цель данной статьи – представить опыт реализации программы, направленной на повышение цифровых компетенций учителя, и проанализировать эффективность применения подобной программы профессионального развития.

Материалы и методы исследования

Для получения результатов исследования использовались научные методы теоретической направленности: системный обзор предметного поля (научные журналы, книги, отчеты и официальные документы правительства) по проблеме исследования, описательный и сравнительный анализ. Описательный анализ проводился для представления концепции, реализации и эффективности программы. Сравнительный анализ проводился для сопоставления программы «РембаГК» с аналогичной программой в России «Цифровая образовательная среда (ЦОС)». Стратегия поиска данных осуществлялась путем доступа к различным научным, используемым на индонезийском, английском и русском языках.

В книге Пола Гистера «Цифровая грамотность» цифровая грамотность определяется как способность понимать и использовать информацию в различных формах из различных источников, доступных через компьютеры [3]. Аллан Мартин в своей статье «Грамотность для цифровой эпохи» уточняет, что цифровая грамотность включает способность получать доступ, использовать, анализировать, оценивать и создавать сообщения с использованием различных инструментов, каналов и стилей, объединяющих текст, звук и изображения [4]. Новое понимание цифровой грамотности предлагает Боуден – включение в данное понятие таких компонентов, как компьютерная грамотность и информационная грамотность [5].

Однако иное мнение высказал Берман, согласно которому необходимо различать определения компьютерной грамотности и цифровой грамотности. Цифровая грамотность – это способность человека использовать цифровые инструменты (в широком смысле, а не только компьютеры) для собственной выгоды. Берман также выделил три компонента цифровой грамотности, в том числе цифровую компетентность, цифровое потребление и цифровую безопасность [6]. Другое мнение высказала М. Исохужаева: цифровая грамотность –

это термин, который может быть использован для описания навыков, связанных с использованием цифровых технологий, но этот термин также может быть объяснен как «цифровая компетентность» (digital competence), «медиаграмотность» (media literacy), «Навыки информационных и коммуникационных технологий» (ICT skills), «цифровые навыки» (digital skills), «навыки в области интернета» (internet skills) и навыки социальных сетей (social media skills) [7].

Генри Дженкинс в своей книге описывает цифровую грамотность как способность понимать, использовать, анализировать и активно участвовать в медийной культуре, ориентированной на участие [8]. Эти определения подчеркивают понимание и использование цифровой информации, способность критически мыслить и участвовать в цифровом обществе, а также навыки доступа, использования, анализа и создания цифрового контента. Цифровая грамотность включает в себя понимание технологий, навыки коммуникации, оценку информации и осознание социального и культурного влияния цифровых технологий.

Т.А. Аймалетдинов в статье «Цифровая грамотность российских педагогов» определяет цифровую грамотность учителей как систему базовых знаний, навыков и отношений, аналогичных другим профессиям, в области повседневного использования цифровых технологий [9, с. 10]. Для оценки цифровой грамотности учителей используется подход, основанный на оценке индикаторов информационной, компьютерной, коммуникативной грамотности, медиаграмотности и отношения к технологиям. Каждый из перечисленных индикаторов оценивается в трех аспектах: когнитивном (знания), техническом (навыки) и этическом (отношения) [10]. Согласно ЮНЕСКО, цифровая грамотность учителей является одной из компетенций, включенных в Рамочную компетентностную модель по информационно-коммуникационным технологиям (ИКТ) для учителей, а именно: 1) понимание роли ИКТ в образовательной политике; 2) учебная программа и оценивание; 3) педагогические практики; 4) применение навыков работы с цифровыми технологиями; 5) организация и управление образовательным процессом; 6) профессиональное развитие педагогов. Шесть аспектов включают в себя три уровня компетенций: 1) применение ИКТ, 2) освоение знаний и 3) производство знаний [11, с. 10]. В Индонезии Рамочная компетентностная модель ИКТ ЮНЕСКО используется в качестве национального стандарта повышения компетенций ИКТ учителей.

Описание программы «PembTIK»

В связи с растущим значением информационно-коммуникационных технологий в повседневной жизни и в работе, учителя Индонезии должны обладать цифровыми компетенциями, необходимыми для осуществления эффективного обучения в цифровую эпоху. Для решения этой задачи Центр информационных технологий и коммуникации, образования и культуры (*Pustekkom*) Министерства образования и культуры Республики Индонезия Правительства Индонезии разработал программы «PembTIK» («*Pembelajaran Berbasis TIK*») / «Обучение на основе ИКТ»), и в 2018 г. образовательные структуры приступили к внедрению программы на площадках профессионального развития педагогов. Программа «PembTIK» рассматривается как мотивационный компонент подготовки учителей к применению инновационных моделей обучения и разработке учебных материалов на основе ИКТ [12].

Программа «PembTIK» реализуется в соответствии с международными рекомендациями, касающимися учителей, основанными на Декларации Инчхон 2015 г. (ЮНЕСКО), в которой говорится: «обеспечить, чтобы учителя и педагоги обладали полномочиями, были надлежаще набраны, получили хорошую подготовку, профессиональную квалификацию, мотивацию и поддержку в рамках систем, обеспеченных достаточными ресурсами, эффективными и эффективно управляемыми» [13].

Предполагается, что цифровая грамотность учителей Индонезии повысится, что станет решающим условием повышения эффективности обучения обучающихся в цифровую эпоху. Целью этой программы является повышение цифровой грамотности 100000 учителей по всей Индонезии к 2022 г. через углубление их понимания цифрового образования технологий в целом и обеспечение практического обучения использованию этих технологий [14, с. 15]. Программа «PembTIK» также направлена на то, чтобы помочь учителям разработать учебные планы, соответствующие цифровой эпохе, и интегрировать цифровые инфраструктуры в процесс обучения. Непосредственными преимуществами программы «PembTIK» являются обеспечение процесса внедрения ИКТ в образовательную среду, повышение цифровой компетентности, улучшение взаимодействия и сотрудничества учителей, сертифицирование на каждом уровне в национальном масштабе и возможность стать «*Duta Rumah Belajar*» (Амбассадор/ Представитель Учебного Дома).

«Учебный Дом» – это платформа электронного обучения, направленная на повышение качества цифровой грамотности учителей. Также она может использоваться в качестве онлайн-ресурса, направленного на распространение информации об учебных заведениях [14, с. 3]. Представители «Учебного Дома» – это учителя, отобранные из 34 провинций Индонезии посредством программы «PembTIK», которые должны распространять продукты *Pustekkom*, в том числе платформу «Учебный Дом», среди учителей начальных и средних школ, которым предоставляется бесплатный доступ.

Косвенным преимуществом программы «PembTIK» является дидактический инструментарий, позволяющий повысить успеваемость обучающихся и повышение качества образования в Индонезии. Участвующие в программе «PembTIK» могут обеспечить своим ученикам более интерактивное, увлекательное и эффективное обучение. Кроме того, использование технологий в обучении также может помочь повысить мотивацию обучающихся и их участие в обучении [15]. «Учебный Дом», который был запущен в 2011 г., содержит легкодоступный учебный материал, поэтому он может быть использован педагогами и обучающимися начальной школы и старшей/профессиональной средней школы в качестве источника средств обучения. Функция учебных ресурсов «Учебный Дом» предоставляет средства массовой информации в виде интерактивных мультимедиа, состоящих из текста, изображений/фотографий, аудио, видео, анимации и виртуальных, для всех уровней образования [16]. Участники, желающие принять участие в этой программе, должны обладать базовыми навыками для использования информационно-коммуникационных технологий, готовностью к саморазвитию и иметь твердую установку на повышение уровня образованности обучающихся своей школы.

Реализация программы «PembTIK»

Программа «PembTIK» реализуется в формате смешанного обучения в виде онлайн-технического руководства с объединением синхронного и/или асинхронного режимов обучения. Синхронное обучение – это онлайн-обучение, которое происходит в заранее определенное время, в то время как асинхронное обучение – это онлайн-обучение вне заранее определенного графика и реализуется независимо. Стандартом компетентности, упомянутым в программе «PembTIK», является ICT-CFT UNESCO (компетенция по приобретению знаний в области ИКТ, углубление знаний в области ИКТ и создание знаний в области ИКТ) [11, с. 13; 17, с. 6].

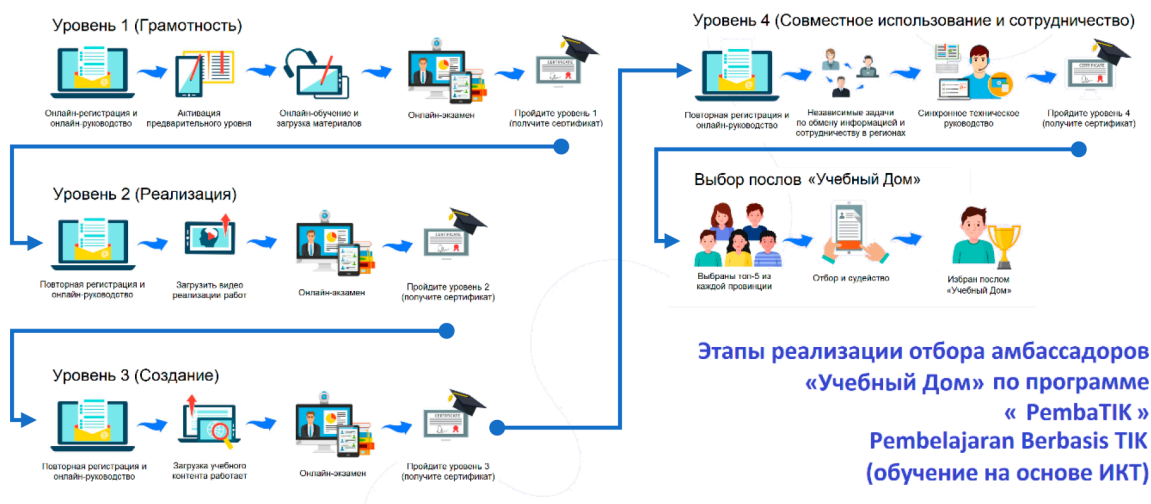


Рис. 1. Схема отбора представителей по программе «Pembatik»
 Источник: Руководство по внедрению Pembatik 2022 г. [14]

Адаптируя структуру компетенций, программа «Pembatik» подразделяется на четыре уровня компетенций, а именно: 1) грамотность, 2) внедрение, 3) создание и 4) обмен информацией и сотрудничество [14, с. 8]. Участники, прошедшие уровень 1, перейдут на уровень 2 и так далее, до уровня 4. Участники также получают квалификационное свидетельство на каждом уровне. Лучший участник 4-го уровня утверждается в номинации «Представитель Учебного Дома» по схеме, представленной на рис. 1.

Этапы программы «Pembatik» поясняются следующим образом

Предварительная стадия осуществляется для подготовки необходимых объектов и условий для программы, которая включает следующие действия: (1) проанализировал потребности программы по результатам предыдущего года; (2) разработал руководства по реализации программы; (3) разработал программные материалы, включая учебный план, модули, занятия в LMS и расписания, и (4) социализировал программу.

Далее этап внедрения. Программа «Pembatik» имеет 4 уровня и проводится поэтапно. Участники программы должны начать с уровня 1. Участники, прошедшие и выполнившие оценку уровня 1, имеют право перейти на следующий уровень, и так далее до уровня 4. Участниками уровня 4 являются 30 лучших учителей из каждой провинции, которые затем выбираются, чтобы стать 5 «Представителями Учебного Дома» своей провинции.

Последним этапом является постреализация, на этом этапе проводится оценка эффективности программы, о которой затем

сообщается в конце года. Целью данного этапа является измерение эффективности программ, реализованных в течение года, и получение рекомендаций по повышению эффективности [14, с. 27].

Учителям-стажерам предоставляется доступ к онлайн-платформе обучения, которая была подготовлена правительством. В рамках платформы существуют специально разработанные учебные модули для каждого уровня квалификации, позволяющие улучшить цифровые компетентности учителей.

Эти учебные модули охватывают различные темы, такие как введение в информационно-коммуникационные технологии, использование социальных сетей для преподавания и учебной деятельности, а также разработка инновационных учебных программ и методов преподавания. При этом проектирование методического обеспечения рассматривается как основополагающий процесс конструирования как образовательных программ, так и непосредственно обучения, поскольку от качества методических материалов и их грамотной реализации зависит качество обучения.

Учебный план программы «Pembatik» описан в табл. 1.

Ресурсы, используемые в программе «Pembatik», включают стабильную интернет-сеть, аппаратное обеспечение, такое как ноутбуки или компьютеры, а также различные приложения и программное обеспечение для поддержки онлайн-обучения. Проводимый тренинг также оснащен качественными и современными учебными материалами и поддержкой экспертов в области технологий и образования.

Таблица 1

Учебный план программы «РембаТІК» [14]

Уровни	Компетенция	Модуль
1	<ul style="list-style-type: none"> • Уметь концептуализировать использование ИКТ в качестве учебного ресурса • Использовать устройства ИКТ в качестве инструментов обучения • Уметь проверять и перепроверять ценности и риски, связанные с ИКТ • Освоить базовые навыки, связанные с использованием ИКТ • Получить представление об особенностях социальных сетей • Освоить различные виды программного обеспечения и обучающих приложений • Научиться использовать устройства грамотно, эффективно, действенно, безопасно 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Цифровая экосистема бесплатного обучения 2. Инструменты ИКТ для обучения 3. Инструменты совместного обучения 4. Использование социальных сетей для обучения
2	<ul style="list-style-type: none"> • Понимать концепции оптимального использования ИКТ в обучении • Понимать функции цифровых учебных ресурсов, основанных на ИКТ • Разработать проект интегрированного обучения с использованием ИКТ • Разбираться в характеристиках и использовать потенциал ИКТ в преподавании и создании ситуаций в учебной среде • Применять модели обучения с использованием ИКТ • Использовать ИКТ в управлении обучением (данные, оценка и т.д.) • Использовать ИКТ для совместной работы по повышению качества процессов и результатов обучения • Использовать социальные сети для обучения • Использовать обучающие видеоролики на основе ИКТ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оптимизация использования ИКТ в цифровом обучении 2. Применение моделей обучения, основанных на цифровых учебных ресурсах 3. Интегрированное управление классом с использованием ИКТ в процессе обучения 4. Основы разработки обучающих медиа с использованием цифровых технологий
3	<ul style="list-style-type: none"> • Освоить один из инструментов разработки учебного материала – как контента, так и приложений • Обладать базовыми навыками проектирования визуальных коммуникаций • Осуществлять систематический процесс разработки средств обучения • Создать форму интерактивных средств обучения на основе ИКТ • Выполнять обучающую медиаинженерию по мере необходимости • Разработать средства обучения совместно с другими учителями или школьниками • Применять принципы обучения при разработке средств массовой информации • Подготовить учебные материалы на основе ИКТ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разработка обучающих аудионосителей на основе ИКТ 2. Разработка обучающих видеоматериалов на основе ИКТ 3. Разработка интерактивных обучающих мультимедийных средств 4. Разработка обучающих игр 5. Инновации в обучении, использующие цифровые средства обучения
4	<ul style="list-style-type: none"> • Использовать социальные сети в качестве средства обмена контентом и учебными материалами. • Обладать хорошими базовыми коммуникативными навыками (личностными, межличностными и общественными) • Обладать сознательностью и ответственностью при использовании ИКТ • Обладать способностью считывать данные, анализировать, прогнозировать и предвидеть возможные сложности • Иметь высокий уровень мотивации и обладать способностью вдохновлять других. • Применять формы совместного обучения • Обладать способностью выражать мысли в письменной форме, как в популярном жанре, так и в виде аргументированного изложения своей точки зрения, а также в форме научного дискурса 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Публикация материалов для повышения квалификации учителей 2. Налаживание коммуникации и сотрудничества при использовании платформы «Rumah Belajar» (Учебный Дом) 3. Распространение стратегий использования социальных сетей

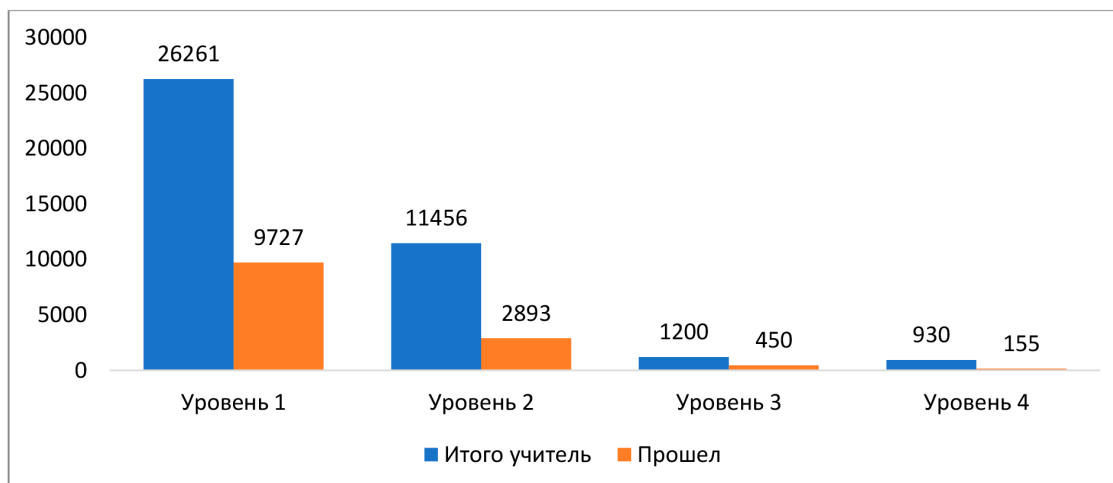


Рис. 2. Общее количество участников и количество участников, прошедших каждый уровень (2022 г.)

Программа «RembaTIK» периодически оценивалась для определения ее эффективности в достижении заявленных целей. Оценка проводилась в начале и в конце обучения по программе через различные каналы, в том числе через приложения групп участников (*Telegram, WhatsApp*, дискуссионные форумы), службу поддержки (*help desks*), группы гидов и/или опросы участников программы. Для оценивания использовались формирующий и суммирующий подходы [14, с. 26; 18]. Результаты оценки показали эффективность программы в плане повышения креативности, навыков решения проблем и предоставления возможностей для развития профессиональных связей.

В обучении школьников и учителей интерес к использованию платформы «Учебный Дом» высок, о чем свидетельствуют данные о количестве обучающихся, использующих «Учебный Дом», 666708 обучающихся, 273509 учителей и 117348 школ [16].

Программа «RembaTIK» оказывает положительное влияние на учителей и образование в Индонезии. Вот несколько результатов, которые были достигнуты: (1) на основании данных, представленных на рис. 2, количество участников «RembaTIK», улучшивших свои цифровые навыки, соответствует списку в табл. 1, включая использование программного обеспечения и приложений, связанных с обучением [19].

Исходя из статистических данных по каждому уровню, в 2022 г. можно увидеть, что 26261 учитель прошел программу «RembaTIK» на уровне 1, и объявлено, что 9727 учителей успешно завершили обучение, что означает, что программа смогла

повысить знания и цифровые навыки участников на 37%. Программу «RembaTIK» на уровне 2 прошли 11456 учителей, которые успешно прошли уровень 1 (накопительный итог за прошлые годы), и было объявлено, что 2893 учителя успешно завершили обучение, что означает, что программа смогла повысить знания и цифровые навыки участников на 25,2%. В программе «RembaTIK» 3-го уровня приняли участие 1200 учителей, успешно освоивших 2-й уровень (нарастающим итогом за предыдущие годы), и было объявлено, что обучение прошли 450 учителей, что означает, что программа смогла повысить знания и цифровые навыки участников на 37,5%. Участники программы на уровне 4 в 2022 г. – это 30 лучших выпускников уровня 3 «RembaTIK», и затем из каждого региона будут выбраны 5 лучших, чтобы стать Представителями Учебного Дома. С улучшенными цифровыми навыками учителя могут обеспечить более качественное обучение своих учеников, хотя количество участников все еще ниже запланированного. В этом случае помочь ускорить социализацию платформы «Учебный Дом» может предоставление опции получения сертификата «Представитель Учебного Дома» [16].

Затруднение и потенциал роста программы «RembaTIK»

Проблемы и перспективы развития программы «RembaTIK» тесно связаны с динамичным и сложным состоянием образования в Индонезии:

1) ограниченные цифровые инфраструктуры (недостаточное количество компьютеров) и ограниченный доступ к интернету в нескольких регионах Индонезии [20–22];

2) ограниченные бюджет и людские ресурсы для реализации программ во всех регионах Индонезии [22; 23];

3) существуют различия в качестве профессионального образования между городскими и сельскими районами, что объясняет отсутствие у учителей не только профессиональных компетенций, но и базовых знаний и умений работы на компьютере, а также непонимание особенностей обучения с использованием ИКТ/ цифровых технологий [20];

4) ряд учителей испытывают трудности с участием в программе из-за ограниченного времени и педагогической загруженности [24; 25].

Высокий энтузиазм учителей, участвующих в программе «Pembelajaran Berbasis TIK», позволяет говорить о перспективности данной программы в части мотивационного фактора [26–28]. Существуют и другие программы, которые ориентированы на обучающихся, такие как *Движение за школьную грамотность* (GLS). Эта программа может помочь в реализации программы «Pembelajaran Berbasis TIK» [29]. Кроме того, необходимо рассмотреть возможность изучения программ других стран.

Программа «Pembelajaran Berbasis TIK» практически аналогична российскому федеральному проекту «Цифровая образовательная среда», целью которого является создание и внедрение в образовательных организациях цифровой образовательной среды, а также обеспечение реализации цифровой трансформации системы образования. Сравнение двух программ показано в табл. 2.

Цель сравнительного анализа – облегчить понимание того, как реализуется программа «Pembelajaran Berbasis TIK», с российской точки зрения. Из табл. 2 видно, что федеральный проект ЦОС имеет более широкий размах,

чем программа «Pembelajaran Berbasis TIK». Среди целей ЦОС в том числе 1) обеспечение 100% образовательных организаций стабильным и быстрым интернет-соединением и 2) внедрение целевой модели цифровой образовательной среды, которая позволит создать профили «цифровых компетенций» для обучающихся, педагогов и административно-управленческого персонала. И что было произведено: 1189 образовательных организаций оснащены (обновили) компьютерным, мультимедийным, презентационным оборудованием и программным обеспечением в рамках эксперимента по модернизации начального общего, основного общего и среднего общего (нарастающим итогом с 2019 г. – 3314 организаций); 4020 образовательных организаций обеспечены материально-технической базой для внедрения цифровой образовательной среды (нарастающим итогом с 2019 г. – 16317 организаций) [27].

Один из видов деятельности, который был проведен, имеет сходство с индонезийской программой, а именно многоуровневое повышение квалификации. ЦОС имеет три направления: первое – обучение учителей созданию собственных онлайн-курсов и тренажеров, второе – правильное и эффективное использование онлайн-курсов в учебном процессе, третье – построение сообщества экспертов. Экспертное сообщество почти такое же, как и Представители Учебного Дома, разница заключается в выполняемых задачах. Если перед Представителями Учебного Дома стоит задача помочь в социализации и распространении портала «Учебный дом» среди коллег-учителей в своих регионах, то задача экспертного сообщества – оценить цифровой образовательный контент, чтобы повысить его качество.

Таблица 2

Сравнение программ «Pembelajaran Berbasis TIK» и ЦОС

Программы	«Pembelajaran Berbasis TIK»/ («Pembelajaran Berbasis TIK») / «Обучение на основе ИКТ»	«Цифровая образовательная среда» (ЦОС)
Цель	Повышение цифровой компетентности учителей	Качественное и доступное онлайн-обучение граждан страны с помощью цифровых технологий
Участники	• Учителя • Администрация школы	• Обучающиеся • Учителя • Родители • Администрация школы
Формы деятельности	• Многоуровневое повышение квалификации	• Разработка массовых открытых онлайн-курсов (МООК) • Многоуровневое повышение квалификации • Обновленная организация образования
Платформы	rumahbelajar.id	online.edu.ru

Для того, чтобы воспользоваться имеющимися возможностями, очень важно заблаговременно подготовить цифровую инфраструктуру в школах, как в случае интеграции российского федерального проекта ЦОС. Кроме того, для поддержки программы «РембаТІК» можно реализовать следующие стратегии: расширение сотрудничества с заинтересованными сторонами, которые могли бы способствовать реализации программы в части улучшения доступа в интернет, равного для всех обучающихся и учителей; повышению качества учебных материалов и организация программы наставничества для учителей и школьников с помощью программ непрерывного обучения и текущего контроля успеваемости [12; 14, с. 6]; популяризации на территории страны знаний о значении цифровой грамотности и обучения на основе цифровых технологий [30].

Заключение

Программа «РембаТІК» оказала положительное влияние на учителей и образование в Индонезии. Определены следующие преимущества программы «РембаТІК»:

- 1) программа может использоваться учителями в качестве расширенного и разнообразного комплекса учебных материалов на платформе «Учебный дом»;
- 2) программа оказывает содействие в управлении и планировании учебной деятельности;
- 3) раскрывает область возможностей для интерактивного обучения учителей;
- 4) является действенным ресурсом повышения эффективности и подтверждения результативности преподавания;
- 5) предоставляет площадки для проведения педагогических форумов в сообществе «РембаТІК» по обмену информацией и опытом применения соответствующих времени гуманитарно-технологических разработок.

Помимо положительных характеристик были выявлены факторы, оказывающие негативное воздействие на процесс реализации «РембаТІК»: недопонимание учителями важности использования ИКТ в современном образовательном контексте; низкий уровень цифровой грамотности педагогов; недостаточный уровень инфраструктуры и поддержки учителей, а также обеспечения доступа к интернету. В контексте требований современности рекомендуется продолжать работу по профессиональному развитию ИКТ грамотности педагогов, предлагая решения по преодолению выявленных проблем и активно привлекая достижения зарубежного опыта применения эффектив-

ных практик профессионального обучения в цифровых средах.

Список литературы

1. Statistik Pendidikan 2022 // Badan Pusat Statistik. Джакарта, 2022 г. 228 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bps.go.id/publication/2022/11/25/a80bdf8c85bc28a4e6566661/statistik-pendidikan-2022.html> (дата обращения: 29.03.2023).
2. Indonesian Internet Profile 2022 // Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia. Джакарта, 2022 г. 104 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://online.fliphtml5.com/rmpye/ztxb/#p=2> (дата обращения: 09.04.2023).
3. Соболева Ж.С. Теоретические предпосылки формирования понятий «цифровая грамотность» и «цифровая компетентность» // Актуальные проблемы филологии и методики преподавания иностранных языков. 2019. № 13. С. 110–114.
4. Кузнецова К.И. Цифровая компетентность в современном информационном мире // XXXVII Международные научные чтения (Памяти А.Д. Сахарова). М., 2018. С. 166–168.
5. Koppel I., Langer S. Basic digital literacy – requirements and elements // Práxis Educacional. 2020. № 42 (16). С. 326–347. DOI: 10.22481/praxisedu.v16i42.7354.
6. Берман Н.Д. К вопросу о цифровой грамотности // Russian Journal of Education and Psychology. 2017. № 6–2 (8). С. 35–38. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-otsifrovoy-gramotnosti/viewer> (дата обращения: 19.04.2023). DOI: 10.12731/2218-7405-2017-6-2-35-38.
7. Исохужаева М.Я. Цифровая грамотность – 2020 // Индустриальная Экономика. 2020. № 1. С. 32–36; URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-gramotnost-2020/viewer> (дата обращения: 10.05.2023).
8. Хасаншин И.И. Дидактика и методика обучения по дисциплине цифровая экономика // Академическая публикация. Общество с ограниченной ответственностью «Аэтерна». 2021. № 2. С. 211–218.
9. Аймалетдинов Т.А., Баймуратова Л.Р., Зайцева О.А., Имаева Г.Р., Спиридонова Л.В. Цифровая грамотность российских педагогов. Готовность к использованию цифровых технологий в учебном процессе. М.: Издательство НАФИ, 2019. 84 с.
10. Chetty K., Qigui L., Gcora N., Josie J., Wenwei L., Fang C. Bridging the digital divide: measuring digital literacy // Economics. Sciendo. 2018. № 1 (12). С. 1–20. DOI: 10.5018/economics-ejournal.ja.2018-24.
11. Структура ИКТ-компетентности учителей. Рекомендации ЮНЕСКО // UNESCO. Париж: Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании, 2019. 67 с.
12. RembaTİK (Pembangunan Bahan Ajar TİK) Mendorong Tumbuhnya Bibit-Bibit Duta TİK Untuk Pendidikan | Pusdatin // Pusat Data dan Teknologi Informasi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Indonesia. 2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://pusdatin.kemdikbud.go.id/pembatik-pengembangan-bahan-ajar-tik-mendorong-tumbuhnya-bibit-bibit-duta-tik-untuk-pendidikan/> (дата обращения: 28.03.2023).
13. Education 2030: Incheon declaration and framework for action: towards inclusive and equitable quality education and lifelong learning for all // UNESCO. Incheon, 2015. 51 с.
14. Yanuarti R., Utami G.S., Kusnandar. Pedoman Penyelenggaraan PEMBATİK Tahun 2022 / ed. Darmawan A. Джакарта: PUSDATIN KEMENDIKBUDRISTEK, 2022. 41 с.
15. Yuanta F. Pengembangan media video pembelajaran ilmu pengetahuan sosial pada siswa sekolah dasar // Trapsila: Jurnal Pendidikan Dasar. 2020. № 02 (1). С. 91–100. DOI: 10.30742/tpd.v1i02.816.
16. Susilawati E. Rumah Belajar, Rumah Besar Bagi Semua // PUSDATIN, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Indonesia. 2021. [Электронный ресурс].

URL: <https://pusdatin.kemdikbud.go.id/rumah-belajar-rumah-besar-bagi-semua/> (дата обращения: 10.03.2023).

17. Midoro V. Guidelines on Adaptation of The UNESCO ICT Competency Framework for Teachers / ed. Khoroshilov A.M.: UNESCO Institute for Information Technologies in Education, 2013. 68 c.

18. Adinda A.H., Siahaan H.E., Raihani I.F., Aprida N., Fitri N., Suryanda A. Penilaian Sumatif dan Penilaian Formatif Pembelajaran Online // Report of Biology Education. 2021. № 1 (2). C. 1–10.

19. Putranto R.H. Laporan Pelatihan Pustekom Kemdikbud Peningkatan Kompetensi TIK Untuk Pembelajaran Bagi Guru (PembaTIK level literasi). 2019.

20. Marwanto A. Pembelajaran pada Anak Sekolah Dasar di Masa Pandemi Covid 19 // Jurnal BASICEDU. 2021. № 4 (5). C. 2097–2105. DOI: 10.31004/basicedu.v5i4.1128.

21. Mutaqinah R., Hidayatullah T. Implementasi Pembelajaran Daring (Program BDR) Selama Pandemi COVID-19 di Provinsi Jawa Barat // Jurnal Petik. 2020. № 2 (6). C. 86–95. DOI: 10.31980/jpetik.v6i2.869.

22. Intaniasari Y., Utami R.D. Menumbuhkan Budaya Membaca Siswa Melalui Literasi Digital dalam Pembelajaran dan Program Literasi Sekolah // Jurnal BASICEDU. 2022. № 3 (6). C. 4987–4998. DOI: 10.31004/basicedu.v6i3.2996.

23. Heriyanto H. Strategi Digital Perguruan Tinggi Keagamaan Buddha di Indonesia // Jurnal Pelita Dharma. 2019. № 2 (5). C. 14–37. DOI: 10.31219/osf.io/d8q3s.

24. Martiningsih R.R. Dampak Bimtek Daring PemBA-TIK Level Dua Terhadap Kemampuan TIK Guru Provinsi Jawa Timur // TEKNODIK. 2021. № 25. C. 43–54. DOI: 10.32550/teknodik.v25i1.378.

25. Sawitri E., Astiti M.S., Fitriani Y. Hambatan dan tantangan pembelajaran berbasis teknologi informasi dan komunikasi // Prosiding Seminar Nasional Program Pascasarjana Universitas PGRI Palembang. Palembang, 2019. C. 202–213.

26. Ma'mun N., Mariam S. Pelatihan kompetensi literasi digital bagi guru bahasa inggris berbasis e-learning moodle // Rengganis Jurnal Pengabdian Masyarakat. 2021. № 1 (1). C. 69–79. DOI: 10.29303/rengganis.v1i1.15.

27. Susanto E.J. Efektivitas Blended Learning Berbasis Blog Sebagai LMS Untuk Membangun Antusiasme Siswa Dalam Kegiatan Literasi Digital // Prosiding Seminar Nasional Ahlimedia. 2021. № 1 (1). C. 74–82.

28. Melati D.P., Rahman A. Studi Korelasi Antara Literasi Digital dan Minat Belajar Siswa Pada Era Pandemi Covid-19 // Al Qodiri: Jurnal Pendidikan, Sosial dan Keagamaan. 2022. № 2 (20). C. 204–218. DOI: 10.53515/qodiri.2022.20.2.204-218.

29. Muliastri N.K.E. New Literacy sebagai upaya peningkatan mutu pendidikan sekolah dasar di abad 21 // Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia. 2020. № 1 (4). C. 115–125.

30. Ningsih I.W., Widodo A., Asrin A. Urgensi kompetensi literasi digital dalam pembelajaran pada masa pandemi Covid-19 // Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan. 2021. № 2 (8). C. 132–139. DOI: 10.21831/jitp.v8i1.35912.

УДК 373.1
DOI 10.17513/snt.39783

СМЕШАННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ОСНОВНОЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ: СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Драндров Д.А., Драндров Г.Л.

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева»,
Чебоксары, e-mail: drandrov2013@mail.ru, gerold49@mail.ru

Цель исследования – обосновать социально-практическую и научную актуальность проблемы эффективного применения смешанного обучения в основной общеобразовательной школе и определить педагогические условия ее решения. Выявлены противоречия: между сформулированной в законодательных и программно-нормативных документах задачей внедрения цифровых технологий в образовательные школы и недостаточно широким и эффективным их применением в педагогической практике; между необходимостью применения цифровых технологий в единстве с традиционными педагогическими технологиями и наблюдаемой в практике низкой педагогической эффективностью их использования в рамках смешанного обучения; между высоким дидактическим потенциалом смешанного обучения и недостаточной научной разработанностью педагогических условий его успешной реализации в основной общеобразовательной школе. Необходимость разрешения этих противоречий определяет социально-практическую и научную актуальность проблемы эффективного применения смешанного обучения в основной общеобразовательной школе. Определен комплекс педагогических условий решения этой проблемы: смоделировать смешанное обучение в виде целостной педагогической системы с выделением структурных и функциональных компонентов; определить методологические положения, педагогические принципы и качественное своеобразие их реализации в системе смешанного обучения; структурировать содержание обучения по модулям и учебным элементам и определить предметные и метапредметные результаты их освоения; распределить содержание модулей и учебных элементов для изучения на уроке и онлайн-обучения с учетом их дидактического потенциала, сложности и трудности учебного материала, планируемых образовательных результатов; обеспечить уровень информационно-коммуникативной компетентности обучающихся и учителя, достаточный для эффективного участия в смешанном обучении; создать банк цифровых образовательных ресурсов и распределить его содержание в соответствии с модулями и учебными элементами; разработать комплексы учебных и тестовых заданий для организации самостоятельной учебно-познавательной деятельности; организовать учебно-познавательную деятельность на уроке с использованием активных методов обучения; использовать систему рейтингового контроля предметных результатов обучения на основе автоматизированного тестирования.

Ключевые слова: цифровизация, предметные результаты, универсальные учебные действия, смешанное обучение, противоречия, социально-практическая и научная актуальность, модель, педагогические условия, основная общеобразовательная школа

MIXED EDUCATION IN THE BASIC SECONDARY SCHOOL: THE STATE OF THE PROBLEM AND PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR ITS SOLUTION

Drandrov D.A., Drandrov G.L.

Chuvash I. Yakovlev State Pedagogical University, Cheboksary,
e-mail: drandrov2013@mail.ru, gerold49@mail.ru

The purpose of the study is to substantiate the socio-practical and scientific relevance of the problem of the effective use of blended learning in the basic secondary school and to determine the pedagogical conditions for its solution. Contradictions are revealed: between the task of introducing digital technologies into educational schools formulated in legislative and program-regulatory documents and their insufficiently broad and effective application in pedagogical practice; between the need to use digital technologies in unity with traditional pedagogical technologies and the low pedagogical effectiveness of their use in the framework of blended learning observed in practice; between the high didactic potential of blended learning and the insufficient scientific development of the pedagogical conditions for its successful implementation in the basic secondary school. The need to resolve these contradictions determines the socio-practical and scientific relevance of the problem of the effective use of blended learning in the basic secondary school. A set of pedagogical conditions for solving this problem is defined: to model blended learning in the form of an integral pedagogical system with the allocation of structural and functional components; to determine methodological provisions, pedagogical principles and the qualitative originality of their implementation in the system of blended learning; to structure the content of learning by modules and learning elements and to determine the subject and metasubject results of their development; distribute the content of modules and educational elements for studying in the classroom and online learning, taking into account their didactic potential, the complexity and difficulty of the educational material, the planned educational results; ensure the level of information and communication competence of students and teachers sufficient for effective participation in blended learning; create a bank of digital educational resources and distribute its content in accordance with with modules and training elements; to develop complexes of educational and test tasks for the organization of independent educational and cognitive activity; to organize educational and cognitive activity in the classroom using active teaching methods; to use a system of rating control of subject learning outcomes based on automated testing.

Keywords: digitalization, subject results, universal educational actions, blended learning, contradictions, socio-practical and scientific relevance, model, pedagogical conditions, basic secondary school

В современном мире наблюдается тенденция все более широкого и интенсивного использования информационных технологий в общественной жизни, в сфере науки и системе образования. Происходит формирование обширного пространства международных коммуникативных взаимодействий, цифровизация социально-экономической жизни. Совокупность этих взаимосвязанных процессов составляет содержание переживаемой современным обществом четвертой промышленной революции [1], которая по масштабам последствий сопоставима с возникновением письменности [2]. Системообразующим фактором, объединяющим эти изменения, затрагивающим различные стороны жизни общества, и в первую очередь сферу образования, выступает процесс их цифровизации [3]. Материальной основой цифровизации являются Интернет и связанные с его функционированием сетевые технологии, кардинально изменившие возможности доступа, поиска, сохранения, обмена, анализа больших объемов информации. В современном обществе «информация и знание становятся главными ценностями», изменяющими творческо-познавательную и созидательную деятельность современного человека, а Интернет выступает принципиально новой формой взаимодействия людей, различных социальных групп, определяющей дальнейшее развитие общечеловеческой культуры и культуры каждой личности [4]. А.М. Кондаков в связи с этим подчеркивает: «Мы являемся свидетелями беспрецедентного образовательного перехода: от передачи знания к формированию и непрерывному обновлению компетенций, от непрерывного образования к непрерывному личностному развитию человека на протяжении всей жизни, от образования для всех к персонализированному образованию для каждого под возможности, способности и интересы. Все это создало предпосылки наступления новой эпохи – эпохи цифрового образования, стремительно формирующейся на наших глазах» [5, с. 297]. Одним из приоритетных направлений развития в области образования, по версии ЮНЕСКО, являются создание технических средств, разработка стратегий и технологии их дидактически оправданного использования в рамках инновационных форм обучения [6]. В нашей стране идея цифровизации образовательного процесса в общеобразовательных школах была предложена В.В. Путиным в 2005 году на совещании по вопросам социально-экономического развития России [7].

Цель исследования – обосновать социально-практическую и научную актуальность

проблемы эффективного применения смешанного обучения в основной общеобразовательной школе и определить педагогические условия ее решения.

Материал и методы исследования

Для достижения этой цели проведены содержательный анализ и обобщение законодательных и нормативно-правовых документов, в которых сформулированы стратегические задачи цифровизации современной российской школы, материалов диссертационных работ, монографий, научных статей и научных докладов, научно-практических конференций, в которых представлены взгляды ученых о возможности повышения качества образования школьников на основе создания и внедрения инновационной модели смешанного обучения. Всего по проблеме исследования проанализировано 45 литературных источников.

Результаты исследования и их обсуждение

Задача широкомасштабного и комплексного внедрения информационных и коммуникационных технологий в число приоритетных направлений модернизации российской системы образования была включена и на законодательном уровне. В п. 2. ст. 13 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» указано, что «при реализации образовательных программ реализуются различные образовательные технологии, в том числе дистанционные образовательные технологии, электронное обучение» [8]. В принятой в 2017 году государственной программе «Цифровая экономика» [9], определяющей социально-экономическое развитие нашего государства, школа рассматривается в качестве одной из ключевых сфер внедрения информационных технологий. Реализация приоритетного национального проекта по направлению «Образование» включает такие направления развития, как «поддержка и развитие лучших образцов российского образования, внедрение современных образовательных технологий, создание национальных российских университетов и бизнес-школ мирового уровня, а также цифровизация российского школьного образования» [10, с. 21]. При этом цифровизация должна затронуть как систему административного управления образовательными организациями на всех уровнях, так и содержание обучения и реализуемые педагогические технологии. Цифровизацию всей системы школьного образования в России запланировано завершить к 2025 году. Поэтому в «Национальной доктрине образова-

ния в Российской Федерации до 2025 года» к основным задачам образования отнесено «развитие дистанционного обучения, создание программ, реализующих информационные технологии в образовании. Совершенно новым, многообещающим направлением развития системы образования становится обширное введение дистанционного обучения (ДО) на базе применения передовых педагогических, многообещающих информационных и телекоммуникационных технологий» [11].

В принятом в 2017 году проекте «Цифровая школа» поставлена задача обеспечения инновационности и многофункциональности создаваемой в нашей стране новой цифровой школы, которые позволят повысить эффективность процесса обучения школьников [12].

Выделяются два основных направления программы цифровизации образовательного процесса в российской школе: дидактическое преобразование содержания обучения в цифровую форму; создание инновационной образовательной платформы и информационного ресурса «Цифровая школа», обеспечивающих свободный доступ обучающихся к современному электронному образовательному контенту [12]. Реализация проекта «Цифровая школа» предполагает решение четырех взаимосвязанных задач: обеспечение школы компьютерами, возможностью доступа в Интернет, интерактивными досками и т.д.; создание единого информационного портала «Цифровая школа» для свободного доступа обучающихся к электронному образовательному контенту; перевод содержания школьной программы в электронную форму и создание онлайн-курсов, которые позволят ученикам получать знания самостоятельно; подготовка учителей к эффективному применению электронного образовательного контента в учебном процессе.

Федеральный государственный образовательный стандарт общего образования (ФГОС ОО) предусматривает возможность обучения школьников с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий [13]. Поэтому в российских школах наблюдается активный процесс компьютеризации: приобретение компьютерного оборудования и программного обеспечения [14, 15]. Правительством РФ утвержден паспорт проекта «Современная цифровая образовательная среда», который предполагает создание цифрового образовательного пространства, что обеспечивает доступность онлайн-обучения, возможности организации смешанного обучения [16, 17], построения индивидуальных

образовательных маршрутов, самообразования и неформального образования [3].

Между тем в общем среднем образовании онлайн-обучение фактически не используется, в дополнительном школьном образовании доля онлайн-обучения составляет всего 2,7%. На сегодняшний день можно постулировать существование противоречия между сформулированной в законодательных и программно-нормативных документах задачей создания и внедрения цифровых технологий в педагогический процесс образовательной школы, с одной стороны, и недостаточно широким их применением в педагогической практике – с другой.

Сложившаяся ситуация обуславливает социальную актуальность решения проблемы повышения эффективности обучения современных школьников на основе эффективной интеграции традиционных форм обучения и инновационных дистанционных форм организации образовательного процесса.

Реферативный обзор научно-методической литературы по проблеме исследования свидетельствует, что дистанционное обучение в сравнении традиционным обучением «лицом к лицу» обладает рядом преимуществ. Оно позволяет: осуществлять процессы целеполагания, планирования и организации учебной деятельности, учебные режимы и объемы учебной работы, коррекции и контроля обучения с учетом индивидуального своеобразия образовательных возможностей и потребностей обучающихся; организовать субъект-субъектные взаимодействия преподавателя с обучающимися и между обучающимися; организовать образовательный процесс в условиях пространственной удаленности субъектов обучения друг от друга; проводить гибкий выбор приемлемого для обучающихся времени и темпа обучения; освоить большие объемы информации через использование с помощью создаваемых личных кабинетов текстов, аудио- и видеоматериалов, вовлечения обучающихся в учебный процесс в рамках определенных образовательных платформ, предоставить доступ обучающихся к отечественным и зарубежным информационным ресурсам, их предварительную информационную подготовку; расширить виды совместной учебной деятельности; повысить качество обратной связи, облегчить мониторинг образовательного процесса и усилить учебную мотивацию; освободить от возможных антипатий, связанных с внешностью и поведением [18]. Наряду с этим ему присущи такие существенные недостатки, как: «отсутствие непосредственного контакта субъектов образова-

тельного процесса, что ограничивает возможности решения воспитательных задач, развития навыков живого общения, устной коммуникации, речевого развития; риски возникновения игровой зависимости, ухудшения зрения, воздействия электромагнитного излучения, развития цифрового слабоумия, снижения умственных и креативных способностей, способностей воспринимать большие тексты» [18].

В отечественной и зарубежной научной и образовательной среде в последние годы активно обсуждается смешанное обучение [19, 20]. Технология смешанного обучения (blended learning) позволяет учителю использовать неограниченный арсенал методов, методик и средств, чтобы всячески улучшать и расширять возможности для обучения в XXI веке [21].

Предполагается, что «использование высокого дидактического потенциала дистанционной формы обучения с одновременным преодолением присущих ей недостатков возможно при разработке и внедрении смешанной модели организации образовательного процесса» [18], реализуемой посредством применения электронных образовательных ресурсов, интеграции опыта традиционного обучения детей учителем и обучения в режиме онлайн [14, 22].

В отличие от многих других педагогических технологий, смешанное обучение складывалось во многом стихийно, благодаря стремлению творчески мыслящих педагогов реализовать в процессе преподавания учебных дисциплин дидактический потенциал возникающих в современном мире информационных технологий. Сложившаяся педагогическая ситуация с неоднозначностью понимания сути и содержания смешанного обучения приводит к возникновению трудностей при разработке и реализации смешанного обучения в педагогической практике. В связи с этим можно говорить о существовании противоречия между необходимостью применения цифровых технологий в единстве с традиционными педагогическими технологиями, с одной стороны, и наблюдаемой в практике низкой педагогической эффективностью их использования в рамках смешанного обучения – с другой. Это обуславливает практическую актуальность решения проблемы повышения эффективности обучения современных школьников на основе реализации смешанного обучения.

Раскрытием сущности и содержания феномена «смешанное обучение» и педагогических условий его успешной реализации в образовательном процессе преимущественно занимались зарубежные ученые,

такие как Donald Clark [23] Purnima Valiathan [24], R. Allison, V.F. Rebecca [25]. Среди российских ученых вопросам смешанного обучения посвящены исследования Ю.И. Капустина [26], М.Н. Моховой [22]. К существенным признакам смешанного обучения как педагогической системы большинства отечественных [14, 21, 22] и зарубежных [23, 24, 25] ученых и специалистов относят: сочетание традиционного очного обучения и электронного дистанционного обучения с использованием Интернета, где одна образовательная модель компенсирует недостатки другой, и ведущим выступает сотрудничество «лицом к лицу»; самостоятельный контроль обучающимся пути, времени, места, темпа и траектории обучения; активное участие учащегося в различных формах сопровождения процесса обучения: планирование, освоение и усвоение учебного материала; применение знаний в практической деятельности; рефлексия в виде контроля, оценивания. Подчеркивается, что «качественное своеобразие смешанного обучения заключается не в уникальности присущих ему отдельных признаков. Его следует рассматривать как целостную, системно организованную педагогическую систему, которая характеризуется качественным своеобразием содержания обучения, средств, методов и форм организации процесса его освоения и усвоения обучающимися» [18].

В последние годы предлагаются научно обоснованные полноценные дополнения общеобразовательных программ посредством внедрения смешанных программ обучения, рассмотрены необходимость и особенности интеграции традиционного очного и онлайн- и офлайн-обучения, изучаются ресурсный и здоровьесберегающий аспекты смешанного обучения [27], анализируются мотивационно-психологические, технологические, педагогические и организационные трудности, связанные с осуществлением смешанного обучения [28].

Особенности реализации смешанного обучения в общеобразовательной школе были предметом исследований Н.В. Андреевой [29], Е.К. Васина [14], Т.В. Долговой [30]. Изучены достоинства и недостатки смешанного обучения [31, 32], разработаны и апробированы такие модели смешанного обучения, как «Ротация станций» и «Перевернутый класс» [33, 34], определены изменения в деятельности учителя при смешанном обучении [35, 36], выявлены особенности создания и функционирования электронной информационно-образовательной среды для реализации смешанного обучения в школе [37].

Необходимо отметить, что внимание исследователей и специалистов преимуще-

ственно акцентировалось на поиске средств и методов организации смешанного обучения для достижения высоких предметных результатов по отдельным учебным дисциплинам. Менее исследованы возможности смешанного обучения как формы организации учебного процесса, обеспечивающего достижение метапредметных образовательных результатов.

Наряду с этим исследователи отмечают, что обучающиеся и учителя испытывают трудности с организацией собственной учебной деятельности в реальном и виртуальном пространстве, в синхронном и асинхронном форматах обучения. Возникают сложности при постановке целей и планировании и организации учебно-познавательной деятельности, контроле, корректировке и оценивании качества освоения учебного материала и метапредметных образовательных результатов в виде универсальных учебных действий. Одной из причин возникновения в педагогической практике данной ситуации является отставание педагогической науки от запросов современной школы, которая, обретя возможности материально-технического и программного обеспечения цифровизации образовательного процесса, не знает, как эффективно распорядиться этими ресурсами.

Во ФГОС ООО 2021 г. [38] метапредметные результаты освоения основной образовательной программы систематизированы, сгруппированы по трем направлениям: познавательные, коммуникативные, регулятивные универсальные учебные действия. Смешанное обучение как форма организации учебного процесса обладает богатым дидактическим потенциалом для формирования у обучающихся способности к саморегуляции своей учебно-познавательной активности, включая действия целеполагания, планирования, самоконтроля, самооценивания, самокоррекции. Применение активных методов обучения в организации учебно-познавательной деятельности на уроках, предметом которой выступают усвоенные в ходе онлайн-обучения знания, создает благоприятные возможности для развития познавательных универсальных учебных действий. В процессе обучения дети постоянно общаются между собой, что способствует формированию универсальных коммуникативных действий.

В учебном пособии А.Г. Асмолова с соавторами [39] раскрываются положения реализации системно-деятельностного подхода к формированию универсальных учебных действий учащихся, которые можно рассматривать как методологические ориентиры организации смешанного обучения

современных школьников. Е.А. Корниловой [40] рассмотрены возможности реализации системно-деятельностного подхода с применением смешанного обучения. В отдельных работах рассматривался образовательный потенциал смешанного обучения в решении задач формирования навыков проектной и исследовательской деятельности обучающихся [41], в развитии познавательных действий по работе с учебной информацией [42], в развитии универсальных учебных действий обучающихся в условиях смешанного обучения на основе модели «перевернутый класс» [43], в развитии регулятивных универсальных учебных действий на уроках математики [44], в формировании метапредметных результатов при реализации общеобразовательной подготовки [45]. К сожалению, следует констатировать, что многие аспекты проблемы формирования универсальных учебных действий у школьников с использованием потенциала смешанного обучения остаются недостаточно исследованными, что создает трудности его успешного применения в образовательном процессе как для учителей, так и для самих обучающихся. Это не только проявляется в низком уровне метапредметных результатов процесса обучения, «умении учиться», но и отражается на его предметных результатах.

Необходимость разрешения объективно существующего противоречия между высоким потенциалом применения смешанного обучения в достижении предметных и метапредметных образовательных результатов, с одной стороны, и недостаточной научной разработанностью педагогических условий его реализации в основной общеобразовательной школе – с другой, обуславливают научную актуальность проблемы, суть которой заключается в поиске ответа на вопрос: как организовать смешанное обучение обучающихся основной общеобразовательной школы, чтобы повысить его эффективность?

На основе реферативного обзора литературных данных мы предположили, что решение этой проблемы возможно при реализации комплекса педагогических условий.

1. Смоделировать смешанное обучение в виде целостной педагогической системы с выделением структурных (цель, задачи, планируемые предметные и метапредметные результаты, содержание, субъекты образовательного процесса: учитель и обучающиеся) и функциональных (средства, методы и формы организации учебно-познавательной деятельности обучающихся) компонентов.

2. Определить методологические положения, педагогические принципы и качествен-

ное своеобразие их реализации в функционировании системы смешанного обучения.

3. Структурировать предметное содержание обучения по модулям и учебным элементам и определить предметные и метапредметные результаты их освоения.

4. Распределить содержание модулей и учебных элементов для изучения на уроке и онлайн-обучения с учетом их дидактического потенциала, сложности и трудности учебного материала, планируемых предметных и метапредметных результатов.

5. Обеспечить уровень информационно-коммуникативной компетентности обучающихся и учителя, достаточный для эффективного участия в смешанном обучении.

6. Создать банк цифровых образовательных ресурсов для организации самостоятельной учебно-познавательной деятельности обучающихся и распределить его содержание в соответствии с модулями и учебными элементами.

7. Разработать комплексы учебных и тестовых заданий для организации самостоятельной учебно-познавательной деятельности обучающихся в соответствии с модулями и учебными элементами.

8. Организовать учебно-познавательную деятельность обучающихся на уроке с использованием активных методов обучения.

9. Использовать систему рейтингового контроля и оценивания предметных результатов обучения на основе автоматизированного тестирования.

Заключение

Осуществленные нами анализ и обобщение законодательных, нормативно-правовых документов, научно-методической литературы свидетельствуют о существовании противоречий: между сформулированной в них задачей создания и внедрения цифровых технологий в педагогический процесс образовательной школы и недостаточно широко и эффективным их применением в педагогической практике; между необходимостью применения цифровых технологий в единстве с традиционными педагогическими технологиями и наблюдаемой в практике низкой педагогической эффективностью их использования в рамках смешанного обучения; между высоким дидактическим потенциалом смешанного обучения и недостаточной научной разработанностью педагогических условий его успешной реализации в основной общеобразовательной школе. Необходимость разрешения этих противоречий определяет социально-практическую и научную актуальность решения проблемы эффективного применения смешанного обучения школь-

ников эффективной реализации в основной общеобразовательной школе. На основе реферативного обзора литературных источников мы выделили комплекс педагогических условий решения этой проблемы: смоделировать смешанное обучение в виде целостной педагогической системы с выделением структурных и функциональных компонентов; определить методологические положения, педагогические принципы и качественное своеобразие их реализации в функционировании системы смешанного обучения; структурировать предметное содержание обучения по модулям и учебным элементам и определить предметные и метапредметные результаты их освоения; распределить содержание модулей и учебных элементов для изучения на уроке и онлайн-обучения с учетом их дидактического потенциала, сложности и трудности учебного материала, планируемых предметных и метапредметных результатов; обеспечить уровень информационно-коммуникативной компетентности обучающихся и учителя, достаточный для эффективного участия в смешанном обучении; создать банк цифровых образовательных ресурсов и распределить его содержание в соответствии с модулями и учебными элементами; разработать комплексы учебных и тестовых заданий для организации самостоятельной учебно-познавательной деятельности обучающихся в соответствии с модулями и учебными элементами; организовать учебно-познавательную деятельность обучающихся на уроке с использованием активных методов обучения; использовать систему рейтингового контроля и оценивания предметных результатов обучения на основе автоматизированного тестирования.

Список литературы

1. Джеймс Манийка и Майкл Чуй. Гипермасштабные вызовы цифровой эры // The Financial Times. 13 августа 2014. 34 с.
2. Sergis S., Sampson D.G., Giannakos M. Enhancing Student Digital Skills: Adopting an Ecosystemic School Analytics Approach // Proceedings of IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies. ICALT 2017. 2017. P. 21–25.
3. Российский учебник [Электронный ресурс]. URL: <https://rosuchebnik.ru/material/tsifrovaya-shkola-tsifrovaya-sreda-i-tsifrovoepokolenie-est-li-im-mes/> (дата обращения: 12.05.2023).
4. Бехманн Г. Современное общество: общество риска, информационное общество, общество знаний. М.: Логос, 2014. 248 с.
5. Кондакова А.М., Костылева А.А. Цифровое образование: от школы для всех к школе для каждого // Вестник РУДН. Серия: Информатизация образования. 2019. Т. 1, № 4. С. 295-307.
6. Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании. Среднесрочная стратегия на 2008-2013 гг. [Электронный ресурс]. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001904/190434r.pdf> (дата обращения: 25.02.2023).

7. Матненко А.С. Приоритетные национальные проекты и бюджетная деятельность государства. Омск: Русь, 2007. 142 с.
8. Об образовании в Российской Федерации: Федеральный Закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ. [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2012/12/30/obrazovanie-dok.html> (дата обращения: 10.03.2023).
9. Национальная программа «Цифровая экономика». [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/3b1AsVA1v3VziZip5VzAY8RTcLEbdCct.pdf> (дата обращения: 12.01.2023).
10. Приоритетный национальный проект «Образование». [Электронный ресурс]. URL: <https://strategy24.ru/rf/projects/project/view?slug=natsional-nuy-proyektobrazovaniye&category=education> (дата обращения: 12.01.2023).
11. Национальная доктрина образования в Российской Федерации на период до 2025 года [Электронный ресурс]. URL: <http://www.zakonprost.ru/content/base/part/231200> (дата обращения: 18.06.2023).
12. Цифровая школа России [Электронный ресурс]. URL: <https://цифроваяшкола.рф/blog/o-prioritetnom-proekte-cifrovay-shkola-1> (дата обращения: 12.04.2023).
13. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. Утвержден Приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 31 мая 2021 г. № 287.
14. Васин Е.К. Смешанное обучение на основе информационных технологий как форма реализации учебного процесса в общеобразовательной школе // Вестник Тамбовского университета. 2016. Т. 21. С. 33-41.
15. Роберт И.В. Современные информационные технологии в образовании. Дидактические проблемы и перспективы использования. М.: ИИО РАО, 2010. 140 с.
16. Gikas J., Grant M. Mobile computing devices in higher education: Student perspectives on learning with cellphones, smartphones & social media // The Internet and Higher Education. 2013. № 19. P. 18–26.
17. Newman D. Top 6 digital transformation trends in education [Электронный ресурс]. URL: <https://www.forbes.com/sites/danielnewman> (дата обращения: 07.04.2023).
18. Драндров Д.А., Драндров Г.Л. Плюсы и минусы дистанционного обучения // Современные проблемы науки и образования. 2022. № 3. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=31756> (дата обращения: 04.06.2023). DOI 10.17513/sprno.31756.
19. Скурихина Ю.А. Информационно-образовательная среда образовательной организации: от технических средств к педагогической технологии. Информационная образовательная среда образовательной организации как ресурс совершенствования технологий реализации ФГОС: материалы Межрегиональной научно-практической конференции. (г. Липецк, 14 сентября 2017 г.). Липецк: ГАУДПО ЛО «ИРО», 2017. С. 13-16.
20. Гураков А.В. Технологии электронного обучения: учебное пособие. Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. 68 с.
21. Лавшук Е.А. Применение технологии смешанного обучения (Blended learning) при обучении иностранному языку в школе // Преподаватель года 2021. 2021. С. 310-319.
22. Мохова М.Н. Активные методы в смешанном обучении в системе дополнительного педагогического образования: дис. ... канд. пед. наук. М., 2005. 33 с.
23. Clark, D. Blended Learning: An Epic White Paper // Epic Group plc. 2003. 44 с. [Электронный ресурс] URL: <http://www.alapitvany.oktopusz.hu/domain9/files/modules/module15/261489EC2324A25.pdf>. (дата обращения: 15.04.2023).
24. Purnima V. Blended Learning Models [Электронный ресурс]. URL: <http://www.learningcircuits.org/2002/valiathan.html> (дата обращения: 08.05.2023).
25. Allison R., Rebecca V.F. Возможности смешанного обучения // American Management Association. Copyright, 2006.
26. Капустина Ю.И. Педагогические и организационные условия эффективного сочетания очного обучения и применения технологий дистанционного образования: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. Москва, 2005. 43 с.
27. Морозов А.В., Терещенко, А.Ю. Необходимость и особенности интеграции дополнительных образовательных ресурсов средней школы // Информатизация образования – 2017: сб. материалов Международной научно-практической конференции. Чебоксары: ЧГПУ, 2017. С. 205–209.
28. Терещенко А.Ю. Изменение роли учащегося в современном образовательном процессе // Ученые записки ИУО РАО. 2017. № 1 (61). С. 155–157.
29. Андреева Н.В. Особенности организации смешанного обучения в школе // Электронное обучение в непрерывном образовании. 2015. № 1-1. С. 425-429.
30. Долгова Т.В. Смешанное обучение – инновация XXI века // Интерактивное образование. 2017. № 5. С. 2-8.
31. Логинова А.В. Смешанное обучение: преимущества, ограничения и опасения // Молодой учёный. 2015. № 7. URL: <http://www.moluch.ru/archive/87/16877/> (дата обращения: 15.04.2023).
32. Шульгина Ю.В. Ротация станций как инновационная образовательная модель смешанного обучения: преимущества и недостатки / Вопросы методики преподавания: от классической системы к смешанному обучению: сборник научных трудов международной научно-практической конференции (Москва, 15 мая 2021 г.). М., 2021. С. 164–171.
33. Андреева Н.В., Рождественская Л.В., Ярмахов Б.Б. Смешанное обучение: основные модели // Шаг в смешанное обучение. М.: Рыбаков фонд, 2016. С. 25–30.
34. Васильева Ю.С. Смешанное обучение: модели и реальные практики // Открытое и дистанционное образование. 2019. № 1 (73). С. 22-31.
35. Давлатова М.А. Как меняется деятельность учителя при проектировании урока в рамках смешанного обучения? // Отечественная и зарубежная педагогика. 2021. Т. 1, № 5 (78). С. 124–140.
36. Медведева М.С. Формирование готовности будущих учителей к работе в условиях смешанного обучения: дис. ... канд. пед. наук. Нижний Новгород, 2015. 94 с.
37. Зубова В.В. К вопросу об определении понятия электронной информационно-образовательной среды // Среднее профессиональное образование. 2019. № 10. С. 35-38.
38. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утв. приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 31 мая 2021 г. № 287) [Электронный ресурс]. URL: <https://fgosreestr.ru/uploads/files/238eb2e61e443460b65a83a2242abd57.pdf> (дата обращения: 15.04.2023).
39. Асмолов А.Г. Формирование УУД в основной школе: от действия к мысли. Система заданий: пособие для учителя. М.: Просвещение, 2010. 159 с.
40. Корнилова Е.А. Смешанное обучение как средство реализации системно-деятельностного подхода в школе // Вестник МГОУ. Серия: Педагогика. 2016. № 4. С. 110-118.
41. Любомирская Н.В., Рудик Е.Л., Хоченкова Т.Е. Смешанное обучение как механизм формирования навыков проектной и исследовательской деятельности учащихся // Исследователь. 2019. № 3. С. 165–180.
42. Дербуш М.В. Развитие познавательных действий по работе с учебной информацией в условиях смешанного обучения математике // Познание и деятельность: от прошлого к настоящему. 2022. С. 88-91.
43. Любомирская Н.В., Рудик Е.Л., Хоченкова Т.Е. Теория и практика внедрения смешанного обучения в деятельность школы [Электронный ресурс]. URL: <https://inf4orok.ru/teoriya-i-praktika-vnedreniya-smeshannogo-obucheniya-v-shkole-4682360.html>. (дата обращения: 10.07.2023).
44. Фисенко Т.П. Возможности смешанного обучения математике для развития регулятивных универсальных учебных действий обучающихся // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. 2021. Т. 10, № 3. С. 50–58.
45. Филиппова М.А. Смешанное обучение как условие формирования метапредметных результатов при реализации общеобразовательной подготовки в рамках ФГОС СПО // Специфика педагогического образования в регионах России. 2022. №1 (15). С. 40-42.

УДК 372.881.161.1:378
DOI 10.17513/snt.39784

ПРЕПОДАВАНИЕ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО СТУДЕНТАМ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ ПОДГОТОВКИ: ТРАДИЦИИ И НОВАЦИИ

Смелкова И.Ю.

*ФГКВОВ ВПО «Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного»,
Санкт-Петербург, e-mail: ingastudy@gmail.com*

Предмет данного исследования – традиционные и инновационные решения в преподавании русского языка как иностранного для специальных целей в аудитории иностранных обучающихся. В настоящей статье предпринимается попытка обобщить опыт преподавания профессионально ориентированного блока русского языка как иностранного иностранным обучающимся экономических профилей подготовки на современном этапе. Материалами исследования выступают научные публикации по вопросу, изданные за последнее десятилетие. В работе автором формулируются выводы о современном состоянии теории и методики обучения русскому языку как иностранному инофонов, проходящих подготовку в российских вузах и осваивающих программы экономических специальностей. В результате проведенного анализа автором статьи обозначаются приоритетные направления иноязычного образования иностранных студентов – будущих экономистов, определяется перечень компетенций, формируемых в процессе работы в аудитории иностранных обучающихся по русскому языку для специальных целей, выявляется круг педагогических технологий, обладающих эффективностью при развитии основных учебно-профессиональных компетенций будущих экономистов. Проведенный анализ показывает, что на современном этапе в практике преподавания РКИ иностранным студентам экономических профилей педагогическое сообщество тяготеет к инноватике, которая проникает в сферу развития коммуникативной компетенции будущих иностранных специалистов, расширяются инструменты создания учебных пособий и терминологических словарей. В заключение автором обозначаются приоритетные направления методики преподавания русского языка как иностранного будущим экономистам.

Ключевые слова: профессионально ориентированное иноязычное обучение, методика преподавания русского языка как иностранного, педагогические технологии, экономические профили подготовки, иностранные студенты, русский язык как иностранный

TEACHING RUSSIAN AS A FOREIGN LANGUAGE TO STUDENTS OF ECONOMIC TRAINING PROFILES: TRADITIONS AND INNOVATIONS

Smelkova I.Yu.

*Military Telecommunications Academy named after Marshal of the Soviet Union S.M. Budyonny,
Saint Petersburg, e-mail: ingastudy@gmail.com*

The subject of study is traditional and innovative solutions in teaching Russian as a foreign language for special purposes in audience of foreign students. This article attempts to generalize the experience of teaching a professionally oriented block of Russian as a foreign language to foreign students of economic profiles of training at the present stage. The research materials are scientific publications on the issue published over the past decade. In the work, the author formulates conclusions about the current state of the theory and methodology of teaching Russian as a foreign language to foreigners who are trained in Russian universities and mastering the programs of economic specialties. As a result of the analysis, the author of the article identifies the priority areas of foreign language education for foreign students-future economists, determines the list of competencies that are formed in the process of working in the classroom of foreign students in Russian for special purposes, identifies a range of pedagogical technologies that are effective in the development of basic educational and professional competencies future economists. The analysis shows that at the present stage in the practice of teaching Russian as a foreign language to foreign students of economic profiles, the pedagogical community gravitates towards innovation, which penetrates the sphere of development of the communicative competence of future foreign specialists, tools for creating textbooks and terminological dictionaries are expanding. In the conclusion of work, the author identifies the priority areas of methodology of teaching Russian as a foreign language to future economists.

Keywords: professional-oriented foreign language training, methods of teaching Russian as a foreign language, pedagogical technologies, economic training profiles, foreign students, Russian as foreign language

Преподавание профессионально ориентированного русского языка как иностранного (РКИ) всегда находится в фокусе исследовательского внимания, поскольку от того, насколько сформированы у инофона навыки употребления иностранного языка (ИЯ) для специальных целей, напрямую зависит успешность его обучения в вузе в целом.

Таким образом, дисциплина «Русский язык как иностранный» (РКИ) на сегодняшний день трансформировала свою роль и стала «средством достижения профессиональной реализации личности» [1, с. 103]. Кроме того, изучение профессионально ориентированного блока ИЯ неизбежно сопрягается у студентов с обширным перечнем трудно-

стей, что детерминируется более сложным (по сравнению с общеупотребительными сферами) лексическим и лексико-грамматическим составом речи. Поэтому в научном сообществе проблема поиска эффективных методов и приемов работы в иностранной аудитории, нацеленных на развитие основных компетенций студентов в области употребления РКИ для решения своих профессиональных задач, остается дискуссионной и в настоящее время. Данный факт также обуславливает тенденцию к постоянному пересмотру содержания образования практикующими педагогами с учетом новейших, обладающих плодотворностью форм и способов организации деятельности на занятиях по РКИ, в значительной мере повышающих качество усвоения студентами профессионально ориентированного иностранного языка.

Целью работы оказывается обобщение научно-методического опыта преподавания профессионально ориентированного блока русского языка как иностранного зарубежным студентам экономических профилей вузовской подготовки.

Материалы и методы исследования

Данное исследование базируется на применении таких методов, как анализ, синтез, систематизация, обобщение. Материалами исследования выступают научные и научно-методические публикации, изданные за последнее время и затрагивающие вопросы преподавания русского языка как иностранного обучающимся, прибывшим из-за рубежа и осваивающим программы вузовской подготовки на факультетах экономического профиля.

Результаты исследования и их обсуждение

Несмотря на то, что современная лингводидактика имеет богатый арсенал средств и методов обучения языку специальности, публикации последних лет демонстрируют живой интерес к преподаванию РКИ на экономических профилях подготовки. В частности, исследователями определены компоненты, лежащие «в основе методологии процесса преподавания РКИ иностранным гражданам – студентам экономического профиля». Среди них: лексико-терминологический, морфолого-синтаксический и текстовый [2, с. 179–180].

Лексико-терминологический уровень признается педагогами одним из самых трудных для усвоения инофонами, поскольку для эффективного усвоения профессионально ориентированного блока РКИ недостаточно лишь заучить термины. Работа

с терминологическим аппаратом предполагает детальность и глубину, практику в образовании и анализе словоформ, а также наблюдение за их «коннотативными возможностями», проявляющимися в контекстах, и вывод изучаемых лексем в коммуникацию (например, участие в дискуссиях) [3, с. 98–99]. Такой подход, предложенный в статье Е.В. Лесковой, демонстрирует связь всех компонентов методологии преподавания языка специальности в рамках рассматриваемой дисциплины. Контекст функционирования терминологической единицы, ее коннотативные возможности анализируются обучающимися на материале учебно-профессиональных текстов. Таким образом, реализуется триединство «термин – контекст – текст» (лексико-терминологический уровень, морфолого-синтаксический уровень, текстовый уровень).

Текст в практике преподавания языка специальности выступает в качестве основной единицы обучения. Именно на материале текстов происходит формирование навыков чтения, аудирования, письма и говорения со специальными целями. Согласно исследованию Н.А. Киндря, для иностранных студентов-экономистов актуальны навыки самостоятельного чтения текстов. Обучение такому виду деятельности исследователем подразделяется на несколько этапов, первый из которых – знакомство с текстовым материалом в аудиторное время, второй – самостоятельное чтение, третий – контролирующая аудиторная работа, нацеленная на анализ уровня понимания текста [4, с. 52].

К учебно-научному тексту, призванному выступить в качестве дидактического материала на практическом занятии РКИ по языку специальности, выдвигаются требования, состоящие в его адекватности, во-первых, в содержательном плане, во-вторых, в структурном (связный, логичный), в-третьих, в области соответствия нормам русского языка [5, с. 78]. Не вызывает сомнения то, что в тематическом отношении тексты, отобранные педагогом для анализа в аудитории инофонов, должны раскрывать вопросы экономической сферы знания, а в рамках системы уроков РКИ по языку специальности данные учебно-научные тексты необходимо вводить для изучения с учетом уровня языковой подготовки группы.

Данные устоявшиеся в лингводидактике методические принципы неизменно ложатся в основу создания учебников и учебных пособий по обучению инофонов языку специальности. При составлении учебных пособий, а также реализации стратегии отбора текстов по специальности, кото-

рые отличаются новизной предлагаемой в них информации, а также обладающие актуальностью для формирования профессиональных компетенций будущих экономистов, преподавателю РКИ важна поддержка со стороны коллег – специалистов-предметников, поскольку педагог русского языка как иностранного имеет основную задачу в обучении языку как средству общения (в том числе и в области деловой коммуникации). Поэтому в научно-методическом сообществе остро стоят вопросы организации совместной деятельности специалистов по РКИ и преподавателей профильных дисциплин в повышении качества профессионально ориентированного языкового образования иностранных студентов экономических специальностей. Одним из необходимых аспектов такой деятельности выступают межфакультетские контакты внутри вуза, а «продуктом» такой коллективной работы становятся совместно созданные авторские учебные пособия.

В логике организации занятия по РКИ при обучении языку специальности традиционно выделяются несколько этапов, включающих предтекстовую, текстовую и послетекстовую деятельность. Предтекстовая работа нацелена на снятие лексико-грамматических трудностей иностранных студентов. Текстовый этап занятия связывается с непосредственным чтением материала. Послетекстовая деятельность представляет собой систему упражнений, нацеленную на развитие следующих навыков: работать с новым текстом (строить план, разбивать его на части, находить ключевые слова, производить компрессию, осуществлять пересказ и т.д.); наблюдать за функционированием лексико-грамматических конструкций научной речи (выделять грамматическую основу, трансформировать предложение); выводить изучаемые лексические языковые закономерности в коммуникацию; самостоятельно производить работу с учебно-научным текстом по специальности (в частности, использовать словарь и иную справочную литературу для установления семантики незнакомых слов), в том числе и находящуюся в открытом доступе сети Интернет (одноязычные и многоязычные словари экономических терминов). Инновационным в данном отношении можно считать подход к созданию терминологических словарей и тезаурусов, предложенный Е.А. Яцкевич. Он заключается в использовании потенциала корпусных технологий (анализа больших данных) для достижения целей преподавания языка специальности. Исследователь отмечает целесообразность применения данной

технологии для решения задач учебно-методического плана, оптимизации процесса предъявления иностранным студентам контекстов функционирования термина для осознания ими необходимости точного понимания семантики изучаемой лексики. Анализ больших данных способствует созданию обширного тезауруса по синонимии, антонимии и паронимии специальной лексики [6, с. 44].

Все вышеперечисленное относится, по классификации, предложенной нами ранее, к методологическому компоненту обучения иностранных студентов языку специальности, который находится в тесной взаимосвязи с лексическим и психологическим, которые особенно актуальны на начальных этапах овладения инофонами русским языком как иностранным. Под психологическим компонентом содержания обучения деловой коммуникации на иностранном языке подразумевается использование преподавателем в процессе учебной деятельности «интеллектуальных и эмоционально-выразительных способностей» студентов, совокупность которых ориентирована на достижение коммуникативной цели делового общения на неродном языке. Лексический компонент представляется в качестве инструмента наработки лексического запаса терминов для адекватного восприятия и перевода учебно-профессиональных текстов [7, с. 204–206]. В процессе работы с текстом по специальности обучающиеся овладевают навыками конспектирования, академического аудирования, аннотирования и реферирования научных текстов. Такие форматы деятельности на занятиях по РКИ оказывают иностранным студентам значительную поддержку при освоении профильных вузовских предметов, как на подготовительном этапе, так и на более старших курсах.

Таким образом, текстовая деятельность (предтекстовый, притекстовый и послетекстовый компоненты занятия) призвана не только сформировать прочную лексическую базу по языку специальности, но и предупредить трудности инофонов при погружении в новые академические реалии. Не случайно текстовая деятельность определяется исследователями в качестве ключевой, базовой для развития основных (языковой, лексической, речевой) компетенций иностранных студентов в области языка специальности. Однако в этом кроется основное противоречие, намечающееся в области преподавания профессионального делового общения на ИЯ студентов экономических специальностей. Оно заключается в том, что главенствующее поло-

жение текста как средства обучения возводит его в ранг единственного инструмента в развитии навыков деловой коммуникации на изучаемом языке: составители учебных пособий зачастую ограничиваются лишь текстоцентрическим подходом при создании авторских материалов к урокам РКИ и не используют потенциал аутентичных интернет-ресурсов, видео и аудио [8, с. 85]. Однако следует отметить, что широкое внедрение в практику обучения дистанционных технологий, а также создание вузами цифровых образовательных сред в значительной мере повлияли на характер и содержание рассматриваемой учебной дисциплины. Как справедливо указывают С.С. Хромов, Н.А. Гуляева, И.С. Зеленецкая, информационно-коммуникационные технологии позволяют познакомить студентов «с инновационными формами профессиональной вербальной и невербальной коммуникации», разнообразить образовательный процесс посредством интерактивных методов в преподавании языка специальности, усилить роль наглядности, реализовать смешанную модель обучения [9, с. 15].

К инновационным методам преподавания языка специальности студентам экономических направлений подготовки исследователи также относят использование потенциала медиаресурсов, а также современных педагогических технологий (в частности, кейсовые технологии) [10]. Диссертационное исследование О.И. Амелиной вносит определенный вклад в развитие «неклассических» способов и приемов преподавания РКИ для специальных целей будущим экономистам. Так, диссертантом отмечается потенциал использования в практике обучения инофонов языку специальности медиаресурсов и кейс-технологий, которые могут выступать в интегрированной совокупности. Кейс-технологии обладают особой ценностью в процессе овладения студентами деловой коммуникацией, поскольку позволяют реализовать проблемное обучение на занятии, совершенствуют навыки говорения, так как порождают в аудитории дискуссию, что в свою очередь выступает механизмом развития речемыслительной деятельности, активизации аналитических, практических, творческих и социальных умений иностранных студентов [10, с. 58]. Поликультурная профессионально-коммуникативная компетенция может быть успешно сформирована у инофонов посредством ознакомления их с фрагментами аутентичных художественных фильмов, где в диалогах героев находит свое воплощение обсуждение экономических вопросов. Такого рода материалы особенно

актуальны при работе с фразеологической стороной неофициальной профессионально ориентированной коммуникации, что в значительной мере расширяет представления иностранных студентов о «рече-поведенческих моделях русского делового общения» [11, с. 35].

Источниками аутентичной информации, а также сведений об истории экономической науки в России в практике работы преподавателя РКИ выступают различные открытые ресурсы, находящиеся в сети Интернет (экономические форумы и сайты, образовательные ресурсы по экономике, видеохостинги, авторские подкасты) и т.д. Такого рода материалы позволяют иностранцу не только приобрести ценные в профессиональном плане знания и умения, но и получить представление о России «как части мирового экономического пространства со своими традициями и особенностями» [12, с. 145]. Плодотворность использования газетных статей экономической тематики в качестве методически-аутентичных учебных материалов обосновывается в работе А.Е. Мкртчян. Исследователь выявляет их потенциал при работе с безэквивалентной лексикой, неологизмами, речевыми интенциями экономистов, а актуальность отраженной в таких текстах информации становится плодотворным поводом для ведения дискуссии (развития коммуникативных навыков), нацеленной на выведение в свободное профессионально ориентированное общение изученных терминологических единиц [13, с. 125]. Здесь особенно ценно замечание Н.В. Баско о том, что в профессионально ориентированный блок содержания дисциплины необходимо включать не только ознакомление со специальными экономическими терминами, но и лексемы, которые употребляются экономистами (бизнесменами, менеджерами и т.д.) в ситуациях «неформального» делового общения [14, с. 89]. Они также не должны быть игнорированы преподавателем РКИ: знакомство с данной категорией лексики и фразеологии необходимо производить параллельно с изучением базовой «официальной» терминологии (предлагать в качестве синонимов).

Аутентичные материалы также выступают базой для реализации на занятиях РКИ квест-технологии. Внедрение в практику работы цифровых и информационно-коммуникационных инструментов обучения позволило перенести образовательные квесты в виртуальное пространство (веб-квесты). Технология веб-квестов предполагает групповую форму деятельности, ознакомление с интернет-ресурсами по заданной тематике, а также коллективное об-

суждение найденных в процессе работы с ИКТ сведений, их анализ и презентацию [15, с. 61]. Симптоматично, что такой подход плодотворен для тех студентов, которые уже владеют РКИ на продвинутом уровне, имеют богатый лексический запас. Технология веб-квестов позволяет развивать коммуникативные умения обучающихся, навыки работы в команде, обращения с компьютером и в прямом смысле этого слова «примерить» на себя роль специалиста, чему способствует технология моделирования ситуаций профессионального общения.

Заключение

Таким образом, последние публикации исследователей и практикующих педагогов РКИ показывают, что в настоящее время активно обсуждаются вопросы организации деятельности студентов – будущих экономистов в процессе освоения ими русского языка как иностранного для специальных целей.

Одной из современных тенденций в сфере профессионально ориентированного иноязычного обучения становится внедрение информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Это позволяет преподавателям расширять аутентичный дидактический материал в рамках практических занятий, разнообразить образовательный процесс. В методологическом плане традиционным, но актуальным на сегодняшний день остается аспект базированности обучения языку специальности на принципах текстоцентризма, однако применение ИКТ, а также создание в университетах цифровых и виртуальных образовательных сред в значительной мере расширяет форматы представления текстовой информации. Данный подход находит свою реализацию и в практике составления электронных учебных пособий для иностранных студентов экономических специальностей, которые призваны объединить в себе и подчинить целям обучения разные способы подачи материала, а также внести в тело учебного пособия семантизирующие средства (словарь, всплывающие окна справочного характера) и дополнительные ссылки на интернет-ресурсы, призванные расширить знаниевый багаж иностранных студентов – будущих экономистов в области избранной ими профессии. Современные цифровые инструменты демонстрируют обширный потенциал в практике создания учебных словарей по языку специальности, обогащая их разнообразием контекстов функционирования терминов, собранных посредством корпусных технологий и анализа больших данных.

Поэтому следует резюмировать, что преподавание языка специальности на се-

годняшний день обнаруживает двоякую тенденцию, заключающуюся, с одной стороны, в сохранении методологических основ формирования компетенций в рамках профессионально ориентированного обучения (текстоцентричность иноязычного образования, системный и деятельностный подходы, принципы постепенного нарастания сложности, последовательности, учет уровневости иноязычного образования, степени языковой подготовки иностранных граждан и т. д.), а с другой стороны – характеризуется стремлением педагогов к расширению дидактического и методического арсенала средств развития навыков инофонов в области языка специальности. Современные педагогические технологии (кейсовые и дискуссионные технологии, проблемное обучение, моделирование ситуаций общения, веб-квесты и т. д.) в совокупности с применением ИКТ и внедрением в учебный процесс большой доли неадаптированных материалов позволяют педагогам реализовывать задачи по развитию языковой, коммуникативной и, что важно, социокультурной профессиональных компетенций будущих экономистов. Глубокую степень освещенности получают аспекты развития поликультурной профессионально-коммуникативной компетенции. Следовательно, обучение деловому общению с учетом принципов межкультурной коммуникации (развитие межкультурной учебно-профессиональной компетенции) выступает одной из наиболее приоритетных и не в полной мере разработанных проблем современной лингводидактики. Кроме того, в качестве перспективных аспектов рассмотрения лингводидактической науки остаются вопросы, связанные с контрольно-оценочной системой степени овладения иностранными студентами учебно-профессиональными иноязычными компетенциями, а также открытой является проблема обогащения методологии развития коммуникативных умений инофонов, что связано с недостаточностью их практического применения русского языка в среде носителей, обнаруживающих схожую профессиональную принадлежность.

Список литературы

1. Евтушенко С.Я. Эффективные методы обучения при формировании речевых компетенций на примере языка специальности (экономическое направление) // Вестник Кемеровского государственного университета. 2015. № 1–2 (61). С. 102–105.
2. Савин К.С. Проблемы и пути решения вопросов преподавания русского языка как иностранного в процессе изучения экономических дисциплин // Балтийский гуманитарный журнал. 2017. Т. 6, № 2 (19). С. 179–180.

3. Лескова Е.В. Особенности обучения языку специальности на занятиях по РКИ со студентами экономического профиля // Известия Балтийской государственной академии рыбопромышленного флота: психолого-педагогические науки. 2021. № 1 (55). С. 98–102. DOI: 10.46845/2071-5331-2021-1-55-98-102.
4. Киндря Н.А. Подготовка иностранных учащихся к самостоятельному чтению литературы по специальности (экономический профиль) // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. 2018. № 05/2. С. 51–53.
5. Евтушенко С.Я. Работа с учебно-научным текстом экономического профиля на занятиях по русскому языку как иностранному // Проблемы современного педагогического образования. 2021. № 72–1. С. 77–80.
6. Яцевич Е.А. Верификация лексического материала на основе данных корпуса при обучении иноязычных студентов специальности // Humanitarian and Socio-Economic Sciences Journal. 2019. № 2 (13). С. 41–49. DOI: 10.31219/osf.io/e5kcm.
7. Смелкова И.Ю. Основные компоненты содержания обучения научному стилю речи иностранных предбакалавров-экономистов на этапе предвузовской подготовки // Вопросы педагогики. 2020. № 10–1. С. 203–206.
8. Романова Н.Н., Амелина И.О. Лингводидактические основы курса русского языка делового общения и его учебно-методическое обеспечение в системе обучения иностранных студентов-экономистов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Лингвистика и педагогика. 2015. № 1 (14). С. 81–88.
9. Хромов С.С., Гуляева Н.А., Зеленецкая И.С. Интеграция информационно-коммуникативных средств в процесс обучения языку специальности иностранных студентов в экономическом университете // Статистика и экономика. 2015. № 2. С. 8–15.
10. Амелина О.И. Интегративная модель обучения иностранных студентов русской деловой коммуникации на основе кейс-технологии и медиаресурсов (направление «Экономика», уровни В1–В2): дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2018. 266 с.
11. Романова Н.Н., Амелина И.О. Лексико-фразеологические особенности деловой речи в аспекте обучения студентов-экономистов русскому языку как иностранному // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Вопросы образования: языки и специальность. 2015. № 1. С. 31–37.
12. Харитонова О.В., Асонова Г.А. Профессионально ориентированный модуль экономической сферы деятельности: упражнения, задания, методика отработки // Вестник Тульского государственного университета. Серия: Современные образовательные технологии в преподавании естественнонаучных дисциплин. 2019. № 1 (18). С. 141–146.
13. Мкртчян А.Е. Аутентичный текст как средство развития коммуникативной компетенции на уроках РКИ в экономическом вузе // Endless Light in Science. 2023. № 1–1. С. 122–125. DOI: 10.24412/2709-1201-2023-122-125.
14. Баско Н.В. Учебный словарь по языку специальности: специфика и роль в обучении иностранных студентов // Art Logos. 2019. № 1 (6). С. 84–93.
15. Вавулина А.В., Николенко Е.Ю. Использование технологии веб-квест при обучении РКИ на разных этапах обучения // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Серия: Филологические науки. 2017. Т. 3 (69), № 4. С. 52–66.