



ИД «Академия Естествознания»

**СОВРЕМЕННЫЕ
НАУКОЕМКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

Научный журнал

№ 8 2023



**MODERN
HIGH
TECHNOLOGIES**

Scientific journal

No. 8 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. Айдосов А. (Алматы); д.г.м.н., проф. Алексеев С.В. (Иркутск); д.х.н., проф. Алоев В.З. (Нальчик); д.т.н., доцент, Аршинский Л.В. (Иркутск); д.т.н., проф. Ахтулов А.Л. (Омск); д.т.н., проф. Баёв А.С. (Санкт-Петербург); д.т.н., проф. Баубеков С.Д. (Тараз); д.т.н., проф. 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, Бобькина 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. Горбаток 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. Дюлятовский 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, Загреский О.И. (Томск); д.т.н., проф. Ибраев И.К. (Караганда); д.т.н., проф. Иванова Г.С. (Москва); д.х.н., проф. Ивашкевич А.Н. (Москва); д.ф.-м.н., проф. Ижугкин В.С. (Москва); д.т.н., проф. Калмыков И.А. (Ставрополь); д.п.н., проф. Качалова Л.П. (Шадринск); д.псх.н., доцент, Кибальченко И.А. (Таганрог); д.п.н., проф. Клемантович И.П. (Москва); д.п.н., проф. Козлов О.А. (Москва); д.т.н., проф. Козлов А.М. (Липецк); д.т.н., доцент, Козловский В.Н. (Самара); д.т.н., доцент, Красновский А.Н. (Москва); д.т.н., проф. Крупенин В.Л. (Москва); д.т.н., проф. Кузьякина В.В. (Владивосток); д.т.н., доцент, Кузьяков О.Н. (Тюмень); д.т.н., проф. Куликовская И.Э. (Ростов-на-Дону); д.т.н., проф. Лавров Е.А. (Суми); д.т.н., доцент, Ландэ Д.В. (Киев); д.т.н., проф. Леонтьев Л.Б. (Владивосток); д.ф.-м.н., доцент, Ломазов В.А. (Белгород); д.т.н., проф. Ломакина Л.С. (Нижний Новгород); д.т.н., проф. Лубенцов В.Ф. (Краснодар); д.т.н., проф. Мадера А.Г. (Москва); д.т.н., проф. Макаров В.Ф. (Пермь); д.п.н., проф. Марков К.К. (Иркутск); д.п.н., проф. Матис В.И. (Барнаул); д.г.м.н., проф. Мельников А.И. (Иркутск); д.п.н., проф. Микерова Г.Ж. (Краснодар); д.п.н., проф. Моисеева Л.В. (Екатеринбург); д.т.н., проф. Мурашкина Т.И. (Пенза); д.т.н., проф. Мусаев В.К. (Москва); д.т.н., проф. Надеждин Е.Н. (Тула); д.ф.-м.н., проф. Никонов Э.Г. (Дубна); д.т.н., проф. Носенко В.А. (Волгоград); д.т.н., проф. Осипов Г.С. (Южно-Сахалинск); д.т.н., проф. Пен 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. Пузряков А.Ф. (Москва); д.п.н., проф. Рахимбаева И.Э. (Саратов); д.п.н., проф. Резанович И.В. (Челябинск); д.т.н., проф. Рогачев А.Ф. (Волгоград); д.т.н., проф. Рогов В.А. (Москва); д.т.н., проф. Санинский В.А. (Волжский); д.т.н., проф. Сердобинцев Ю.П. (Волгоградский); д.э.н., проф. Сихимбаев М.Р. (Караганда); д.т.н., проф. Скрышник О.Н. (Иркутск); д.п.н., проф. Собянин Ф.И. (Белгород); д.т.н., проф. Страбыкин Д.А. (Киров); д.т.н., проф. Сугак Е.В. (Красноярск); д.ф.-м.н., проф. Тактаров Н.Г. (Саранск); д.п.н., доцент, Тутолмин А.В. (Глазов); д.т.н., проф. Умбетов У.У. (Кызылорда); д.м.н., проф. Фесенко Ю.А. (Санкт-Петербург); д.п.н., проф. Хола Л.Д. (Нерюнгри); д.т.н., проф. Часовских В.П. (Екатеринбург); д.т.н., проф. Ченцов С.В. (Красноярск); д.т.н., проф. Червяков Н.И. (Ставрополь); д.т.н., проф. Шалунов А.С. (Ковров); д.т.н., проф. Шарифеев И.Ш. (Казань); д.т.н., проф. Шишков В.А. (Самара); д.т.н., проф. 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	31.08.2023	Дата выхода номера	29.09.2023
Формат	60x90 1/8	Усл. печ. л.	25,5
Тираж	1000 экз.	Заказ	СНТ 2023/8

Распространяется по свободной цене

Подписной индекс в электронном каталоге «Почта России»: ПА037

© ООО ИД «Академия Естествознания»

Modern high technologies

Scientific journal

The journal has been published since 2003.

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

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

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

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

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

CHIEF EDITOR

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

Technical editor

Doronkina E.N.

EXECUTIVE SECRETARY

Bizenkova Maria Nikolaevna, Cand. Sci. (Medical)

Corrector

Galenkina E.S.,

EDITORIAL BOARD

Dudkina N.A.

D.Sc., Prof. A. Aidosov (Almaty); D.Sc., Prof. S.V. Alekseev (Irkutsk); D.Sc., Prof. V.Z. Alov (Nalchik); D.Sc., Docent L.V. Arshinsky (Irkutsk); D.Sc., Prof. A.L. Akhtulov (Omsk); D.Sc., Prof. A.S. Bajov (St. Petersburg); D.Sc., Prof. S.D. Baubekov (Taraz); D.Sc., Prof. M.M. Bezzubtseva (St. Petersburg); D.Sc., Prof. N.P. Bezrukova (Krasnoyarsk); D.Sc., Docent V.V. 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. Sobyenin F.I. (Belgorod); D.Sc., Prof. Strabykin D.A. (Kirov); D.Sc., Prof. Sugak E.V. (Krasnoyarsk); D.Sc., Prof. N.G. Taktarov (Saratov); D.Sc., Docent A.V. Tutolmin (Glazov); D.Sc., Prof. U.U. Umbetov (Kyzylorda); D.Sc., Prof. Fesenko Y.A. (St. Petersburg); D.Sc., Prof. Khoda L.D. (Neryungri); D.Sc., Prof. Chasovskikh V.P. (Ekaterinburg); D.Sc., Prof. Chentsov S.V. (Krasnoyarsk); D.Sc., Prof. Chervikov N.I. (Stavropol); D.Sc., Prof. A.G. Shchipsyn (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	31.08.2023	Number issue date	29.09.2023
Format	60x90 1/8	Conditionally printed sheets	25,5
Circulation	1000 copies	Order	CHT 2023/8

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

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОТБОРА ИНФОРМАТИВНЫХ РЕГРЕССОРОВ В ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ В ВИДЕ ЗАДАЧИ ЧАСТИЧНО-БУЛЕВОГО ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ НА КОЭФФИЦИЕНТЫ ИНТЕРКОРРЕЛЯЦИЙ <i>Базилевский М.П.</i>	10
УНИВЕРСАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВИБРОПРИВОДАМИ <i>Гусейнов Р.А., Гудратли И.Р.</i>	15
ЗАЩИТА ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ОТ НЕПРАВОМЕРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАРКИРОВАНИЕМ НА ОСНОВЕ МОДУЛЯЦИИ ИНДЕКСА КВАНТОВАНИЯ <i>Земцов А.Н., Чан Зунг Хань</i>	20
АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ, РЕАЛИЗУЮЩИМИ МУЛЬТИПРОЕКТНУЮ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ <i>Ивлев М.А., Рябов Д.Е.</i>	27
ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКА ХАРАКТЕРИСТИК СИГНАЛА В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПАРАМЕТРОВ КАНАЛА СВЯЗИ <i>Ким Д.Б., Афанасьев Н.Т., Танаева А.Б., Чудаев С.О.</i>	33
ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ И СИЛА РЕЗАНИЯ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА КРУГАМИ РАЗЛИЧНОЙ ТВЕРДОСТИ <i>Кременецкий Л.Л., Сердюков Н.Д.</i>	39
ОСОБЕННОСТИ МИКРОРЕЛЬЕФА ШЕРОХОВАТОСТИ ПРИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ <i>Кузнецова Е.М., Овсянников В.Е., Ковенский И.М., Некрасов Р.Ю.</i>	45
ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ГАЗОВЫХ СРЕД НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИМПРЕГНИРОВАННОГО АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА <i>Носенко В.А., Исаева А.А., Ших А.А., Васильев А.В.</i>	51
УПРАВЛЕНИЕ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ: ОПЫТ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО УЧЕТА ДОГОВОРОВ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ <i>Сазанов А.А., Фокеев М.И., Гусева Н.В.</i>	57
АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА И РАСХОДА БИТУМА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ <i>Суворов Д.Н., Нгуен Суан Виет, Зыонг Динь Ту</i>	64
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЧНОСТНЫХ РАСЧЕТОВ ДЕТАЛЕЙ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ <i>Худяков К.В., Долгополов Д.Д.</i>	71

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА МЕТОДОВ ПАРСИНГА ВЕБ-САЙТОВ <i>Черепанов М.Д., Жуков Н.Н., Безруких А.Д., Безруких Ю.А.</i>	77
РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНЫХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМЫ OFDM, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДОБЕШИ В GF(M) И КОДАХ КЛАССОВ ВЫЧЕТОВ <i>Чистоусов Н.К., Калмыков И.А., Духовный Д.В.</i>	84
НАПРАВЛЕНИЯ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ И АВТОМАТИКИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМЫ «ВИБРОТЕКС» <i>Шумкин А.В., Жуков Д.В., Агапов А.Ю., Демина В.В.</i>	91
АДАПТИВНЫЕ АЛГОРИТМЫ В ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ <i>Яшин В.Н.</i>	96

Педагогические науки (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)

СТАТЬИ

САМОРЕАЛИЗАЦИЯ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ ВУЗА: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЯ <i>Абдалина Л.В., Моу Ш.</i>	103
ФОРМИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УМЕНИЙ В КУРСЕ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ 10–11 КЛАССОВ <i>Аргунова Н.В., Лазарева А.А.</i>	108
РЕЧЕВЫЕ НАРУШЕНИЯ И КАЧЕСТВО ЖИЗНИ ЛИЦ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА <i>Бердникович Е.С., Мясникова М.С.</i>	113
РОЛЬ СТУДЕНЧЕСКОГО НАУЧНОГО ОБЩЕСТВА В ФОРМИРОВАНИИ КОМПЕТЕНЦИЙ СОВРЕМЕННОГО ВРАЧА <i>Вишнева Е.М., Вишнева К.А., Подлесный Н.А.</i>	119
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЛИНГВОПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ В УСЛОВИЯХ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММАМ БАКАЛАВРИАТА И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ <i>Гвоздева Н.В., Проценко Е.А., Смолина Л.В.</i>	124
АНАЛИЗ ОПЫТА ОРГАНИЗАЦИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ: ДОСТИЖЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ <i>Димитриев Р.А., Гаврилов П.Г.</i>	130
ПОДГОТОВКА УЧИТЕЛЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В УСЛОВИЯХ ОБНОВЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ <i>Елагина В.С., Михайлова Т.А., Черная Е.В.</i>	138
НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ И ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ РЕГУЛЯТИВНЫХ ДЕЙСТВИЙ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ <i>Котькина Е.А.</i>	143

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕМАТИЧЕСКОГО МОДУЛЯ В КУРСЕ ESP: МЕТОДИЧЕСКИЕ И ДИДАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ <i>Куприянчик Т.В.</i>	148
ДИДАКТИЧЕСКАЯ РОЛЬ КОМПОНЕНТОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СЕГМЕНТА РЕСПУБЛИКАНСКОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ <i>Лоцицкий В.Л.</i>	154
ЧИТАТЕЛЬСКАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНИКА: ФОРМИРОВАНИЕ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ЗАРУБЕЖНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ <i>Лукьянова М.И., Захарова Л.М.</i>	159
ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ КУЛЬТУРОГЕНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕКСТОВ <i>Пеньков В.Е., Пеньков С.В.</i>	164
ПОТЕНЦИАЛ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА О БИОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТИНЕ МИРА В ФОРМИРОВАНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ <i>Семенова Н.Г., Якунчев М.А., Осинин Р.В., Маркинов И.Ф.</i>	169
НОРМАТИВНОЕ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКЗАМЕНА В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ <i>Сигитова Л.И.</i>	176
К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ КРИТЕРИЕВ ЭТИКИ УЧЕНОГО И ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ <i>Теребова Е.Н., Сергиенко Л.А., Павлова М.А.</i>	181
ОЦЕНКА УРОВНЯ ГИСТОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ У СТУДЕНТОВ АКАДЕМИЧЕСКОГО БАКАЛАВРИАТА «БИОЛОГИЯ» МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА <i>Тихонова Т.А.</i>	186
ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЧИТАТЕЛЬСКОЙ ГРАМОТНОСТИ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ В УСЛОВИЯХ БИЛИНГВАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ <i>Унурова В.Я., Габьшиева Ф.В., Хамраева Е.А.</i>	191
РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОБУЧЕНИЯ ИНВАЛИДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ <i>Хаперская А.В., Минин М.Г.</i>	198

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

FORMALIZATION THE SUBSET SELECTION PROCESS IN LINEAR REGRESSION AS A MIXED INTEGER 0-1 LINEAR PROGRAMMING PROBLEM WITH CONSTRAINTS ON INTERCORRELATION COEFFICIENTS <i>Bazilevskiy M.P.</i>	10
UNIVERSAL VIBRATION DRIVES CONTROL SYSTEM <i>Guseynov R.A., Gudratli I.R.</i>	15
SECURING OF IMAGES FROM UNAUTHORIZED USE BASED ON QUANTIZATION INDEX MODULATION <i>Zemtsov A.N., Tran Dung Khanh</i>	20
ANALYSIS OF THE EFFICIENCY FACTORS OF THE MANAGEMENT OF ORGANIZATIONAL SYSTEMS IMPLEMENTING MULTI- PROJECT SCIENTIFIC AND PRODUCTION ACTIVITIES <i>Ivlev M.A., Ryabov D.E.</i>	27
EXPRESS DIAGNOSTICS OF SIGNAL CHARACTERISTICS UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY OF COMMUNICATION CHANNEL PARAMETERS <i>Kim D.B., Afanasev N.T., Tanaev A.B., Chudaev S.O.</i>	33
SURFACE ROUGHNESS AND CUTTING FORCE AT GRINDING TITANIUM ALLOY BY WHEELS WITH DIFFERENT HARDNESS GRADE <i>Kremenetskiy L.L., Serdyukov N.D.</i>	39
FEATURES OF ROUGHNESS MICRORELIEF DURING TURNING OF HARDENED STEELS <i>Kuznetsova E.M., Ovsyannikov V.E., Kovenskiy I.M., Nekrasov R. Yu.</i>	45
THE EFFECT OF CHEMICALLY ACTIVE GASES ON THE PERFORMANCE OF IMPREGNATED ABRASIVE TOOLS <i>Nosenko V.A., Isaeva A.A., Shikh A.A., Vasilev A.V.</i>	51
MANAGEMENT IN ORGANIZATIONAL SYSTEMS: EXPERIENCE IN CREATING A SYSTEM OF CENTRALIZED ACCOUNTING OF CONTRACTS IN INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION <i>Sazanov A.A., Fokeev M.I., Guseva N.V.</i>	57
AUTOMATION OF CONTROLLING THE GRADATION AND BITUMEN CONSUMPTION IN ASPHALT CONCRETE MIXTURE PRODUCTION <i>Suvorov D.N., Nguyen Xuan Viet, Duong Dinh Ty</i>	64
RESEARCH OF THE CAPABILITIES OF CAE SYSTEMS FOR STRENGTH CALCULATIONS OF ROLLING BEARINGS PARTS <i>Khudyakov K.V., Dolgopolov D.D.</i>	71
CLASSIFICATION METHODOLOGY FOR THEMATIC MODELING RESULTS OF CANDIDATES BY TEAM ROLE <i>Cherepanov M.D., Zhukov N.N., Bezrukikh A.D., Bezrukikh Yu.A.</i>	77

MATHEMATICAL AND STRUCTURAL MODELS OF THE OFDM TRANSMISSION SYSTEM BUILT ON THE BASIS OF ORTHOGONAL DOBECHE TRANSFORMATIONS IN RESOLUTION CLASS CODES <i>Chistousov N.K., Kalmykov I.A., Dukhovnyy D.V.</i>	84
DIRECTIONS OF IMPORT SUBSTITUTION OF CONTROL AND MEASURING DEVICES AND AUTOMATION IN THE OIL AND GAS INDUSTRY ON THE EXAMPLE OF THE VIBROTEX SYSTEM <i>Shumkin A.V., Zhukov D.V., Agapov A.Yu., Demina V.V.</i>	91
ADAPTIVE ALGORITHMS IN INFORMATION AND MEASUREMENT SYSTEMS <i>Yashin V.N.</i>	96

Pedagogical sciences (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)

ARTICLES

SELF-REALIZATION OF FOREIGN STUDENTS IN THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF UNIVERSITIES: CURRENT RESEARCH ISSUES <i>Abdalina L.V., Mou Sh.</i>	103
FORMATION OF RESEARCH SKILLS IN THE COURSE OF EXTRA COURSE ACTIVITIES OF STUDENTS OF 10–11 GRADES <i>Argunova N.V., Lazareva A.A.</i>	108
SPEECH DISORDERS AND QUALITY OF LIFE OF PERSONS WITH PARKINSON'S DISEASE <i>Berdnikovich E.S., Myasnikova M.S.</i>	113
ROLE OF THE STUDENT SCIENTIFIC COMMUNITY IN THE DEVELOPMENT OF THE MODERN DOCTOR'S COMPETENCIES <i>Vishneva E.M., Vishneva K.A., Podlesnyy N.A.</i>	119
CURRENT ISSUES OF TEACHING A PROFESSIONAL FOREIGN LANGUAGE IN BACHELOR'S DEGREE PROGRAMS AND THEIR POSSIBLE SOLUTIONS <i>Gvozdeva N.V., Protsenko E.A., Smolina L.V.</i>	124
ANALYSIS OF EXPERIENCE IN ORGANIZING ADDITIONAL PROFESSIONAL EDUCATION FOR SPECIALISTS IN THE FIELD OF ELECTRIC POWER INDUSTRY: ACHIEVEMENTS AND PROBLEMS <i>Dimitriev R.A., Gavrilov P.G.</i>	130
TRAINING TEACHER OF PHYSICAL CULTURE IN THE CONTEXT OF UPDATING THE CONTENT OF EDUCATION <i>Elagina V.S., Mikhaylova T.A., Chernaya E.V.</i>	138
REGULATORY AND DIAGNOSTIC BASES FOR THE FORMATION OF UNIVERSAL EDUCATIONAL REGULATORY ACTIONS OF YOUNGER SCHOOLCHILDREN <i>Kotkina E.A.</i>	143
DESIGNING THEMATIC MODULE IN THE ESP COURSE: METHODOLOGICAL AND DIDACTIC ASPECTS <i>Kupriyanchik T.V.</i>	148

DIDACTIC ROLE OF COMPONENTS OF EDUCATIONAL SEGMENT OF REPUBLICAN INFORMATION AND EDUCATIONAL ENVIRONMENT <i>Lozitskiy V.L.</i>	154
READING COMPETENCE OF A JUNIOR STUDENT: FORMATION IN THE PROCESS OF LEARNING FOREIGN LITERATURE <i>Lukyanova M.I., Zakharova L.M.</i>	159
PEDAGOGICAL FOUNDATIONS OF CULTURAL AND GENETIC RESEARCH LEARNING MODELS SCHOOLCHILDREN USING TEXTS <i>Penkov V.E., Penkov S.V.</i>	164
THE POTENTIAL OF EDUCATIONAL MATERIAL ABOUT THE BIOLOGICAL PICTURE OF THE WORLD IN THE FORMATION OF NATURAL SCIENCE LITERACY STUDENTS <i>Semenova N.G., Yakunchev M.A., Osinin R.V., Markinov I.F.</i>	169
NORMATIVE AND METHODOLOGICAL SUPPORT OF THE DEMONSTRATION EXAM AT THE PEDAGOGICAL UNIVERSITY <i>Sigitova L.I.</i>	176
TO ISSUE OF CRITERIA OF APPLYING THE SCIENTIST AND TEACHER'S ETHICS DURING STUDENTS' STATE ATTESTATION <i>Terebova E.N., Sergienko L.A., Pavlova M.A.</i>	181
ASSESSMENT OF HISTOLOGICAL COMPETENCIES IN BACHELOR'S DEGREE BIOLOGY STUDENTS IN A MEDICAL SCHOOL <i>Tikhonova T.A.</i>	186
IMPROVING THE QUALITY OF READING LITERACY AMONG YOUNGER SCHOOLCHILDREN IN THE CONTEXT OF BILINGUAL EDUCATION <i>Unarova V.Ya., Gabysheva F.V., Khamraeva E.A.</i>	191
THE DEVELOPMENT OF A METHOD OF TRAINING FOR DISABLED PEOPLE USING ONLINE PLATFORMS BASED ON SIMULATION MODELING <i>Khaperskaya A.V., Minin M.G.</i>	198

СТАТЬИ

УДК 519.862.6:004
DOI 10.17513/snt.39723

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОТБОРА ИНФОРМАТИВНЫХ РЕГРЕССОРОВ В ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ В ВИДЕ ЗАДАЧИ ЧАСТИЧНО-БУЛЕВОГО ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ НА КОЭФФИЦИЕНТЫ ИНТЕРКОРРЕЛЯЦИЙ

Базилевский М.П.

*ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», Иркутск,
e-mail: mik2178@yandex.ru*

Статья посвящена исследованию задачи отбора наиболее информативных регрессоров в модели множественной линейной регрессии, оцениваемой с помощью метода наименьших квадратов. Ранее эта задача была формализована в виде задачи частично-булевого линейного программирования. В полученной в результате ее решения линейной регрессии интеркорреляции объясняющих переменных могли быть статистически значимыми, что затрудняло интерпретацию ее оценок из-за мультиколлинеарности. В данной статье для контроля в процессе отбора наиболее информативных регрессоров абсолютных величин интеркорреляций в задачу частично-булевого линейного программирования введены специальные линейные ограничения. В результате сформулирована задача, решение которой приводит к построению линейной регрессии с оптимальным по коэффициенту детерминации числом объясняющих переменных, в которой абсолютные величины интеркорреляций не превосходят заданного числа. Помимо этого знаки оценок линейной регрессии согласуются со знаками соответствующих коэффициентов корреляции, а абсолютные вклады переменных в общую детерминацию не меньше заданного числа. С помощью предложенных линейных ограничений на интеркорреляции сформулированы задачи булевого линейного программирования, позволяющие выделять в корреляционной матрице кластеры слабо и высоко коррелирующих переменных. Проведено успешное тестирование предложенного математического аппарата.

Ключевые слова: линейная регрессия, отбор информативных регрессоров, задача частично-булевого линейного программирования, метод наименьших квадратов, интеркорреляция, кластеризация, мультиколлинеарность

FORMALIZATION THE SUBSET SELECTION PROCESS IN LINEAR REGRESSION AS A MIXED INTEGER 0-1 LINEAR PROGRAMMING PROBLEM WITH CONSTRAINTS ON INTERCORRELATION COEFFICIENTS

Bazilevskiy M.P.

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: mik2178@yandex.ru

This article is devoted to the study of subset selection problem in a multiple linear regression model estimated using the ordinary least squares. Previously, this problem was formalized as a mixed integer 0-1 linear programming problem. In the linear regression obtained as a result of its solution, the explanatory variables intercorrelations could be statistically significant, which made it difficult to interpret her estimates due to multicollinearity. In this article, to control the absolute values of intercorrelations in subset selection process, special linear constraints are introduced into the mixed integer 0-1 linear programming problem. As a result, a problem is formulated, the solution of which leads to the construction of a linear regression with an optimal number of explanatory variables in terms of the coefficient of determination, in which the absolute values of intercorrelations do not exceed a given number. In addition, the signs of the linear regression estimates agree with the signs of the corresponding correlation coefficients, and the absolute contributions of the variables to the overall determination are not less than a given number. With the help of the proposed linear constraints on intercorrelations, integer 0-1 linear programming problems are formulated that make it possible to single out clusters of weakly and highly correlated variables in the correlation matrix. The proposed mathematical apparatus was successfully tested.

Keywords: linear regression, subset selection in regression, mixed integer 0-1 linear programming, ordinary least squares, intercorrelation, multicollinearity, clustering

Аппарат математического программирования на сегодняшний день успешно применяется для отбора наиболее информативных регрессоров (ОИР) в регрессионных моделях. В зарубежной литературе такая процедура известна как «feature selection», «subset selection» и т.д. При этом в иностранных источниках задача ОИР в основном сводится к задаче частично-булевого квадратичного программирования (ЧБКП). Одна из пер-

вых таких формализаций для линейных регрессий, оцениваемых с помощью метода наименьших квадратов (МНК), была представлена в [1]. В [2] сформулирована задача ОИР на основе скорректированного коэффициента детерминации и информационных критериев Акаике и Шварца, в [3] – на основе критерия Мэллоуза, в [4] – на основе критерия среднеквадратичных и абсолютных ошибок, в [5] – на основе критерия

кросс-валидации. В [6] исследуется целостная линейная регрессия, для которой сформулирована задача ОИР с ограничениями на значимость коэффициентов и степень мультиколлинеарности, а в [7] осуществляется так называемая регрессионная диагностика с использованием линейных ограничений на наблюдаемые значения t-критерия Стьюдента. В [8] сформулирована задача ОИР для устранения мультиколлинеарности с помощью факторов «вздутия» дисперсии, в [9] разработан алгоритм для решения задачи максимизации канонической корреляции, а в [10] сформулирована задача для выявления уравнений сложных динамических систем.

В [11–14] автором предложены различные формализации задачи ОИР в линейной регрессии, оцениваемой с помощью МНК, в виде задач частично-булевого линейного программирования (ЧБЛП). Для контроля мультиколлинеарности в [11] использованы ограничения на факторы «вздутия» дисперсии. Однако этих ограничений недостаточно для того, чтобы гарантировать отсутствие значимой корреляции абсолютно между всеми парами объясняющих переменных, что необходимо для корректного объяснения полученных с помощью МНК оценок.

Цель исследования состоит в формализации задачи ОИР для линейной регрессии, оцениваемой с помощью МНК, в виде задачи ЧБЛП с линейными ограничениями на корреляции объясняющих переменных (интеркорреляции).

Материалы и методы исследования

Модель множественной линейной регрессии имеет вид

$$y_i = \alpha_0 + \sum_{j=1}^l \alpha_j x_{ij} + \varepsilon_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad (1)$$

где $y_i, i = \overline{1, n}$ – значения объясняемой (зависимой) переменной y ; $x_{ij}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, l}$ – значения l объясняющих (независимых) переменных x_1, x_2, \dots, x_l ; n – объем выборки; $\alpha_j, j = \overline{0, l}$ – неизвестные параметры; $\varepsilon_i, i = \overline{1, n}$ – ошибки аппроксимации.

Задача ОИР для модели (1), оцениваемой с помощью МНК, формулируется следующим образом: необходимо из l объясняющих переменных выбрать m наиболее информативных так, чтобы либо сум-

ма квадратов остатков модели была минимальна, либо коэффициент детерминации R^2 был максимален.

Проведем нормирование (стандартизацию) всех переменных по правилам:

$$y_i^* = \frac{y_i - \bar{y}}{\sigma_y}, \quad x_{i1}^* = \frac{x_{i1} - \bar{x}_1}{\sigma_{x_1}}, \quad \dots, \quad x_{il}^* = \frac{x_{il} - \bar{x}_l}{\sigma_{x_l}}, \quad i = \overline{1, n},$$

где $\bar{y}, \bar{x}_1, \dots, \bar{x}_l$ – средние значения переменных, $\sigma_y, \sigma_{x_1}, \dots, \sigma_{x_l}$ – среднеквадратические отклонения переменных.

Составим модель стандартизованной линейной регрессии:

$$y_i^* = \beta_1 x_{i1}^* + \beta_2 x_{i2}^* + \dots + \beta_l x_{il}^* + \varepsilon_i^*, \quad i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

где β_1, \dots, β_l – неизвестные параметры; $\varepsilon_i^*, i = \overline{1, n}$ – ошибки аппроксимации.

МНК-оценки стандартизованной регрессии (2) находятся по формуле

$$\tilde{\beta}_{\text{МНК}} = R_{xx}^{-1} \cdot R_{yx},$$

где $R_{xx} = \begin{pmatrix} 1 & r_{x_1 x_2} & \dots & r_{x_1 x_l} \\ r_{x_1 x_2} & 1 & \dots & r_{x_2 x_l} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{x_1 x_l} & r_{x_2 x_l} & \dots & 1 \end{pmatrix}$ – матрица

интеркорреляций;

$R_{yx} = (r_{yx_1} \ r_{yx_2} \ \dots \ r_{yx_l})^T$ – вектор корреляций объясняющих переменных с y .

В [14] сформулирована следующая задача ЧБЛП для ОИР в модели (2):

$$R^2 = \sum_{j=1}^l r_{yx_j} \cdot \beta_j \rightarrow \max \quad (3)$$

$$-(1 - \delta_j) \cdot M \leq \sum_{k=1}^l r_{x_j x_k} \cdot \beta_k - r_{yx_j} \leq (1 - \delta_j) \cdot M, \quad j = \overline{1, l}, \quad (4)$$

$$0 \leq \beta_j \leq \delta_j \cdot M, \quad j \in J^+, \quad (5)$$

$$-\delta_j \cdot M \leq \beta_j \leq 0, \quad j \in J^-, \quad (6)$$

$$\delta_j \in \{0, 1\}, \quad j = \overline{1, l}, \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^l \delta_j = m, \quad (8)$$

в формуле (8) $\delta_j = \begin{cases} 1, & \text{если } j\text{-я объясняющая переменная входит в модель,} \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}$

M – большое положительное число, J^+ и J^- – сформированные из множества $\{1, 2, \dots, l\}$ индексные подмножества, элементы которых удовлетворяют условиям $r_{yx_j} > 0$ и $r_{yx_j} < 0$.

Решение задачи ЧБЛП (3)–(8) приводит к построению оптимальной по критерию R^2 линейной регрессии с m объясняющими переменными, в которой знаки коэффициентов согласованы со знаками соответствующих корреляций вектора R_{xy} . Для того чтобы можно было объяснить полученные оценки, еще до решения задачи (3)–(8) необходимо исключать все объясняющие переменные, противоречиво коррелирующие с y . Для объяснения необходимо использовать МНК-оценки модели (1), связанные с МНК-оценками регрессии (2) формулами

$$\begin{aligned} \tilde{\alpha}_j &= \tilde{\beta}_j \cdot \sigma_y \cdot \sigma_{x_j}^{-1}, j = \overline{1, l}, \\ \tilde{\alpha}_0 &= \bar{y} - \tilde{\alpha}_1 \bar{x}_1 - \tilde{\alpha}_2 \bar{x}_2 - \dots - \tilde{\alpha}_l \bar{x}_l. \end{aligned}$$

Пусть множество Φ содержит номера отобранных переменных. Поскольку для оцененной линейной регрессии выполняются условия $\tilde{\beta}_j \cdot r_{yx_j} > 0, j \in \Phi$, то становятся справедливыми следующие формулы для абсолютных вкладов переменных в общую детерминацию R^2 :

$$C_{x_j}^{abc} = r_{yx_j} \cdot \tilde{\beta}_j, j \in \Phi.$$

С помощью этих коэффициентов можно контролировать степень влияния любой объясняющей переменной на y . Поэтому в [14] было предложено в задаче (3)–(8) заменить линейное ограничение (8) на следующее:

$$r_{yx_j} \cdot \beta_j \geq \theta \cdot \delta_j, j = \overline{1, l} \quad (9)$$

где $\theta \geq 0$ – назначенный исследователем наименьший вклад входящих в модель объясняющих переменных в общую детерминацию R^2 . Чем выше значение θ , тем больше переменных «выдавливается» из модели, следовательно, регрессия становится проще и снижается эффект мультиколлинеарности.

Таким образом, решение задачи ЧБЛП (3)–(7), (9), приводит к построению линейной регрессии с оптимальным по критерию R^2 количеством объясняющих переменных, в которой $\tilde{\beta}_j \cdot r_{yx_j} > 0, j \in \Phi$, и вклады $C_{x_j}^{abc} \geq \theta, j \in \Phi$.

Для контроля в оптимизационной задаче ОИР абсолютных величин интеркорреляций введем следующие линейные ограничения:

$$\left| r_{x_i x_j} \right| (d_i + d_j - 1) \leq r, i = \overline{1, l-1}, j = \overline{i+1, l}, (10)$$

где $0 \leq r \leq 1$ – назначенная исследователем наибольшая величина абсолютных интеркорреляций входящих в модель объясняющих переменных. Если $r = 0$, то в по-

строенной регрессии все интеркорреляции должны быть равны 0, а если $r = 1$, то нет ограничений на величины интеркорреляций в оцененной модели.

Если в ограничении (10) $d_i = d_j = 0$, что означает, что ни i^* -я, ни j^* -я переменная не входят в регрессию, то оно принимает вид $-\left| r_{x_i x_j}^* \right| \leq r$, поэтому справедливо всегда.

Если в ограничении (10) либо $d_i = 0, d_j = 1$, либо $d_i = 1, d_j = 0$ (в модель входит либо i^* -я, либо j^* -я переменная), то оно принимает вид $0 \leq r$, поэтому справедливо всегда. Если же в ограничении (10) $d_i = d_j = 1$ (в модель входит и i^* -я, и j^* -я переменная), то оно принимает вид $\left| r_{x_i x_j}^* \right| \leq r$. В послед-

нем случае, если $\left| r_{x_i x_j}^* \right| \leq r$ выполняется, то i^* -я и j^* -я переменные могут входить в модель одновременно, а если не выполняется, то нет.

Заметим, что общее число ограничений (10) может быть сокращено. Действительно, если $r_{x_i x_j} = 0$, то ограничение (10) выполняется для любых значений бинарных переменных. Аналогично, если $\left| r_{x_i x_j}^* \right| \geq r$.

Тогда ограничения (10) следует переписать в виде

$$\begin{aligned} \left| r_{x_i x_j} \right| (d_i + d_j - 1) &\leq r, \\ (i, j) \in \left\{ (s_1, s_2) \mid \left| r_{x_{s_1} x_{s_2}} \right| \geq r \right\} & \quad (11) \end{aligned}$$

Таким образом, решение задачи ЧБЛП (3)–(7), (9), (11) приводит к построению линейной регрессии с оптимальным по критерию R^2 количеством объясняющих переменных, в которой $\tilde{\beta}_j \cdot r_{yx_j} > 0, j \in \Phi$, вклады $C_{x_j}^{abc} \geq \theta, j \in \Phi$, и интеркорреляции $\left| r_{x_i x_j} \right| \leq r, i, j \in \Phi, i < j$.

Предложенные ограничения (11) на величины интеркорреляций могут быть использованы для формализации задачи кластеризации корреляционной матрицы. Эта задача может быть сформулирована следующим образом: необходимо из l объясняющих переменных выбрать как можно больше переменных так, чтобы все их интеркорреляции не превосходили числа r .

Эта задача может быть формализована в виде задачи булевого линейного программирования (БЛП) с целевой функцией

$$\sum_{j=1}^l \delta_j \rightarrow \max \quad (12)$$

и линейными ограничениями (7), (11).

Ее решение позволяет сформировать кластер слабо коррелирующих объясняющих переменных (КСКП).

Аналогично можно сформулировать задачу отбора из l объясняющих переменных наибольшего числа переменных так, чтобы все их интеркорреляции были не меньше числа r . Она формализуется в виде задачи БЛП с целевой функцией (12), линейными ограничениями (7) и

$$\begin{aligned} &|r_{x_i x_j}| \geq r(d_i + d_j - 1), \\ &(i, j) \in \{(s_1, s_2) \mid |r_{x_{s_1} x_{s_2}}| \leq r\} \end{aligned} \quad (13)$$

Решение задачи (12), (7), (13) позволяет сформировать кластер высоко коррелирующих объясняющих переменных (КВКП).

Заметим, что сформулированные задачи БЛП могут иметь несколько оптимальных решений.

Результаты исследования и их обсуждение

Для тестирования предложенного математического аппарата были использованы встроенные в эконометрический пакет Gretl статистические данные о зарплатах игроков НБА (data7-20.gdt). Для удобства были исключены все фиктивные переменные и составлена выборка из первых 30 наблюдений для зависимой переменной SALARY и оставшихся 17 объясняющих переменных. Для решения оптимизационных задач использовался решатель LPSolve IDE на персональном компьютере с 4-ядерным процессором (3100 МГц) и оперативной памятью 4 Гб. Для заданного числа r решалась задача ЧБЛП (3)–(7), (11) (без ограничений на вклады), задача БЛП (12), (7), (11) и задача БЛП (12), (7), (13). Для удобства назовем их задача А, задача В и задача С соответственно. В результате решения задачи А фиксировались номера отобранных пере-

менных, время решения t в секундах и коэффициент детерминации R^2 . А в результате решения задач В и С фиксировалось число отобранных переменных m и время решения t . Результаты тестирования представлены в таблице. Большое число M для решения задачи А выбиралось так, как это предложено делать в [14].

По таблице видно, что LPSolve IDE справился со всеми задачами практически мгновенно. Как и ожидалось, при решении задачи А с уменьшением числа r , т.е. с ужесточением требования на объясняющие переменные с высокими интеркорреляциями, число отобранных переменных в линейной регрессии снижается. При этом также снижается время решения задачи и значение коэффициента детерминации. А время решения задач В и С практически не менялось в зависимости от выбранных значений r . При этом в задаче В с уменьшением r объем кластера слабо коррелирующих переменных уменьшался, а в задаче С объем кластера высоко коррелирующих переменных увеличивался. Полученные результаты подтверждают корректность предложенного математического аппарата.

Заключение

В результате проведенных исследований сформулирована задача ЧБЛП, решение которой приводит к построению линейной регрессии с оптимальным по критерию R^2 числом объясняющих переменных, в которой знаки оценок согласуются со знаками соответствующих коэффициентов корреляции r_{yx} , абсолютные вклады переменных не меньше числа θ , а интеркорреляции не превосходят числа r . Построенная регрессионная модель гарантированно может быть интерпретирована, если на начальном этапе были исключены все противоречиво коррелирующие с y объясняющие переменные.

Результаты решения задач

r	Задача А			Задача В		Задача С	
	Номера переменных	t	R^2	m	t	m	t
0,9	2, 3, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 17	1,481	0,5854	14	0,013	2	0,025
0,8	2, 3, 5, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 17	1,217	0,5556	12	0,015	3	0,051
0,7	3, 5, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 17	0,791	0,5413	10	0,021	4	0,031
0,6	4, 6, 9, 12, 13, 15, 17	0,557	0,4626	9	0,021	5	0,032
0,5	4, 5, 9, 12, 13, 15, 17	0,402	0,4438	8	0,025	7	0,027
0,4	4, 5, 9, 13, 15, 17	0,235	0,4233	6	0,032	7	0,023
0,3	4, 5, 15, 17	0,206	0,2841	5	0,036	8	0,021
0,2	4, 15, 17	0,155	0,2050	3	0,042	9	0,023
0,1	4, 15, 17	0,095	0,2050	3	0,027	10	0,016

Помимо этого разработанные линейные ограничения на интеркорреляции позволили сформировать задачи БЛП для построения кластеров слабо и высоко коррелирующих переменных. Первый из них способствует построению традиционных моделей множественной линейной регрессии, а второй – моделей полносвязной линейной регрессии, в которых все объясняющие переменные связаны между собой. В дальнейшем планируется провести тестирование предложенного математического аппарата для построения регрессионных моделей по выборкам большого объема.

Список литературы

1. Konno H., Yamamoto R. Choosing the best set of variables in regression analysis using integer programming // *Journal of Global Optimization*. 2009. Vol. 44. P. 273–282. DOI: 10.1007/s10898-008-9323-9.
2. Miyashiro R., Takano Y. Mixed integer second-order cone programming formulations for variable selection in linear regression // *European Journal of Operational Research*. 2015. Vol. 247. P. 721–731. DOI: 10.1016/j.ejor.2015.06.081.
3. Miyashiro R., Takano Y. Subset selection by Mallows' Cp: A mixed integer programming approach // *Expert Systems with Applications*. 2015. Vol. 42. P. 325–331. DOI: 10.1016/j.eswa.2014.07.056.
4. Park Y.W., Klajban D. Subset selection for multiple linear regression via optimization // *Journal of Global Optimization*. 2020. Vol. 77. P. 543–574. DOI: 10.1007/s10898-020-00876-1.
5. Takano Y., Miyashiro R. Best subset selection via cross-validation criterion. *Top*. 2020. Vol. 28, Is. 2. P. 475–488. DOI: 10.1007/s11750-020-00538-1.
6. Bertsimas D., Li M.L. Scalable holistic linear regression // *Operations Research Letters*. 2020. Vol. 48, Is. 3. P. 203–208. DOI: 10.1016/j.orl.2020.02.008.
7. Chung S., Park Y.W., Cheong T. A mathematical programming approach for integrated multiple linear regression subset selection and validation // *Pattern Recognition*. 2020. Vol. 108. DOI: 10.1016/j.patcog.2020.107565.
8. Tamura R., Kobayashi K., Takano Y., Miyashiro R., Nakata K., Matsui T. Mixed integer quadratic optimization formulations for eliminating multicollinearity based on variance inflation factor // *Journal of Global Optimization*. 2019. Vol. 73. P. 431–446.
9. Watanabe A., Tamura R., Takano Y., Miyashiro R. Branch-and-bound algorithm for optimal sparse canonical correlation analysis // *Expert Systems with Applications*. Vol. 217. P. 119530. DOI: 10.1016/j.eswa.2023.119530.
10. Bertsimas D., Gurnee W. Learning sparse nonlinear dynamics via mixed-integer optimization. *Nonlinear Dynamics*. 2023. Vol. 111. No. 7. P. 6585–6604. DOI: 10.1007/s11071-022-08178-9.
11. Базилевский М.П. Отбор информативных регрессоров с учетом мультиколлинеарности между ними в регрессионных моделях как задача частично-булевого линейного программирования // *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2018. Т. 6. № 2 (21). С. 104–118.
12. Базилевский М.П. Отбор оптимального числа информативных регрессоров по скорректированному коэффициенту детерминации в регрессионных моделях как задача частично целочисленного линейного программирования // *Прикладная математика и вопросы управления*. 2020. № 2. С. 41–54.
13. Базилевский М.П. Отбор значимых по критерию Стьюдента информативных регрессоров в оцениваемых с помощью МНК регрессионных моделях как задача частично-булевого линейного программирования // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии*. 2021. № 3. С. 5–16.
14. Базилевский М.П. Построение вполне интерпретируемых линейных регрессионных моделей с помощью метода последовательного повышения абсолютных вкладов переменных в общую детерминацию // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии*. 2022. № 2. С. 5–16.

УДК 621.8
DOI 10.17513/snt.39724

УНИВЕРСАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВИБРОПРИВОДАМИ

Гусейнов Р.А., Гудратли И.Р.

Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, e-mail: ms.ilhama77@mail.ru

Рассмотрены вопросы разработки системы управления виброприводами, проанализированы особенности управления виброприводами с электромагнитным возбудителем, роторными виброприводами с асинхронным двигателем и двигателем постоянного тока. Показано, что использование данной разновидности виброприводов в технологическом процессе встречается часто и управление ими имеет ряд общих требований и вариантов. Исходя из этого, обоснована разработка универсальной системы управления виброприводами, приведены основные функции данной системы, разработана структура универсальной системы управления, состоящей из программируемого логического контроллера, преобразователей частоты для управления частотой и амплитудой электромагнитного вибропривода, регулятора напряжения для управления скоростью двигателя постоянного тока вибропривода, собственно самих виброприводов, датчиков скорости, перемещения и температуры обмоток электромагнита и двигателей приводов, а также коммутатора (мультиплексора). Приведены основные соотношения для управления данными видами виброприводов и варианты управления виброприводами при изменении нагрузки во время технологического процесса, которое заключается в поддержании постоянной амплитуды и частоты, изменение частоты при сохранении постоянной амплитуды, изменение амплитуды при сохранении постоянной частоты. Описан упрощенный алгоритм функционирования универсальной системы управления виброприводами с учетом традиционных и нечетких законов регулирования основными параметрами технологического процесса с применением виброприводов различного типа.

Ключевые слова: вибропривод, электромагнит, двигатель, система управления, нечеткое управление

UNIVERSAL VIBRATION DRIVES CONTROL SYSTEM

Guseynov R.A., Gudratli I.R.

Sumgayit State University, Sumgayit, e-mail: ms.ilhama77@mail.ru

The issues of developing a control system for vibration drives are considered, the feature of controlling vibration drives with an electromagnetic exciter, rotary vibration drives with an asynchronous motor and a DC motor are analyzed. It is shown that the use of this type of vibration drives in the technological process is common and their control has a concrete of general requirements and options. Based on this, the development of a universal control system for vibration drives is justified, the main functions of this system are given, the structure of a universal control system is developed, consisting of a programmable logic controller, frequency converters to control the frequency and amplitude of electromagnetic vibration drives, a voltage regulator to control the speed of a DC motor of a vibration drive, in fact the vibration actuators themselves, speed, displacement and temperature sensors of the electromagnet windings and drive motors, as well as the commutator (multiplexer). The main ratios for controlling these types of vibration drives and options for controlling vibration drives when the load changes during the technological process, which consists in maintaining a constant amplitude and frequency, changing the frequency while maintaining a constant amplitude, changing the amplitude while maintaining a constant frequency, are given. A simplified algorithm for the functioning of a universal control system for vibration drives is described, considering the traditional and fuzzy laws of regulation of the main parameters of the technological process using various types of vibration drives.

Keywords: vibration drive, electromagnet, motor, control system, fuzzy control

Вибрационные устройства, применяемые во многих областях народного хозяйства, имеют различные конструкции, диапазоны мощностей и разные системы управления. Основное требование к вибрационным устройствам в технологических процессах состоит в том, чтобы их частоты и амплитуды находились в необходимом диапазоне и чтобы в данном диапазоне обеспечивалась устойчивая работа системы [1, 2]. Во многих областях современной техники востребованы вибрационные устройства с низкой механической частотой. В технологических процессах в зависимости от значений частоты и амплитуды колебаний, интервала

управления применяются в основном низкочастотные (до 50 Гц) вибрационные устройства. Классификация механических вибраторов включает кинематические вибраторы, центробежные вибраторы, электромагнитные вибраторы, электродинамические, гидравлические и пневматические вибраторы, а также магнитоstrictionные и пьезоэлектрические вибраторы. Типы вибраторов разнообразны, как и принципы создания – формирования колебаний в данных вибраторах. Вибрационные устройства в зависимости от типа передачи бывают электромагнитными, пневматическими, центробежными, эксцентриковыми и гидравлическими [3].

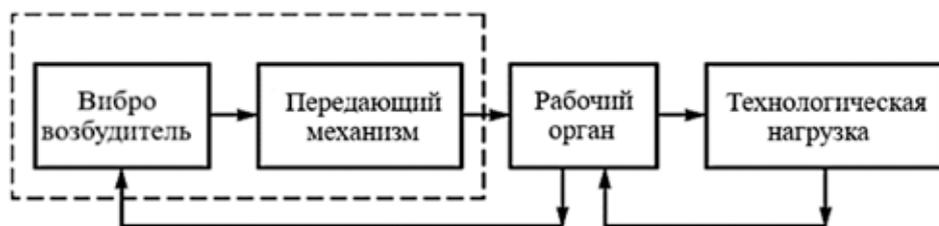


Рис. 1. Структурная схема технологического вибратора

Основным элементом любой вибрационной машины является вибровозбудитель, устройство для создания механических колебаний – формирующее колебания, преобразующее полученную энергию внешнего источника (входящего электрического тока, магнитного поля, давления потока газа или жидкой формы и т.п.) в механические колебания или движение (возвратно-поступательный, вращательный и др.). Типичная структурная схема технологической вибрационной машины представлена в виде блок-схемы, представленной на рис. 1. Механические вибрационные колебания, создаваемые вибровозбудителем, через передаточный механизм передаются на рабочий орган машины, который подвергает технологическую нагрузку вибрационной обработке или осуществляет ее транспортировку на другие технологические участки.

Типичным примером электромеханической передачи колебаний является пара мотор – редуктор и устройство, преобразующее вращательное движение в возвратно-поступательное. Путем изменения конфигурации данного устройства, соединенного с выходным валом, можно изменить мощность электрической передачи и режим работы. Надежность вибропривода зависит от надежности как двигателя, так и блока редуктора и преобразователя.

Вибрационные устройства, оснащенные электрическим приводом с инерционным вибровозбудителем, имеют большую амплитуду колебаний в режиме холостого хода и при малых нагрузках. В этих условиях в силовых элементах и системах этих устройств возникают недопустимо высокие разрушающие механические напряжения. К такому изменению амплитуды и частоты корпуса вибрирующего устройства приводит скачкообразное увеличение частоты, а в периодических режимах движения наблюдается динамическая неустойчивость. Поэтому целесообразна и актуальна разработка системы контроля и управления, обеспечивающей стабилизацию и регулирование указанных параметров в зависимости от изменения нагрузки в технологическом

процессе с применением электрического привода с плавно регулируемой амплитудой и частотой колебаний. Исследования и анализ литературы и статей, посвященных данной теме, показывают, что в настоящее время одним из основных средств регулирования скорости и частоты вращения привода, а также амплитуды и частоты вибратора являются инверторы, преобразователи частоты, играющие роль исполнительного органа (активатора) в системе, где исполнительными механизмами являются двигатели и электромагниты. Современные преобразователи частоты позволяют осуществлять плавную и широкую регулировку частоты. Анализ существующих вибрационных устройств и приводов показывает, что в настоящее время существуют такие электрические (электродинамические) и электромагнитные приводы, которые эффективно работают на низких механических частотах.

Материалы и методы исследования

В ходе сравнительного исследования структурных схем нечеткого регулятора (контроллера) для привода с двигателем постоянного тока и микропроцессорного интеллектуального электромагнитного вибрационного устройства определены следующие основные моменты [4, 5]:

- работа системы управления-регулирования в обоих видах, т.е. электрическом и электромагнитном приводах, должна обеспечивать стабильное поддержание амплитуды и частоты колебаний вибрационного устройства в заданных пределах;

- принцип управления, лежащий в основе нечеткой системы управления, и нечеткие правила вывода после внесения определенных изменений могут быть применены и в электромагнитном вибрационном устройстве с микропроцессором, интеллект которого ограничивается коррекцией температуры;

- вибрационные устройства с асинхронным двигателем, работающие также на переменном токе, также могут управляться системой данного типа;

– во всех трех типах вибрационных устройств необходимо использовать датчик перемещений для контроля постоянного поддержания перемещения в зависимости от величины нагрузки.

С учетом вышеизложенного определим блоки и устройства, которые будут входить в состав системы, считая целесообразным разработку универсальной цифровой системы управления, реализующей управление приводами электрических и электромагнитных колебаний.

Программируемые логические контроллеры (ПЛК) в последние 30 лет получили широкое распространение, повысилась их надежность и расширились функциональные возможности, в качестве управляющего ядра системы на локальном уровне управления выбираем ПЛК. Этот вариант позволит решить как традиционное управление, так и принятие решений на основе нечетких правил. Выполняя функции управления и контроля, ПЛК будет выполнять различные вычисления: сложение, вычитание, умножение и деление, операции сравнения – а также производить как контрольные, так и соответствующие управляющие воздействия по заданным алгоритмам.

Далее, считаем необходимым применение датчика перемещения, преобразующего эту информацию в сигнал, пропорциональный амплитуде колебаний для всех трех передач [6]. Основной задачей при этом является обеспечение устойчивости механических колебаний и перемещений с большой амплитудой, а в некоторых случаях требуется изменение данных параметров согласно необходимому алгоритму.

Через преобразователь частоты вырабатывается синусоидальное напряжение,

питающее обмотки асинхронного двигателя или электромагнитного привода. Следует отметить, что частота вибрации в электродинамическом приводе изменяется за счет изменения частоты вращения двигателя, а в электромагнитном приводе изменяется частота питающих колебаний. Однако следует отметить, что скорость асинхронного двигателя также изменяется за счет управления частотой синусоидального напряжения. Если частота вибрации $f_{вЭД}$ электромагнитного привода непосредственно равна частоте напряжения переменного тока – частоты выходного сигнала преобразователя частоты ($f_{ПЧ}$), подаваемого на обмотку электромагнита, т.е. $f_{вЭМ} = f_{ПЧ}$, то частота вибрации $f_{вАД}$ в электродинамическом приводе равна частоте напряжения переменного тока ($f_{ПЧ}$), подаваемого на обмотку асинхронного двигателя, т.е. $f_{вАД} = kf_{вПЧ}$ (где k – коэффициент преобразования частоты вращения в механическое перемещение) или пропорционально амплитуде напряжения питания в приводе с двигателем постоянного тока, т.е. $f_{вПТ} = kU_{ПТ}$. Для наглядности запишем эти выражения в следующем виде:

$$f_{вЭМ} = f_{ПЧ},$$

$$f_{вАД} = kf_{вПЧ},$$

$$f_{вПТ} = kU_{ПТ}$$

Подбор закона регулирования позволит уменьшить перерегулирование в соответствующих переходных процессах, а также плавно изменить параметры колебаний виброприводов.

С учетом этого структуру универсальной системы, позволяющей управлять различными типами вибрационных устройств, можно отобразить следующим образом (рис. 2).

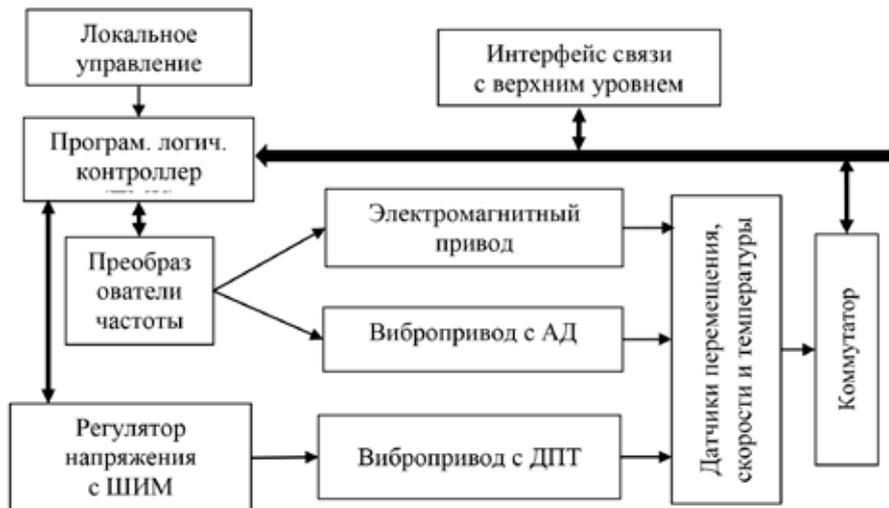


Рис. 2. Структура универсальной системы управления

Частота колебаний привода с двигателем постоянного тока регулируется скоростью двигателя, для чего предусмотрен блок регулятора напряжения. Напряжение на выходе регулятора формируется по сигналам дефазификатора, подключенного к выходу блока нечетких выводов.

Результаты исследования и их обсуждение

Как видно из структурной схемы, сигнал датчика перемещения поступает на вход аналого-цифрового преобразователя в блоке управления через согласующую цепь. Выходное напряжение подается на один из входов контроллера в виде кода после того, как сигнал преобразователя, пропорциональный перемещению, согласуется и преобразуется в цифровой сигнал. Следует отметить, что в качестве АЦП, показанного на схеме отдельно, можно использовать АЦП, входящий в состав контроллера и работающий с ним в связке.

Контроллер формирует управляющий сигнал на основе соответствующих алго-

ритмов сравнивая сигнала датчиков перемещения и скорости двигателя, а также температуры. Данный сигнал подается в контур управления приводом через устройство сопряжения. Сигналы датчиков подаются на вход контроллера. Один из цифровых выходов контроллера подключен к управляющему входу преобразователя частоты.

Программное обеспечение интерфейсного модуля позволяет оператору настраивать параметры электромагнитного или электродинамического приводов, задавать режимы и оперативно анализировать текущую работу системы.

Очевидно, что требование поддержания стабильной амплитуды должно решаться по изменению нагрузки в зависимости от динамики протекания технологического процесса. При этом при изменении нагрузки возможно несколько вариантов: 1) поддержание постоянной амплитуды и частоты; 2) изменение частоты при сохранении постоянной амплитуды; 3) изменение амплитуды при сохранении постоянной частоты.



Рис. 3. Блок-схема упрощенного алгоритма управления

Выбор того или иного варианта может быть различным на разных этапах технологического процесса, то есть, на наш взгляд, предпочтение только одному варианту не позволяет эффективно использовать возможности вибрационного устройства и не обеспечивает эффективность решения поставленной задачи. Это еще раз показывает, что система, используемая для поддержания стабильных указанных параметров в зависимости от хода процесса, должна обладать определенным интеллектом [4].

Данная локальная система управления может быть успешно использована в технологических процессах, где применяются вибрационные устройства с приводами трех типов. Функционирование различных приводов и блоков, входящих в локальную систему управления, можно описать по упрощенной блок-схеме алгоритма, приведенного на рис. 3. После ввода данных измеряются значения параметров: скорость двигателя, частота и амплитуда колебаний, напряжение и температура с целью контроля режимов, после обработки результатов они передаются в блок принятия управляющих решений, где принимается решение о формировании управляющих сигналов или о переходе в режим контроля. Выход датчиков, используемых для измерения перемещения (амплитуды) и частоты колебаний исполнительного органа приводов, а также температуры в соответствующих приводах, подключается к интерфейсу ПМК через коммутатор.

После формирования управляющих воздействий сигналы подаются на вход соответствующих устройств, перечисленных ниже:

- преобразователя частоты – для устройства электромагнитных колебаний (частота и амплитуда);

- преобразователя частоты – для вибропривода с асинхронным двигателем (частота и напряжение);

- регулятора напряжения для вибрационного устройства с двигателем постоянного тока (напряжение или ширина импульса управления). Регулятор напряжения может быть выполнен в виде источника напряжения, выходное напряжение которого является регулируемым, и источника переменного напряжения, ширина выходного импульса которого пропорциональна заданному напряжению.

Блок принятия решения, включенный в блок-схему алгоритма, определяет условный переход как при нечетком, так и при четком управлении. Создание такой системы зависит от наличия точной модели каждого типа вибровозбудителя и управления. Для построения математической модели этого процесса целесообразно использовать следующие допущения:

- упругие элементы, составляющие электромагнитную систему, имеют линейную характеристику;

- электромагнитные переходные процессы не учитываются при передаче электроэнергии;

- изменение технологической нагрузки линейно;

- потери определяются коэффициентом полезной работы элементов и устройств, входящих в систему, и главным образом потерями, возникающими в электромагнитном и в двигателе вибропривода (постоянного или переменного тока).

Соответствующие алгоритмы универсальной системы управления виброприводами могут быть оптимизированы по результатам моделирования процессов, происходящих в приводах данного типа и их элементах.

Выводы

1. При формировании низкочастотных механических колебаний необходимо решить вопрос об их амплитуде, обеспечивающей достаточно большое перемещение рабочего органа. Во многом это зависит от того, регулируется ли частота вибратора или поддерживается стабильной в соответствии с требованиями технологического процесса.

2. Переход к нечеткому регулированию в виброприводе с двигателем постоянного тока позволяет сократить время переключения процесса за счет уменьшения перерегулирования и тем самым сэкономить энергию.

3. Во всех типах приводов контроль и управление частотой и амплитудой колебаний исполнительного органа, а также температурой соответствующего вибратора – электромагнита, обмоток двигателя и других подвижных частей вибропривода обеспечивают повышение производительности и качества соответствующего технологического процесса.

Список литературы

1. Yaguchi H., Sakuma S. Vibration Actuator Capable of Movement on Magnetic Substance Based on New Motion Principle // J. Vibroeng. 2017. № 19. P. 1494–1508.
2. Kurnik W., Perek A., Kinematically excited vibration of an asymmetric rotor/bearing system with magnetic lubricant // Machine Dynamics Research. 2015. № 39. 4. P. 5–19.
3. Susdorf V., Meshkov A., Min Aung. Microcontroller Control of Series Excitation Motor. 2019. DOI: 10.1109/FarEastCon.2018.8602556.
4. Thorat A.A., Suhas Yadav, Patil S.S. Implementation of Fuzzy Logic System for DC Motor Speed Control using Microcontroller // International Journal of Engineering Research and Applications. 2013. Vol. 3, Is. 2. P. 950–956.
5. Shekhar S., Sharma N., Roy H.K., Das A.S., Dutt J.K. Vibration control of rotor shaft systems using electromagnetic actuator // J. Mechanisms and Machine Science. 2014. № 21. DOI: 10.1007/978-3-319-06590-8 116.
6. Das A.S., Nighil M.C., Dutt J.K., Irretier H. Vibration control and stability analysis of rotor-shaft system with electromagnetic exciters // Mechanism and Machine Theory. 2007. Vol. 43. Is. 10. P. 1295–1316.

УДК 004.056.55:004.932.2
DOI 10.17513/snt.39725

ЗАЩИТА ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ОТ НЕПРАВОМЕРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАРКИРОВАНИЕМ НА ОСНОВЕ МОДУЛЯЦИИ ИНДЕКСА КВАНТОВАНИЯ

¹Земцов А.Н., ²Чан Зунг Хань

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

²Национальный экономический университет, Ханой

Кодирование графической информации с целью обеспечения правомерного использования при визуализации, обработке изображений и многомодальном взаимодействии в социкиберфизических системах очень важно. Методы, основанные на квантовании информации, сегодня широко используются в существующих системах компьютерной графики в составе подсистемы обеспечения информационной безопасности из-за низкой вычислительной сложности и возможности работы в слепом режиме. Выделение требуемых для выполнения встраивания цифрового водяного знака областей на изображении может осуществляться путем анализа и обработки массива яркостной компоненты, для чего в предлагаемом алгоритме структуры графической информации в исходном цветовом пространстве преобразуются в пространство YCbCr. Устойчивость к геометрическим атакам остается одной из самых сложных и актуальных задач в исследованиях защиты графической информации. С целью повышения робастности предлагается использовать преимущества встраивания в частотную область вместе с квантованием индекса модуляции. Результаты экспериментов были проанализированы с использованием типовых показателей оценки эффективности работы алгоритма встраивания стегосообщения на наборе эталонных изображений. На основе проведенного анализа результатов экспериментов обоснована эффективность предлагаемого алгоритма защиты от неправомерного использования структур данных графической информации на основе модуляции индекса квантования.

Ключевые слова: авторское право, дискретное косинусное преобразование, DCT, QIM, модуляция индекса квантования, результат интеллектуальной деятельности, стеганография, скрытие данных, цифровой водяной знак, защита информации

SECURING OF IMAGES FROM UNAUTHORIZED USE BASED ON QUANTIZATION INDEX MODULATION

¹Zemtsov A.N., ²Tran Dung Khanh

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

²National Economics University, Hanoi

The coding of graphical information to ensure legitimate use in visualization, image processing and multi-modal interaction in socio-cyber-physical systems plays an important role. Methods based on information quantization are widely used today in existing computer graphics systems as part of the information security subsystem due to low computational complexity and the ability to work in blind mode. The selection of areas required for embedding a digital watermark on an image can be carried out by analyzing and processing an array of brightness components, for which, in the proposed algorithm, the structures of graphic information in the original color space are converted to the YCbCr space. Resistance to geometric attacks remains one of the most complex and urgent problems in the study of the protection of graphic information. In order to improve robustness, it is proposed to take advantage of frequency domain embedding along with modulation index quantization. The results of the experiments were analyzed using typical indicators for evaluating the effectiveness of the stego message embedding algorithm on a set of reference images. Based on the analysis of the experimental results, the effectiveness of the proposed algorithm for protecting against misuse of data structures of graphic information based on the modulation of the quantization index is substantiated.

Keywords: copyright, discrete cosine transform, DCT, quantization index modulation, QIM, result of intellectual activity, steganography, data hiding, digital watermark, information security

В связи с быстро меняющейся политической и экономической обстановкой в мире вопросы обеспечения достоверности данных в системах обработки и визуализации графической информации, при многомодальном взаимодействии в социкиберфизических системах, в многомодальных биометрических системах, в том числе с использованием стеганографических методов защиты [1, с. 8; 2, с. 9], построения доверенной вычислительной среды [3, с. 6] становятся

особенно актуальными. Типичными приложениями многомодального взаимодействия в социкиберфизических системах являются защита конфиденциальных голосовых данных при передаче [4], защита персональных данных, шифрование изображений, например, в составе медицинской информационной системы хранения и обработки результатов обследований [5], защита прав интеллектуальной собственности при распространении цифровых обучающих материалов [6]

и т.п. Под цифровой стегосистемой в данной работе понимается совокупность методов и средств, используемых для организации скрытого канала передачи цифровых данных в стегоконтейнере [2, с. 10].

Стеганографические методы могут использовать пространственную область стегоконтейнера для защиты от неправомерного использования графической информации [7, 8].

Подобные методы сталкиваются с тем, что биты стегосообщения привязаны к определенному месту в изображении, и существует множество причин, приводящих к потере синхронизации между системой защиты и детектором стегосообщений. Геометрические атаки нарушают синхронизацию, что приводит к некорректному извлечению встроеного стегосообщения. Робастные стегосистемы защиты графической информации должны гарантировать устойчивость и к геометрическим атакам, что обуславливает необходимость встраивания данных в частотной области [9].

По сравнению с пространственными схемами встраивания цифровых водяных знаков, методы на основе встраивания в частотную область более надежны, поскольку водяной знак встраивается путем коррекции коэффициентов спектрального преобразования. Как следствие, для защиты графической информации от неправомерного использования был предложен ряд надежных методов встраивания цифровых водяных знаков, работающих в домене преобразования. Наиболее широко используемыми преобразованиями являются дискретное косинусное преобразование [10], дискретное вейвлет-преобразование [11], дискретное преобразование Фурье [12].

В связи с этим устойчивость к геометрическим атакам остается одной из самых сложных и актуальных задач в исследованиях защиты графической информации. Цель исследования заключается в разработке алгоритма кодирования изображений, позволяющего обеспечить требуемую робастность при низких значениях среднеквадратичной ошибки.

Предлагаемый алгоритм защиты графической информации

Многие методы обработки и визуализации графической информации, в том чис-

ле при многомодальном взаимодействии в социкиберфизических системах, традиционно устойчивы к различным типовым операциям, производящимся в промежуточных устройствах и конечных социкиберфизических системах, таким как сжатие с потерей информации, выполнение процедур фильтрации различными алгоритмами обработки изображений, цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразования, кадрирование [13], но менее устойчивы к определенным типам вредоносных атак.

Формат сжатия цифровых изображений JPEG на сегодняшний день является наиболее распространенным форматом кодирования цифровых изображений и представлен на рынке колоссальным количеством как программных, так и аппаратных реализаций. В основе формата сжатия цифровых изображений JPEG лежит одноименный алгоритм, приведенный на рис. 1, который работает как с цифровыми изображениями в режиме оттенков серого, так и с цветными цифровыми изображениями.

Основным в алгоритме JPEG является этап вычисления значений спектральных коэффициентов дискретного косинусного преобразования, которое является разновидностью преобразования Фурье [14]. Дискретное косинусное преобразование относится к спектральным ортогональным декоррелирующим преобразованиям. В результате вычисления такого преобразования получается разложение исходного цифрового изображения по базисным функциям этого ортогонального преобразования.

Предваряет вычисление дискретного косинусного преобразования этап прореживания цветовой компонент, которые разбиваются на блоки размером 8×8 пикселей. Для вычисления дискретного косинусного преобразования матрицы значений размером 8×8 существует быстрый алгоритм, основанный на умножении матриц. Вычисление дискретного косинусного преобразования производится отдельно для каждой из цветовой компонент Y , Cb и Cr . В случае, когда размеры исходного цифрового изображения не кратны 8, то с целью заполнения недостающих данных добавляется соответствующее количество строк и/или столбцов.



Рис. 1. Алгоритм JPEG

Обозначим через I – исходный или пустой стегоконтейнер, W – цифровой водяной знак, $W = \{\omega_{ij} | \omega_{ij} \in \{0,1\}\}$, а I_w – результирующее изображение с внедренным в него цифровым водяным знаком, тогда I_{xy} – значение интенсивности пикселя с координатами x и y , и прямое преобразование запишется в следующем виде:

$$d_{ij} = \frac{1}{4} C_i C_j \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 I_{xy} \cos\left(\frac{(2y+1)j\pi}{16}\right) \cos\left(\frac{(2x+1)i\pi}{16}\right), \quad (1)$$

$$\text{где } C_f = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & f = 0 \\ 1, & f > 0, \quad i \geq 0, j \leq 7 \end{cases}.$$

В результате вычисления этого ортогонального преобразования получается матрица спектральных коэффициентов d_{ij} размером 8×8 , величины которых убывают от левого верхнего угла матрицы по направлению к правому нижнему углу, а многие коэффициенты, как показано на рис. 2, либо близки по значению, либо равны нулю.



Рис. 2. Результат вычисления дискретного косинусного преобразования в блоках размером 8×8 пикселей

При встраивании в стегоконтейнер цифрового водяного знака необходимо учитывать особенности вычисления декоррелирующего преобразования, в том числе дискретного косинусного, когда в низкочастотном спектральном коэффициенте, который располагается в левом верхнем углу каждого блока 8×8 пикселей, содержится основная доля информации данного блока.

Функция E_{nb} непосредственно встраивания стегосообщения осуществлялась в алгоритме JPEG на этапе квантования с помощью метода модуляции индекса квантования [15], являющегося одним из популярных методов маркирования графической информации [16]. Основная идея модуляции индекса квантования заключается в изменении квантованного с заданным шагом значения спектрального коэффициента в зависимости от значения бита ω_{ij} стегосообщения W [17].

Использование модуляции индекса квантования в приложениях с цифровыми водяными знаками для защиты авторских прав на графическую информацию с помощью внедрения заданного цифрового водяного знака в структуры данных изображения обеспечивает хороший компромисс высокой полезной нагрузки, уровня искажений и робастности.

Детектор осуществляет сравнение по кодовому расстоянию извлеченного значения со значениями квантователя. Модифицированные с помощью метода модуляции индекса квантования спектральные коэффициенты используются для замены соответствующих исходных коэффициентов d_{ij} в каждом блоке 8×8 при выполнении процедуры реконструкции с помощью вычисления обратного преобразования [18] для последующего получения изображения I_w со встроенным цифровым водяным знаком:

$$b_{xy} = \frac{1}{4} \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 C_i C_j d_{ij} \cos\left(\frac{(2y+1)j\pi}{16}\right) \cos\left(\frac{(2x+1)i\pi}{16}\right). \quad (2)$$

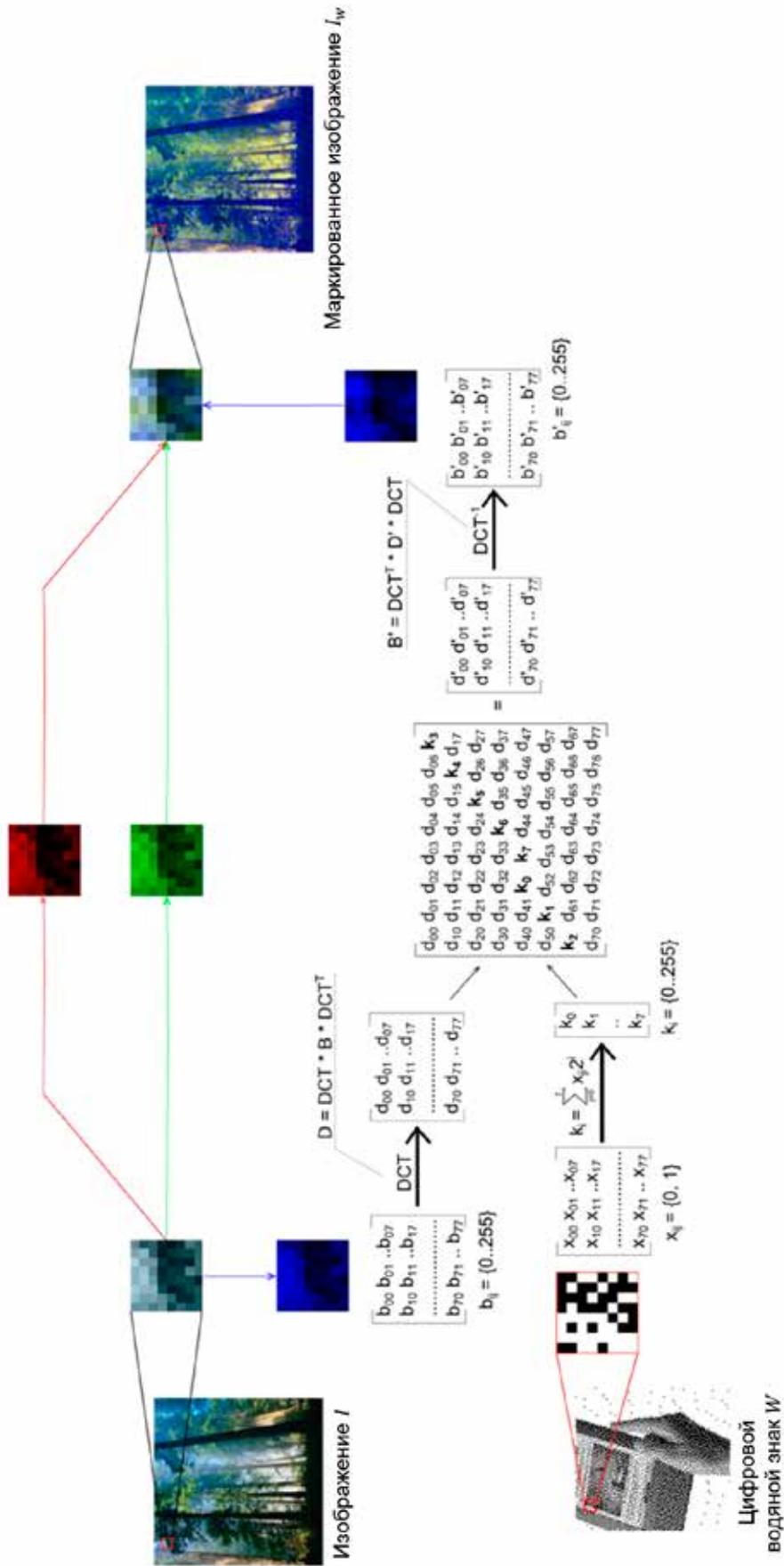


Рис. 3. Схема внедрения стегосообщения в спектральные коэффициенты

На рис. 3 представлена обобщенная схема внедрения данных в спектральные коэффициенты дискретного косинусного преобразования.

Необходимо отметить, что также был разработан вариант реализации, совместимый со стандартизованными декодерами, когда для выделения требуемых для выполнения встраивания цифрового водяного знака областей на изображении осуществляется путем анализа и обработки массива яркостной компоненты, для чего в предлагаемом алгоритме структуры графической информации в исходном цветовом пространстве RGB производится преобразование в пространство $YCbCr$ [19]:

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.29900000 & 0.58700000 & 0.11400000 \\ -0.16873600 & -0.33126400 & 0.50000000 \\ 0.50000000 & -0.4186680 & -0.08131200 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где в Y хранится яркостная компонента, в Cb и Cr кодируются, соответственно, синяя и красная цветоразностные компоненты.

Обратное преобразование из цветового пространства $YCbCr$ в исходное пространство RGB осуществляется умножением вектора $YCbCr$ на обратную матрицу:

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1.402 \\ 1 & -0.34414 & -0.71414 \\ 1 & 1.772 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y \\ C_b - 128 \\ C_r - 128 \end{bmatrix}. \quad (4)$$

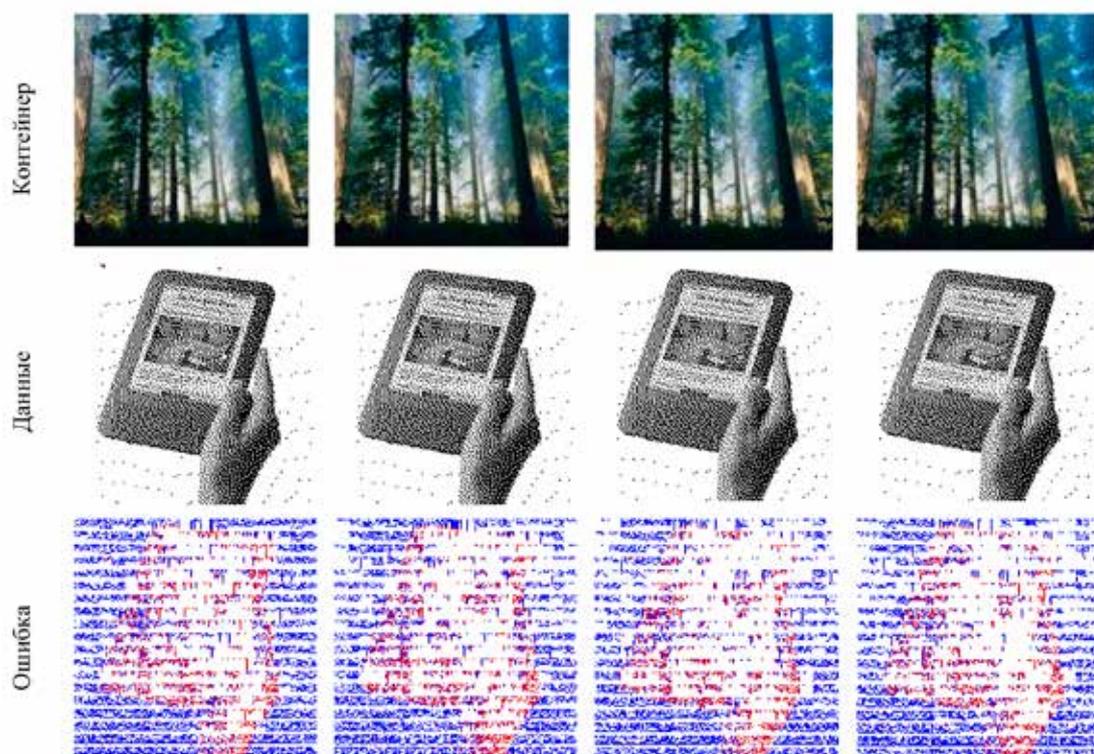


Рис. 4. Результаты встраивания и извлечения цифровых водяных знаков

Результаты экспериментов

Для любого метода защиты цифровых изображений от неправомерного использования важно, чтобы встраивание стегоданных в структуры данных графической информации не вызывало значительного ухудшения

их качества, и в то же время встраивание должно характеризоваться достаточной надежностью извлечения, чтобы выдерживать злонамеренные атаки, а также типовую обработку данных, производящуюся в промежуточных и конечных устройствах.

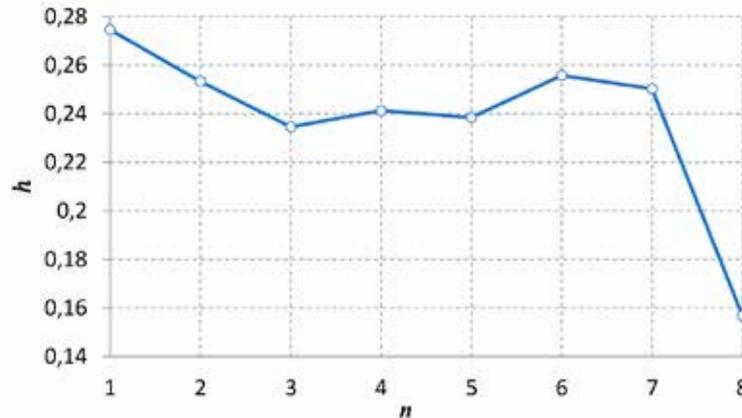


Рис. 5. Зависимость h от n

Защита графической информации от неправомерного использования маркированием в частотной области неизбежно приводит к искажению исходного стегоконтейнера. Оценка искажений особенно важна в силу того, что может дать подсказки для повышения эффективности использования водяных знаков. Кроме того, оценка искажений является мерой противодействия злонамеренным скрытым сетевым взаимодействиям.

В результате проведения исследования было установлено, что наличие стегосообщения, встроенного с помощью метода модуляции индекса квантования, может быть обнаружено на основе анализа гистограмм коэффициентов. Примеры результатов встраивания и извлечения маркированием графической информации стегоданными в частотной области представлены на рис. 4.

На рис. 5 показана зависимость коэффициента битовых ошибок h от места встраивания n . Емкость встраивания составила от одного бита до 8 битов на блок 8×8 пикселей. Встраивая более одного бита в блок пикселей, можно увеличить емкость встраивания, но в этом случае робастность будет меньше. Необходимо отметить, что при проведении экспериментов в качестве меры искажений, вносимых в структуру графической информации алгоритмом кодирования, были использованы принятые в теории связи показатели, такие как среднее квадратическое отклонение

$$MSE = \frac{\sum_{x,y} (I_{x,y} - I_{Wx,y})^2}{N_1 N_2}$$

и пиковое отношение сигнала к шуму

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(N_1 N_2 \frac{\max_{x,y} I_{x,y}^2}{\sum_{x,y} (I_{x,y} - I_{Wx,y})^2} \right) [20].$$

Размеры N_1 и N_2 исследуемого исходного изображения I указаны в пикселях, $I_{x,y}$ – яркость пикселя с координатами x, y в исходном изображении, $I_{Wx,y}$ – яркость пикселя в модифицированном изображении.

В случае геометрических атак нарушаются границы блоков 8×8 пикселей, что приводит к существенному искажению матриц спектральных коэффициентов дискретного косинусного преобразования и резкому увеличению количества битовых ошибок, особенно с увеличением емкости встраиваемого цифрового водяного знака.

Заключение

Предложен алгоритм защиты графической информации от неправомерного использования в частотной области на основе метода модуляции индекса квантования с высокой полезной нагрузкой и достаточной робастностью. Алгоритм целесообразно использовать в приложениях и сервисах, ориентированных на хранение, обработку и передачу цифровых изображений, при реализации правомерного доступа к которым представляется вероятным нарушение права собственности на цифровые изображения. Дополнительно было установлено, что стегосообщения, внедренные в спектральные коэффициенты дискретного косинусного преобразования с помощью метода модуляции индекса квантования, чувствительны к подмешиванию данных. Подмешиваемые данные сглаживают специфические искажения гистограммы изображения, являющиеся следствием процесса квантования с помощью метода модуляции индекса квантования, существенно искажающего гистограммы спектральных коэффициентов. С помощью анализа гистограммы спектральных коэффициентов можно обнаружить присутствие в стегоконтейнере данных, встроенных с помощью метода модуляции индекса

квантования. Кроме того, при подмешивании данных стегосообщение полностью стирается с незначительным ухудшением или без ухудшения качества изображения.

Список литературы

1. Коржик В.И., Красов А.В. Цифровая стеганография: учебник. М.: ООО «КноРус». 2023. 324 с.
2. Земцов А.Н. Методы цифровой стеганографии для защиты авторских прав: монография. Saarbrücken: LAP Lambert, 2012. 148 с.
3. Красов А.В., Гельфанд А.М., Коржик В.И., Котенко И.В., Петрив Р.Б., Сахаров Д.В., Ушаков И.А., Шариков П.И., Юркин Д.В. Построение доверенной вычислительной среды: монография. СПб.: ИП Петрив Роман Богданович, 2019. 108 с.
4. Земцов А.Н. Робастный метод стеганографической защиты звуковых данных // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2011. № 11 (84). С. 138–140.
5. Бабенко Л.К., Шумилин А.С., Алексеев Д.М. Алгоритм обеспечения безопасности конфиденциальных данных медицинской информационной системы хранения и обработки результатов обследований // Известия ЮФУ. Технические науки. 2020. № 5 (215). С. 6–16.
6. Земцов А.Н. Стеганографические алгоритмы в электронном обучении // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2012. № 2–2. С. 112–118.
7. Wang H., Su Q. A color image watermarking method combined QR decomposition and spatial domain // Multimedia Tools and Applications. 2022. Vol. 81. P. 37895–37916.
8. Земцов А.Н., Чан Зунг Хань. Защита графической информации от неправомерного использования маркированием в пространственной области // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 12–2. С. 211–216.
9. Gupta S., Saluja K., Solanki V., Kaur K., Singla P., Shahid M. Efficient methods for digital image watermarking and information embedding. Measurement: Sensors. 2022. Vol. 24. DOI: 10.1016/j.measen.2022.100520.
10. Wang Y., Luo Y., Wang Z., Pan H. A Hidden DCT-Based Invisible Watermarking Method for Low-Cost Hardware Implementations // Electronics. 2021. Vol. 10, Is. 12. DOI: 10.3390/electronics10121465.
11. Annadurai C., Nelson I., Devi K.N., Manikandan R., Gandomi A.H. Image Watermarking Based Data Hiding by Discrete Wavelet Transform Quantization Model with Convolutional Generative Adversarial Architectures // Applied Sciences. 2023. Vol. 13, Is. 2. DOI: 10.3390/app13020804.
12. Cedillo-Hernandez M., Cedillo-Hernandez A., Garcia-Ugalde F.J. Improving DFT-Based Image Watermarking Using Particle Swarm Optimization Algorithm // Mathematics. 2021. Vol. 9, Is. 15. DOI: 10.3390/math9151795.
13. Шемякина Ю.А., Жуковский А.Е., Коноваленко И.А., Николаев Д.П. Алгоритм автоматического кадрирования цифровых изображений при проективном преобразовании // Труды Института системного анализа Российской академии наук. 2018. Т. 68, № S1. С. 142–149.
14. Земцов А.Н. Сравнительный анализ эффективности методов сжатия изображений на основе дискретного косинусного преобразования и фрактального кодирования // Прикладная информатика. 2011. № 4. С. 90–104.
15. Chen B., Wornell G.W. Quantization index modulation: A class of provably good methods for digital watermarking and information embedding // IEEE Trans. Inf. Theory. 2001. Vol. 47. P. 1423–1443.
16. Yu X., Wang C., Zhou X. A Survey on Robust Video Watermarking Algorithms for Copyright Protection // Applied Sciences. 2018. Vol. 8, Is. 10. DOI: 10.3390/app8101891.
17. Wu Z., Li R., Yin P., Li C. Steganalysis of Quantization Index Modulation Steganography in G.723.1 Codec // Future Internet. 2020. Vol. 12, Is. 1. DOI: 10.3390/fi12010017.
18. Земцов А.Н. Сравнительный анализ эффективности методов сжатия изображений на основе дискретного косинусного преобразования и фрактального кодирования // Прикладная информатика. 2011. № 5. С. 77–84.
19. He J., Xu X., Wang D., Guo T. Image Highlight Elimination Method Based on the Combination of YCbCr Spatial Conversion and Pixel Filling // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2021. Vol. 1303. P. 1303–1309.
20. Panwar P., Dhall S., Gupta S. A multilevel secure information communication model for healthcare systems // Multimedia Tools and Applications. 2021. Vol. 80. P. 8039–8062.

УДК 658.51:004
DOI 10.17513/SNT.39726

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ, РЕАЛИЗУЮЩИМИ МУЛЬТИПРОЕКТНУЮ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Ивлев М.А., Рябов Д.Е.

*ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева»,
Нижегород, e-mail: ivlev-ma@yandex.ru*

С позиций общей теории систем, теории управления организационными системами (ОС) проведен краткий анализ объекта исследования – предприятия, выполняющего сквозное проектирование-изготовление многопрофильной продукции в рамках мелкосерийного типа производства. Предметом анализа выбраны следующие взаимосвязанные факторы, определяющие эффективность управления ОС. Во-первых, охарактеризована их деятельность как совокупность проектов, не связанных общей целью или общими потребителями и выполняемых разнородными коллективами разработчиков, но использующих общие производственные ресурсы. Такая особенность рассматриваемых систем в условиях ограниченного количества производственных мощностей определяет необходимость приоритетного планирования, оперативного мониторинга их загрузки и гибкого управления рабочим временем подразделений. Во-вторых, разнообразие видов и значительные объемы продукции обусловили определение общей структуры управления ОС как иерархической системы, каждый вышераположенный слой которой агрегирует объекты управления (проекты) нижерасположенных уровней иерархии. Это требует разработки адекватных механизмов структурной декомпозиции ОС. В-третьих, выявлены требования к информационному обеспечению ОС: формирование результатной информации должно учитывать возможности ее восприятия лицами, принимающими решения на разных иерархических уровнях, а также количество видов, объемы, сроки поставки выпускаемой продукции и требование инвариантности к разнообразию производственных технологий. На основе рассмотренных факторов сформулированы первоочередные задачи повышения эффективности механизма управления мультипроектными иерархическими организационными системами.

Ключевые слова: организационные системы, иерархические системы, управление, лица, мультипроектная деятельность, принимающие решения, восприятие результатной информации

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY FACTORS OF THE MANAGEMENT OF ORGANIZATIONAL SYSTEMS IMPLEMENTING MULTI-PROJECT SCIENTIFIC AND PRODUCTION ACTIVITIES

Ivlev M.A., Ryabov D.E.

*Nizhniy Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev, Nizhniy Novgorod,
e-mail: ivlev-ma@yandex.ru*

From the standpoint of the general theory of systems, the theory of management of organizational systems (OS), a brief analysis of the object of study is carried out – an enterprise that performs end-to-end design and manufacture of diversified products within the framework of a small-scale type of production. The subject of the analysis is the following interrelated factors that determine the effectiveness of OS management. First, their activities are characterized as a set of projects that are not related to a common goal or common consumers and are carried out by heterogeneous teams of developers, but use common production resources. Such a feature of the considered systems in the conditions of a limited number of production capacities determines the need for priority planning, operational monitoring of their load and flexible management of the working time of departments. Secondly, the variety of types and significant volumes of products led to the definition of the general structure of OS management as a hierarchical system, each higher layer of which aggregates control objects (projects) of lower levels of the hierarchy. This requires the development of adequate mechanisms for OS structural decomposition. Thirdly, the requirements for information support of the OS are identified: the formation of the resulting information should take into account the possibility of its perception by decision makers at different hierarchical levels, as well as the number of types, volumes, delivery times for manufactured products and the requirement of invariance to a variety of production technologies. On the basis of the considered factors, the primary tasks of increasing the efficiency of the mechanism for managing multi-project hierarchical organizational systems are formulated.

Keywords: organizational systems, hierarchical systems, management, multi-project activities, decision makers, perception of resulting information

В настоящее время среди успешных и развивающихся промышленных предприятий выделяется группа организаций отраслей приборо- и машиностроения, имеющих проектно-технологический характер дея-

тельности и выраженную диверсификацию выпускаемой наукоемкой продукции (а также изделий собственного потребления, являющихся компонентами конечной продукции), конструкторско-технологические

решения которой приняты с ориентацией на имеющуюся производственную базу предприятия. При этом характерными особенностями жизненного цикла (ЖЦ) создания товарной продукции является различие в процессах ее проектирования (разработки), большая ее номенклатура и организация ЖЦ в виде соответствующих проектов [1, 2]. Укрупненные стадии сквозного ЖЦ проектирования-производства промышленных предприятий указанных отраслей приведены на рис. 1.

Таким образом, проект понимается как завершённый ЖЦ изготовления новой продукции или ее модернизации – цикл работ, обеспечивающий достижение определенных целей и требующий для этого необходимых и достаточных ресурсов. В статье выделены две стадии ЖЦ: стадия разработки и стадия производства. Целью первой является выпуск конструкторско-технологической документации и опытного образца продукции, целью второго – изготовление плановой серии продукции.

Количество таких проектов на ряде подобных предприятий (объект исследования) составляет величину от сотен до десятков тысяч. Рассмотрим влияние ключевых факторов (предмет исследования), имеющих место на этих предприятиях, на эффективность функционирования организации и на методы управления. Первоочередной задачей анализа является ресурсная проблема [1, 2].

Материалы и методы исследования

В статье применены системный и ресурсный подходы как методы исследования [3–5].

Ключевые ресурсы организационной системы и их загрузка

Как следует из мультипроектного характера деятельности рассматриваемых

организационных систем, вида товарной продукции и структуры ЖЦ проектирования-производства (рис. 1), различие видов реализуемых проектов состоит в специфике процессов разработки. Последние в условиях изменяющегося спроса потребителя (каждая удовлетворенная потребность рождает новую) и высокой конкуренции производителей предпринимаются последними практически без перерыва (именно это обстоятельство и определяет проектный характер деятельности и мелкосерийный тип производства).

Как правило, разработка является узкоспециализированной деятельностью, поскольку конструкторско-технологические задачи являются уникальными, инновационными, методы их решения постоянно совершенствуются, и поэтому средства разработки – ресурсы, требуемые для ее выполнения (приборы и оборудование, исполнители-специалисты), в своем большинстве не могут быть применены на других проектах.

Следовательно, на стадии разработки проекты, выполняемые на таком предприятии, не являются конкурентами за ресурсы предприятия.

Другой характер имеет стадия производства: многие (если не все) изделия приборо- и машиностроения проходят следующие типовые и, как правило, последовательно применяемые подстадии цикла их изготовления (рис. 2).

Примерами приведенных подстадий промышленного производства являются:

- для заготовительного производства: отрезка, вырубка, пробивка;
- для обрабатывающего производства: обработка металла резанием, штамповка, литье;
- для производства покрытий: получение гальванических, лакокрасочных покрытий, покрытий, получаемых химическим способом;

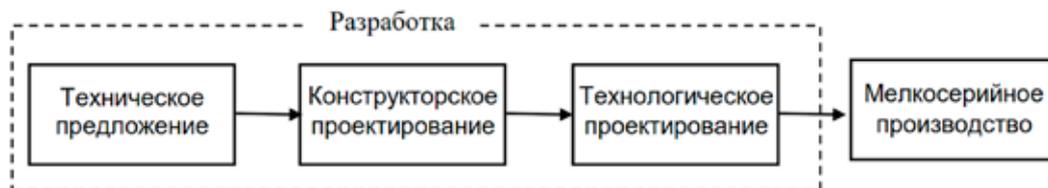


Рис. 1. Стадии ЖЦ проектирования-производства продукции

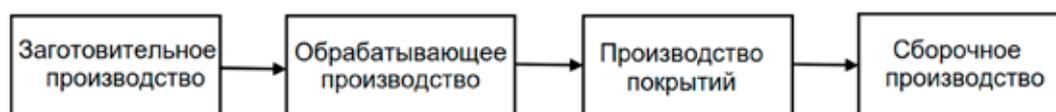


Рис. 2. Этапы промышленного производства

– для сборочного производства: сварочное производство, пайка деталей и компонентов изделия, сборка разъемными соединениями.

Отличительной особенностью современного функционирования предприятий является стремление их руководства обеспечить конкурентоспособность и долгосрочную финансовую устойчивость не только за счет максимальной диверсификации видов продукции, но и путем промышленного производства всей серии продукции, поставляемой заказчику, не ограничиваясь изготовлением только опытного образца, передаваемого как прототип серийному заводу для тиражирования – как это было в прежние времена в годы стабильной внешнеэкономической обстановки и регулярных заказов, в том числе заказов иностранных партнеров.

Это обстоятельство означает то, что разрабатывающие подразделения научно-производственного предприятия, передавая на общую производственную базу предприятия полученные в ходе выполнения каждого проекта результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, загружают (используют) ее неограниченные ресурсы. Таким образом, очевидно, что ограниченные производственные мощности предприятия являются узким местом цикла проектирования-производства конечного продукта, иллюстрация которого представлена на рис. 3.

Перегрузка (недостаток) производственного ресурса усугубляется тем, что реализуемые предприятием проекты характеризуются различными трудоемкостями работ, относящихся к подстадиям ЖЦ производства, представленным на рис. 2.

Принятие решений по распределению производственных ресурсов между отдельными проектами требует применения соот-

ветствующих инструментов поддержки. Известны примеры практической разработки и внедрения в практику методов и средств формализованного и информационного обеспечения управления ресурсами [6–8]. Так, в автоматизированной системе управления проектами Spider Project реализована опция, позволяющая выявить, а затем сделать попытку в автоматическом режиме устранить проблему перегрузки возобновляемых ресурсов. Однако, во-первых, этот механизм управления ресурсами позволяет решить указанную проблему лишь в узком классе практических задач, а именно в тех случаях, в которых объем и номенклатура ресурсов уже заблаговременно заданы и запланированы и нет возможности оперативно ввести и использовать резервы ресурсов, например, за счет введения новой рабочей смены, и, во-вторых, решение ресурсной проблемы практически всегда (за редким исключением) сопровождается увеличением времени выполнения проектов (длительности критического пути), что в условиях жестких договорных сроков поставки продукции является нежелательным или невозможным.

Иерархическая структура организационной системы

Мультипроектный характер функционирования рассматриваемой организационной системы диктует необходимость применения многоуровневой иерархической управленческой структуры [4, 5]. Это объясняется ограниченными возможностями лиц, принимающих управленческие решения (ЛПР), при управлении десятками и сотнями проектов.

Альтернативой такой оргструктуре является матричная модель, широко применяемая в управлении проектной деятельностью.

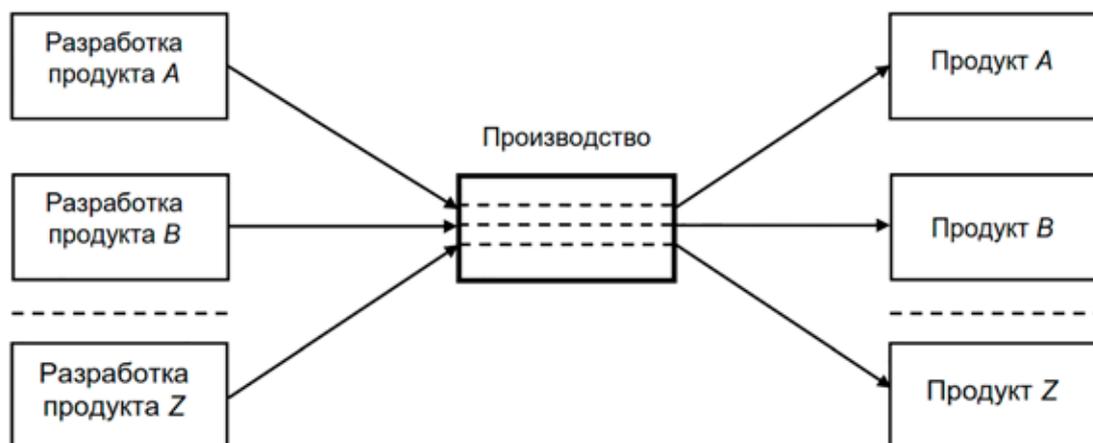


Рис. 3. Производственная база предприятия как «узкое место» ЖЦ проектов



Рис. 4. Иерархическая структура управления ОС

Однако применение матричной («плоской») оргструктуры с принятием окончательных решений по каждому проекту высшим руководством в данном случае (случай «тирания количества проектов») чревато принятием нерациональных решений или запаздыванием в принятии решений. Если же для исключения этих недостатков в матричной оргструктуре делегировать подобные полномочия непосредственным руководителям проектов, то неизбежны конфликты за ресурсы между ними, с одной стороны, и руководителями функциональных подразделений, с другой стороны. Поэтому, несмотря на некоторые недостатки иерархических оргструктур, рассматриваемые ниже, многие ведущие предприятия, в частности предприятия электронного приборостроения Нижнего Новгорода, применяют иерархические ОС.

Известны практические примеры реализации иерархических организационных систем на основе применения так называемых «проектных офисов», руководители которых выполняют функции мониторинга, контроля и коррекции хода выполнения группы (групп) проектов [2]. На рис. 4 представлена обобщенная иерархическая структура управления.

Низший уровень (уровень Р) составляют руководители отдельных проектов, средний уровень (уровни) – руководители направлений работы (руководители отделов, офисов), высший уровень системы принятия решений (уровень М) – руководство организации.

Одной из основных задач проектирования иерархических систем является задача структурного синтеза [9]. В практике

управления проектами решена задача построения иерархической структуры проекта, однако применение методики ее решений для рассматриваемого случая затруднительно по следующим причинам:

- иерархическая организационная структура (рис. 4) формируется в направлении «от руководителя иницируемого проекта к руководителю организации», то есть «снизу вверх», в то время как иерархическая структура работ проекта формируется в направлении «от всего объема работ к его частям (фазам и операциям)», то есть «сверху вниз»;

- рассматриваемая организационная система включает активные компоненты (руководители проектов, руководители направлений (дивизионов) и функциональных подразделений и др.) [3], в то время как декомпозиция проектов учитывает только количество и производительность возобновляемых ресурсов (исполнителей работ, рабочих мест, участков, цехов), не фиксируя их предпочтения;

- структурная декомпозиция проектов выполняется в основном эвристическими процедурами, на основе опыта выполнения их частей, которые и считаются операциями – элементами структуры низшего уровня, то есть без формализованной поддержки, что не всегда приводит к оптимальным или рациональным решениям.

Информационное обеспечение механизма управления ОС

Следующим фактором, связанным с предыдущими и определяющим эффективность управления ОС, является качество информационного обеспечения управления – обеспечение результатной информа-

цией лиц, принимающих решения, базирующегося на соответствующем математическом обеспечении. Примеры последнего приведены в работах [10, 11].

Как показано выше, критическим ресурсом мультипроектной ОС является ее производственная мощность. Именно формирование плановой загрузки и (что более важно для проектной деятельности) контроль баланса плановой и фактической загрузки производственного ресурса по всем выполняемым проектам составляет суть управленческих решений [6–8]. Следовательно, формирование плановых заданий с максимальной загрузкой производственных подразделений и оперативное устранение указанного дисбаланса в процессе изготовления продукции определяют эффективность функционирования и механизма управления ОС предприятия. В свою очередь, содержание и форма информационного обеспечения этого механизма непосредственно зависят от уровня иерархии ОС, на котором принимаются управленческие решения.

К требованиям к информационному обеспечению следует отнести:

- исключение информационной перегрузки лиц, принимающих решения на различных уровнях иерархии;
- применение на низших уровнях преимущественно количественных шкал описания управляемых объектов, а на верхних уровнях – качественных шкал;
- применение сжатия объема результирующей информации для вышерасположенных уровней на основе визуализации данных;

– использование вида представления результирующей информации инвариантного к характеру реализуемых проектов и виду требуемых ресурсов;

– содержание информации должно соответствовать средствам управления (управляемым входам системы управления ОС) и обеспечивать поддержку решений ЛПР (индикаторы производственной ситуации или проблемы должны «подсказывать» возможные рациональные или оптимальные решения);

– форма и объем информационного обеспечения должны соответствовать эргономическим требованиям и когнитивным возможностям ЛПР [12];

– схемы информационных потоков должны отражать варианты вертикальных и горизонтальных взаимодействий ЛПР разных иерархических уровней.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотренные факторы эффективности управления ОС в виде графа представлены на рис. 5.

Граф показывает состав ключевых факторов эффективности механизма управления ОС и их взаимосвязи (иллюстрированы пунктирными дугами), выявленные в материалах исследования.

Из приведенных материалов и их графической интерпретации (рис. 5) следует, что первоочередными задачами формирования механизма управления мультипроектной ОС являются:

- разработка методики построения оптимальной структуры ОС как многоуровневой иерархической системы;



Рис. 5. Взаимосвязанные факторы эффективности механизма управления ОС

– выбор и обоснование производственного ресурса, управляемого на всех уровнях иерархической системы управления (инвариантного к уровням иерархии);

– выбор и обоснование содержания и формы необходимой и достаточной резульатной информации (как информационного ресурса [13–15]), предоставляемой лицам, принимающим решения на разных уровнях иерархической структуры.

Список литературы

1. Ивлев М.А. Анализ подходов к управлению производственной организацией в задачах проектирования и развития инновационной продукции // *Современные наукоемкие технологии*. 2015. № 9. С. 29–34.
2. Ивлев М.А. Методология и технологии управления социально-экономическими системами при проектировании и развитии инновационного продукта: автореф. дис. ... докт. техн. наук. Уфа, 2014. 32 с.
3. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. М.: МПСИ, 2005. 584 с.
4. Месарович М.Д. Общая теория систем и ее математические основы // *Исследования по общей теории систем*. М.: Прогресс, 1969. С. 165–180.
5. Ивлев М.А. Системная модель интерактивного управления // *Экономика и менеджмент систем управления*. 2015. № 2 (16). С. 30–36.
6. Ризванов Д.А. Методологические основы принятия решений при управлении ресурсами в сложных системах // *Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова*. 2018. Т. 21, № 4. С. 200–207.
7. Ризванов Д.А., Юсупова Н.И. Математическое и программное обеспечение для информационной поддержки принятия решений при управлении ресурсами сложных систем // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 10–2. С. 294–298.
8. Ризванов Д.А., Чернышев Е.С. Информационное и алгоритмическое обеспечение планирования производственных мощностей // *Интеллектуальные системы в производстве*. 2020. № 4. С. 117–125.
9. Попович А.Ю., Цыгичко В.Н. Проблема синтеза иерархических структур управления // *Труды ИСА РАН*. 2009. Т. 41. С. 233–246.
10. Ивлев М.А. Математические основы теории производства-потребления: определение вида, структуры и параметров моделей // *Бизнес-информатика*. 2013. № 1 (23). С. 10–18.
11. Ивлев М.А. Математические основы теории производства-потребления: характеристика и условия непротиворечивости графовых моделей // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 1-3. С. 707–713.
12. Емельянова Ю.Г., Фраленко В.П. Методы когнитивно-графического представления информации для эффективного мониторинга сложных технических систем // *Программные системы: теория и приложения*. 2018. Т. 9, № 4 (39). С. 117–158.
13. Ожерельева Т.А. Ресурсные информационные модели // *Перспективы науки и образования*. 2015. № 1 (13). С. 39–44.
14. Токмаков Г.П. Представление и обработка информационных ресурсов в функциях управления АС. Формализация уровня приложений // *Автоматизация процессов управления*. 2015. № 2. С. 16–31.
15. Латыпов Д.В. Информационные системы и технологии в управлении производственной деятельностью предприятий // *Горные науки и технологии*. 2014. № 3. С. 94–100.

УДК 519.6
DOI 10.17513/snt.39727

ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКА ХАРАКТЕРИСТИК СИГНАЛА В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПАРАМЕТРОВ КАНАЛА СВЯЗИ

¹Ким Д.Б., ²Афанасьев Н.Т., ²Танаев А.Б., ²Чудаев С.О.

¹ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», Братск, e-mail: kdech@yandex.ru;

²ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», Иркутск, e-mail: spacemaklay@gmail.com

Развит метод оперативной диагностики возможных статистических характеристик сигнала в информационном канале с трехмерными флуктуациями параметров по данным измерений флуктуационных характеристик пробного сигнала. С помощью метода возмущений получены алгебраические уравнения связи дисперсий направления распространения, доплеровского смещения частоты, групповой и фазовой задержки основного и пробного сигналов в информационном канале. Уравнения получены для фиксированных координат пунктов излучения и приема сигналов. Коэффициенты уравнений учитывают фундаментальные решения краевых задач Дирихле для основного и пробного сигналов. Интегралы для коэффициентов сведены к линейным дифференциальным уравнениям первого порядка с начальными условиями Коши. Сделан вывод общей системы дифференциальных уравнений для совместного расчета коэффициентов алгебраических уравнений и траекторных характеристик основного и пробного сигналов в регулярном канале. В качестве модели неопределенности параметров канала использована пространственно-временная корреляционная функция, учитывающая динамику средней диэлектрической проницаемости канала. Временные флуктуации параметров канала рассмотрены в приближении замороженного переноса относительно направления распространения сигнала. Разработанный метод позволяет проводить экспресс-оценку возможных флуктуаций сигнала в информационном канале с неопределенностью параметров как в режиме просвечивания, так и в условиях отражения. Приведены примеры численных экспериментов для определения ожидаемых флуктуаций траекторных характеристик сигналов связи на различных рабочих частотах по данным измерений статистических характеристик сигнала пробного источника.

Ключевые слова: информационный канал, сигналы, флуктуации, асимптотические разложения, алгоритмы, математическое моделирование, статистические характеристики, оптимизация

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (проекты FZZE-2020-0024, FZZE-2023-0004), с использованием УНУ «Астрофизический комплекс МГУ – ИГУ» (договор EB-075-15-2021-675).

EXPRESS DIAGNOSTICS OF SIGNAL CHARACTERISTICS UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY OF COMMUNICATION CHANNEL PARAMETERS

¹Kim D.B., ²Afanasev N.T., ²Tanaev A.B., ²Chudaev S.O.

¹Bratsk State University, Bratsk, e-mail: kdech@yandex.ru;

²Irkutsk State University, Irkutsk, e-mail: spacemaklay@gmail.com

A method for on-line diagnostics of possible statistical characteristics of a signal in an information channel with three-dimensional fluctuations of parameters based on measurement data of the fluctuation characteristics of a test signal has been developed. With the help of the perturbation method, algebraic equations for the connection of dispersions of the propagation direction, Doppler frequency shift, group and phase delays of the main and probe signals in the information channel are obtained. The equations are obtained for fixed coordinates of points of emission and reception of signals. The coefficients of the equations take into account the fundamental solutions of the Dirichlet boundary value problems for the main and test signals. The integrals for the coefficients are reduced to first-order linear differential equations with initial Cauchy conditions. The conclusion of a general system of differential equations for the joint calculation of the coefficients of algebraic equations and the trajectory characteristics of the main and test signals in a regular channel is made. The spatiotemporal correlation function, which takes into account the dynamics of the average channel permittivity, is used as a model for the uncertainty of the channel parameters. Temporal fluctuations of the channel parameters are considered in the approximation of frozen transfer with respect to the signal propagation direction. The developed method makes it possible to carry out an express assessment of possible signal fluctuations in the information channel with parameter uncertainty both in the transmission mode and in reflection conditions. Examples of numerical experiments are given to determine the expected fluctuations in the trajectory characteristics of communication signals at different operating frequencies from the measurement data of the statistical characteristics of the test source signal.

Keywords: information channel, signals, fluctuations, asymptotic expansions, algorithms, mathematical modeling, statistical characteristics, optimization

The work was financially supported by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (projects FZZE-2020-0024, FZZE-2023-0004), using unique scientific facilities «Astrophysical Complex MGU – IGU» (contract EB-075-15-2021-675).

Как известно [1, с. 9; 2, с. 138], для выбора частотно-углового режима передающих устройств и прогнозирования возможных флуктуаций характеристик сигналов в каналах передачи информации необходима априорная оценка состояния канала. Поскольку параметры реальных каналов известны лишь с определенной долей вероятности, оценка ожидаемых характеристик сигналов не всегда удовлетворяет потребности практики. Один из способов повышения качества и надежности передачи сигналов заключается в решении обратной задачи восстановления параметров канала по данным измерений характеристик некоторого пробного сигнала с дальнейшим использованием этих сведений в решении основной задачи передачи сигналов в заданном направлении. Кроме того, существует возможность так называемой прямой диагностики канала, когда ожидаемые характеристики передаваемых сигналов определяются непосредственно по данным измерений сигнала от некоторого пробного источника. В работе [3] нами был предложен подход для оценки некоторых статистических характеристик сигнала в инфор-

мационном канале с двумерными флуктуациями параметров по флуктуациям сигнала пробного источника на фиксированной рабочей частоте. В настоящей работе этот подход использован в многочастотном режиме и применен для оценки комплекса статистических траекторных характеристик сигналов в канале с трехмерными флуктуациями параметров.

Цель работы заключается в развитии метода оперативной многочастотной диагностики возможных флуктуаций траекторных характеристик сигналов в информационном канале с трехмерной неопределенностью параметров по данным измерений флуктуаций встречного сигнала пробного источника.

Вывод функциональных связей

Для расчета статистических характеристик сигнала в информационном канале с неопределенностью параметров использовался метод геометрической оптики [4, с. 96]. В отличие от [3] траектории лучей определялись в трехмерном пространстве путем решения лучевых дифференциальных уравнений в форме Эйлера:

$$\begin{cases} \frac{dz}{dx} = ctg\beta & \frac{dy}{dx} = tg\alpha \\ \frac{d\beta}{dx} = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}}(1 + \sin^2 \beta tg^2 \alpha) \left(\frac{\partial \sqrt{\varepsilon}}{\partial x} ctg\beta - \frac{\partial \sqrt{\varepsilon}}{\partial z} \right), \\ \frac{d\alpha}{dx} = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}}(1 + \cos^2 \alpha ctg^2 \beta) \left(\frac{\partial \sqrt{\varepsilon}}{\partial y} - \frac{\partial \sqrt{\varepsilon}}{\partial x} tg\alpha \right) \end{cases}, \quad (1)$$

где x, y, z – переменные лучевые координаты; α, β – угловые параметры луча в горизонтальной и вертикальной плоскостях, ε – диэлектрическая проницаемость стохастического информационного канала, dx – элемент дальности.

Система уравнений (1) была решена методом возмущений [5, с. 234]. Диэлектрическая проницаемость канала задавалась суммой средней составляющей $\langle \varepsilon \rangle = \varepsilon_0(z)$ и флуктуационной $\varepsilon_1(x, y, z)$. Предполагалось, что $|\varepsilon_1| \ll \varepsilon_0$, $\langle \varepsilon_1 \rangle = 0$. Уравнения (1) были решены с помощью разложений:

$$\beta = \beta_0 + \beta_1, z = z_0 + z_1, \alpha = \alpha_0 + \alpha_1, y = y_0 + y_1.$$

где $\beta_0 = \langle \beta \rangle$, $z_0 = \langle z \rangle$, $\alpha_0 = \langle \alpha \rangle$, $y_0 = \langle y \rangle$ – параметры средней траектории; $\beta_1, z_1, \alpha_1, y_1$ – малые флуктуации траекторных параметров. Используя эти разложения и полагая, что средняя траектория лежит в плоскости ZOX ($y_0 = 0, \alpha_0 = 0$), был сделан вывод

уравнений для расчета средней траектории и ее флуктуаций.

Для построения статистических моментов характеристик сигнала рассматривались условия медленной динамики неопределенности параметров канала. В задаче определения возможных флуктуаций характеристик сигнала по измеренным флуктуациям пробного сигнала мы использовали упрощенную модель пространственно-временной корреляционной функции неопределенности параметров канала [6, с. 86]: $N = N_1 N_0$, где N_0 – гауссова корреляционная функция, множитель N_1 описывает медленную пространственную динамику хаотических параметров канала. Функция N_1 задавалась в виде $N_1 = \mu^2 (1 - \varepsilon_0)^2$, где μ^2 – интенсивность неопределенности параметров канала. Временная динамика параметров канала учитывалась в приближении в замороженного переноса [6, с. 92]:

$$N_0 = \exp\left(-\frac{1}{a^2}\left[(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2 - V(t_1 - t_2))^2\right]\right), \quad (2)$$

где t_1, t_2 – последовательные моменты времени, a – радиус пространственной корреляции неопределенности параметров канала, V – скорость в замороженном переносе относительно направления распространения сигнала.

Следуя подходу, предложенному в [3], неизвестные параметры корреляционной функции неопределенности параметров канала предварительно определялись по трем статистическим моментам пробного сигнала: дисперсиям доплеровского смещения частоты, групповой и фазовой задержек, а затем использовались для расчета возможных флуктуаций характеристик основного сигнала. Следует заметить, что структура приближенного решения для статистических моментов траекторных характеристик сигнала и выбранная модель пространственно-временной корреляционной функции неопределенности параметров канала позволяют по трем восстановленным параметрам модели рассчитать пять ожидаемых статистических характеристик основного сигнала в информационном канале. С учетом фиксированных координат приемных и передающих пунктов основных и пробного сигналов были получены алгебраические уравнения связи дисперсий флуктуационных характеристик этих сигналов в информационном канале:

$$\begin{aligned} \sigma_\alpha^2 &= \frac{G_5}{J_2} \sigma_{\Delta p}^2 - \frac{G_5 J_3}{J_2 J_1} \sigma_{\varphi p}^2, \quad \sigma_\beta^2 = \frac{G_6}{J_2} \sigma_{\Delta p}^2 - \frac{G_6 J_3}{J_2 J_1} \sigma_{\varphi p}^2 \\ \sigma_\varphi^2 &= \frac{G_1}{J_1} \sigma_{\varphi p}^2, \quad \sigma_f^2 = \frac{G_4}{J_4} \sigma_{fp}^2, \quad \sigma_\Delta^2 = \frac{G_2}{J_2} \sigma_{\Delta p}^2 + \sigma_{\varphi p}^2 \left(\frac{G_3}{J_1} - \frac{G_2 J_3}{J_2 J_1} \right), \end{aligned} \quad (3)$$

где $\sigma_\alpha^2, \sigma_\beta^2, \sigma_f^2, \sigma_\varphi^2, \sigma_\Delta^2$ – дисперсии горизонтального и вертикального углов прихода, доплеровского смещения частоты, фазы и групповой задержки основного сигнала; $\sigma_{fp}^2, \sigma_{\varphi p}^2, \sigma_{\Delta p}^2$ – дисперсии доплеровского сдвига частоты, фазы и групповой задержки пробного сигнала; коэффициенты $J_1, J_2, J_3, J_4, G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6$ определяются из системы дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{dJ_1}{dx} &= \frac{\sqrt{\pi} \omega^2 (1 - \varepsilon_0)^2}{4c^2 \sin \beta_p \sqrt{\varepsilon_0}}, \quad \frac{dJ_2}{dx} = \frac{2 \sin \beta_p \sqrt{\pi} (1 - \varepsilon_0)^2 F_p^2}{c^2 \sqrt{\varepsilon_0^3}}, \quad \frac{dJ_3}{dx} = \frac{\sqrt{\pi} (1 - \varepsilon_0)^2}{4c^2 \sin \beta_p \sqrt{\varepsilon_0^5}}, \\ \frac{dJ_4}{dx} &= \frac{f^2 \sqrt{\pi} \sin^2 \beta_{0p} (1 - \varepsilon_0)^2}{2c^2 \sin \beta_p \sqrt{\varepsilon_0}}, \quad \frac{dG_1}{dx} = \frac{\sqrt{\pi} \omega^2 (1 - \varepsilon_0)^2}{4c^2 \sin \beta_n \sqrt{\varepsilon_0}}, \quad \frac{dG_2}{dx} = \frac{2 \sin \beta_n \sqrt{\pi} (1 - \varepsilon_0)^2 F^2}{c^2 \sqrt{\varepsilon_0^3}}, \\ \frac{dG_3}{dx} &= \frac{\sqrt{\pi} (1 - \varepsilon_0)^2}{4c^2 \sin \beta_n \sqrt{\varepsilon_0^5}}, \quad \frac{dG_4}{dx} = \frac{f^2 \sqrt{\pi} \sin^2 \beta_0 (1 - \varepsilon_0)^2}{2c^2 \sin \beta_n \sqrt{\varepsilon_0}}, \quad \frac{dG_5}{dx} = \frac{x^2 \sqrt{\pi} \sin \beta_0 (1 - \varepsilon_0)^2}{2x_k^2 \sin^4 \beta_n}, \\ \frac{dG_6}{dx} &= \frac{R_1^2(x) \sqrt{\pi} (1 - \varepsilon_0)^2}{2R_1^2(x_k) \varepsilon_0^2 \sin \beta_0}, \quad \frac{dP_1}{dx} = \frac{\sin \beta_n}{\varepsilon_0^2} \frac{\partial \varepsilon_0}{\partial z_0} \frac{R_1(x)}{c}, \quad \frac{dP_2}{dx} = -\frac{\sin \beta_n}{\varepsilon_0^2} \frac{\partial \varepsilon_0}{\partial z_0} \frac{R_2(x)}{c}, \\ \frac{dP_{1p}}{dx} &= \frac{\sin \beta_p}{\varepsilon_0^2} \frac{\partial \varepsilon_0}{\partial z_{0p}} \frac{R_{1p}(x)}{c}, \quad \frac{dP_{2p}}{dx} = -\frac{\sin \beta_p}{\varepsilon_0^2} \frac{\partial \varepsilon_0}{\partial z_{0p}} \frac{R_{2p}(x)}{c}, \quad \frac{dR_1}{dx} = -\frac{\varepsilon_0 Q_1}{\sin^2 \beta_n}, \\ \frac{dR_{1p}}{dx} &= -\frac{\varepsilon_0 Q_{1p}}{\sin^2 \beta_p}, \quad \frac{dR_2}{dx} = -\frac{\varepsilon_0 Q_2}{\sin^2 \beta_n}, \quad \frac{dR_{2p}}{dx} = -\frac{\varepsilon_0 Q_{2p}}{\sin^2 \beta_p}, \quad \frac{dz_{0p}}{dx} = \operatorname{ctg} \beta_{0p}, \\ \frac{dz_0}{dx} &= \operatorname{ctg} \beta_0, \quad \frac{dQ_1}{dx} = WR_1, \quad \frac{dQ_{1p}}{dx} = W_p R_{1p}, \quad \frac{dQ_2}{dx} = WR_2, \quad \frac{dQ_{2p}}{dx} = W_p R_{2p}, \\ \frac{d\beta_{0p}}{dx} &= -\frac{1}{2\varepsilon_0} \frac{\partial \varepsilon_0}{\partial z_{0p}}, \quad \frac{d\beta_0}{dx} = -\frac{1}{2\varepsilon_0} \frac{\partial \varepsilon_0}{\partial z_0}. \end{aligned} \quad (4)$$

Здесь f – рабочая частота сигнала; $x_p, z_p, z_0(x), \beta_0(x), \beta_n$ – координаты приемного пункта и траекторные характеристики основного сигнала соответственно; $x_p, z_p, z_{0p}(x), \beta_{0p}(x), \beta_p$ – координаты пункта излучения и траекторные характеристики пробного сигнала; $c\sqrt{\varepsilon_0}$ – средняя составляющая групповой скорости сигнала; $F(x) = F_1(x) + F_2(x)$, $F_p(x) = F_{1p}(x) + F_{2p}(x)$,

$$F_{1p}(x) = \frac{c}{2 \sin \beta_p R_{1p}(x_p)} R_{2p}(x) P_{1p}(x), \quad \omega = 2\pi f, \quad F_{2p}(x) = \frac{c}{2 \sin \beta_p R_{1p}(x_p)} R_{1p}(x) P_{2p}(x),$$

$$R_{1p} = \frac{\partial z_{0p}}{\partial \beta_p}(x), \quad F_1(x) = \frac{c}{2 \sin \beta_n R_1(x_\kappa)} R_2(x) P_1(x), \quad F_2(x) = \frac{c}{2 \sin \beta_n R_1(x_\kappa)} R_1(x) P_2(x),$$

$$R_{2p} = \frac{\partial z_{0p}}{\partial \beta_p}(x_p - x), \quad R_1 = \frac{\partial z_0}{\partial \beta_n}(x), \quad R_2 = \frac{\partial z_0}{\partial \beta_n}(x_\kappa - x), \quad Q_1 = \frac{\partial \beta_0}{\partial \beta_n}(x), \quad Q_2 = \frac{\partial \beta_0}{\partial \beta_n}(x_\kappa - x),$$

$$W = -\frac{\partial}{\partial z_0} \left(\frac{1}{2\varepsilon_0(z_0)} \left(\frac{\partial \varepsilon_0(z_0)}{\partial z_0} \right) \right), \quad W_p = -\frac{\partial}{\partial z_{0p}} \left(\frac{1}{2\varepsilon_0(z_{0p})} \left(\frac{\partial \varepsilon_0(z_{0p})}{\partial z_{0p}} \right) \right),$$

$$Q_{1p} = \frac{\partial \beta_{0p}}{\partial \beta_p}(x), \quad Q_{2p} = \frac{\partial \beta_{0p}}{\partial \beta_p}(x_p - x).$$

Краевые условия для системы (4):

$$\begin{aligned} z_{0p}(x_p) = 0, \quad \beta_{0p}(x_p) = \beta_p, \quad z_0(0) = 0, \quad \beta_0(0) = \beta_n, \quad J_1(x_p) = 0, \quad J_2(x_p) = 0, \\ J_3(x_p) = 0, \quad J_4(x_p) = 0, \quad G_1(0) = 0, \quad G_2(0) = 0, \quad G_3(0) = 0, \quad G_4(0) = 0, \quad G_5(0) = 0, \\ G_6(0) = 0, \quad P_{1p}(x_p) = 0, \quad P_{2p}(0) = 0, \quad P_1(0) = 0, \quad R_1(0) = 0, \quad P_2(x_\kappa) = 0, \quad R_2(x_\kappa) = 0, \\ Q_1(0) = 1, \quad Q_2(x_\kappa) = 1, \quad R_{1p}(x_p) = 0, \quad R_{2p}(0) = 0, \quad Q_{1p}(x_p) = 1, \quad Q_{2p}(0) = 1. \end{aligned} \quad (5)$$

Решение системы (4) намного проще решения исходных краевых стохастических задач для характеристик основного и пробного сигналов на фиксированных рабочих частотах, поскольку уравнения для $J_1, J_2, J_3, J_4, G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6$ интегрируются с начальными условиями. Последнее в значительной степени повышает производительность расчетов [7]. При многочастотном режиме работы в стохастическом канале дополнительно требуется пристрелка средних траекторий основных и пробного сигналов для каждой рабочей частоты,

что легко достигается методами вычислительной математики.

Численные эксперименты

Предложенный метод позволяет проводить диагностику возможных флуктуаций характеристик сигналов в информационном канале как в режиме просвечивания, так и в условиях отражения. Для обоих этих режимов были поставлены численные эксперименты.

Регулярная диэлектрическая проницаемость канала с просвечиванием была задана двухслойной аналитической моделью:

$$\varepsilon_0(z_0) = 1 - \frac{f_{epE}^2}{f^2} \exp \left(-\left(\frac{z_0 - z_{mE}}{y_{mE}} \right)^2 \right) - \frac{f_{ep}^2}{f^2} \exp \left(-\left(\frac{z_0 - z_m}{y_m} \right)^2 \right), \quad (6)$$

где $f_{kpE}, f_{kp}, y_{mE}, y_m, z_{mE}, z_m$ – критические частоты, полутолщины и высоты минимумов слоев. Параметры корреляционной функции неопределенности диэлектрической проницаемости канала были взяты: $\mu^2 = 0,0004$, $a = 10$ км, $V = 50$ м/с. Для данных параметров определялись среднеквадратичные

отклонения траекторных характеристик пробного сигнала на частоте $f = 45$ МГц. Координаты пробного источника были взяты: $x_p = 2990$ км, $z_p = 1500$ км. Параметры модели (6) составляли: $f_{kpE} = 4$ МГц, $f_{kp} = 8$ МГц, $y_{mE} = 40$ км, $y_m = 150$ км, $z_{mE} = 140$ км, $z_m = 400$ км. Рассчитанные («измеренные»)

значения флуктуационных характеристик пробного сигнала составили: среднеквадратичные отклонения фазового пути $\sigma_{\Phi p} = (\sigma_{\Phi p} c) / (2\pi f) = 27 \text{ м}$, доплеровского смещения частоты $\sigma_{fp} = 0,04 \text{ Гц}$, группового пути $\sigma_{\Delta L p} = c\sigma_{\Delta L p} = 40,2 \text{ м}$ «Измеренные» дисперсии характеристик пробного сигнала являлись входными величинами для расчета возможных дисперсий флуктуационных характеристик основных сигналов на заданных дистанциях. Интегральные коэффициенты, входящие в алгебраические уравнения (3), были получены в результате расчета дифференциальных уравнений (4) с начальными условиями (5). Соответствующие величины среднеквадратичных отклонений представлены в табл. 1. Выполненные расчеты показали, что величины возможных статистических характеристик доплеровского смещения частоты, направления прихода (в градусах), групповой и фазовой задержки основных сигналов в информационном канале с неопределенностью параметров соответствуют теории рассеяния волн в среде с крупномасштабными (по сравнению с размером зоны Френеля) неоднородностями [6, с. 113].

Для канала с отражением входными данными являлись статистические характеристики принятого пробного сигнала, рассчитанные вдоль отраженной траектории, соединяющей корреспондентов, при заданной неопределенности параметров канала. Для описания диэлектрической проницаемости регулярного канала, как и выше, использовалась модель (6). Соответствующие модельные параметры были взяты:

$f_{крE} = 4 \text{ МГц}$, $f_{кр} = 8 \text{ МГц}$, $y_{mE} = 35 \text{ км}$, $y_m = 120 \text{ км}$, $z_{mE} = 150 \text{ км}$, $z_m = 320 \text{ км}$. Выбирались три дистанции для передачи сигналов из основного источника на различных рабочих частотах: $x_{\kappa} = 1765 \text{ км}$ ($f = 16 \text{ МГц}$), $x_{\kappa} = 1725 \text{ км}$ ($f = 14 \text{ МГц}$) и $x_{\kappa} = 1868 \text{ км}$ ($f_{\kappa} = 18 \text{ МГц}$). В качестве пробной была выбрана дистанция $x_p = 1700 \text{ км}$ ($f = 15 \text{ МГц}$). Величины неопределенности параметров канала на пробной дистанции были взяты: $\mu^2 = 0,0004$, $a = 10 \text{ км}$, $V = 100 \text{ м/с}$. Для этих параметров расчеты флуктуационных характеристик пробного сигнала дают $\sigma_{fp}^2 = 0,04 \text{ Гц}^2$ ($\sigma_{fp} = 0,2 \text{ Гц}$), $\sigma_{\Phi p}^2 = (90)^\circ$ (среднеквадратичное отклонение фазового пути $\sigma_{\Phi p} = (\sigma_{\Phi p} c) / (2\pi f) = 286 \text{ м}$), $\sigma_{\Delta L p}^2 = 2,04 \text{ мкс}^2$ (среднеквадратичное отклонение группового пути $\sigma_{\Delta L p} = c\sigma_{\Delta L p} = 428 \text{ м}$). Найденные величины дисперсий $\sigma_{\Phi p}^2$, $\sigma_{\Delta L p}^2$, σ_{fp}^2 пробного сигнала и вычисленные с помощью системы (4) коэффициенты $J_1, J_2, J_3, J_4, G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6$ были использованы в (3) для расчета возможных флуктуаций траекторных характеристик основных сигналов на заданных дистанциях. Результаты расчетов статистических характеристик сигналов на рассмотренных траекциях представлены в табл. 2. Анализ показал, что возможные среднеквадратичные отклонения доплеровского смещения частоты, направления прихода, групповой и фазовой задержки сигналов в информационном канале с заданными корреляционными свойствами неопределенности параметров соответствуют общепринятым представлениям статистической радиофизики [6, с. 113].

Таблица 1

Ожидаемые флуктуации характеристик сигнала в канале с просвечиванием

z_{κ} (км)	x_{κ} (км)	σ_{α} (зр.)	σ_{β} (зр.)	$\sigma_{\Delta L}$ (м)	σ_{Φ} (м)	σ_f (Гц)
1701	3106	0,041	0,039	37,5	28	0,037
1314	3020	0,063	0,051	43	32	0,043
1600	3300	0,058	0,047	40,8	30,5	0,0409

Таблица 2

Ожидаемые флуктуации характеристик сигналов в канале с отражением

f (МГц)	x_{κ} (км)	σ_{α} (зр.)	σ_{β} (зр.)	σ_f (Гц)	σ_{Φ} (м)	$\sigma_{\Delta L}$ (м)
14	1725	0,19	0,18	0,12	217	329
16	1765	0,23	0,22	0,16	270	483
18	1868	0,31	0,27	0,24	363	567

Заключение

Развит метод быстрой оценки возможных статистических моментов траекторных характеристик сигналов в информационном канале с неопределенностью параметров по данным наблюдений флуктуационных характеристик сигнала, излученного из пробного источника. Для трехмерного канала получены алгебраические уравнения связи дисперсий доплеровского смещения частоты, направления прихода, групповой и фазовой задержек основных и пробного сигналов. Интегральные коэффициенты этих уравнений определены в результате решения краевых стохастических задач с условиями Дирихле для основных и пробного источников. Интегралы для коэффициентов сведены к системе линейных дифференциальных уравнений первого порядка с начальными условиями Коши. В качестве модели неопределенности параметров канала использована пространственно-временная корреляционная функция, учитывающая пространственную динамику диэлектрической проницаемости регулярного канала. Для описания временных флуктуаций параметров диэлектрической проницаемости использовано приближение замороженного переноса. Развитый метод диагностики по-

зволяет проводить экспресс-оценку возможных флуктуаций сигналов в стохастическом информационном канале как в режиме просвечивания, так и в условиях отражения. Для практической реализации метода оперативной диагностики ожидаемых флуктуаций характеристик сигналов в условиях неопределенности параметров канала связи достаточно иметь модель диэлектрической проницаемости регулярного канала.

Список литературы

1. Долуханов М.П. Оптимальные методы передачи сигналов по линиям радиосвязи. 2-е изд. URSS. 2021. 176 с.
2. Липкин И.А. Статистическая радиотехника. Теория информации и кодирования. М.: Вузовская книга, 2017. 214 с.
3. Агеева Е.Т., Афанасьев Н.Т., Багинов А.В., Ким Д.Б., Танаев А.Б., Чудаев С.О. Диагностика состояния информационного канала по статистическим траекторным характеристикам реперного сигнала // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 5. С. 9–14.
4. Kravtsov Yu.A., Orlov Yu.I. Geometrical Optics of Inhomogeneous Medium. Berlin: Springer-Verlag, 1990. 312 p.
5. Арнольд В.И. Математические методы классической механики. 6-е изд. URSS. 2017. 416 с.
6. Исимару А. Распространение и рассеяние волн в случайно неоднородных средах. Ч. 2. М.: Мир, 1981. 320 с.
7. Агеева Е.Т., Афанасьев Н.Т., Ким Д.Б., Чудаев С.О. Оперативные алгоритмы расчета характеристик лучевых полей в стохастических неоднородных средах // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 2. С. 9–14.

УДК 621.923
DOI 10.17513/snt.39728

ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ И СИЛА РЕЗАНИЯ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА КРУГАМИ РАЗЛИЧНОЙ ТВЕРДОСТИ

Кременецкий Л.Л., Сердюков Н.Д.

*Волжский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»,
Волжский, e-mail: kreleonid@yandex.ru*

Статья посвящена исследованию шероховатости обработанной поверхности и силы резания при обработке титанового сплава ВТ9 кругами из карбида кремния зеленого твердостью G и H методом глубинного шлифования (ГШ). Анализ шероховатости, оцениваемой по параметру Ra, проведен по длине шлифованной поверхности с учетом этапа ГШ. Установлено, что Ra изменяется на различных сечениях образца. Переход между этапами при ГШ кругом меньшей твердости 64CF100G12V не влияет на среднее значение Ra при режущей способности $Q \leq 350$ мм²/мин. При обработке кругом большей твердости 64CF100H12V среднее значение Ra зависит от этапа шлифования при $Q = 250\text{--}350$ мм²/мин. Твердость шлифовального круга из карбида кремния оказывает влияние на среднее значение Ra только при $Q = 300\text{--}350$ мм²/мин. Средние значения составляющих силы резания Pz, Py увеличиваются с ростом производительности обработки. Переход от круга G к кругу H при различных режимах ГШ приводит к росту среднего значения Pz на 8–15%, Py на 20–35%. Для ГШ титанового сплава ВТ9 в заданных условиях рекомендуется использовать круг меньшей твердости 64CF100G12V.

Ключевые слова: шлифовальный круг из карбида кремния, твердость шлифовального круга, режущая способность, составляющие силы резания, ВТ9, шероховатость поверхности

Исследование выполнено при финансовой поддержке ВолгГТУ в рамках научного проекта № 13/45-22.

SURFACE ROUGHNESS AND CUTTING FORCE AT GRINDING TITANIUM ALLOY BY WHEELS WITH DIFFERENT HARDNESS GRADE

Kremenetskiy L.L., Serdyukov N.D.

*Volzhsky Polytechnical Institute (Branch), Volgograd State Technical University, Volzhsky,
e-mail: kreleonid@yandex.ru*

The article considers the research of surface roughness and cutting force during machining of VT9 titanium alloy by green silicon carbide wheels of G and H hardness grades at creep-feed grinding (CFG). The entire surface of workpiece was analyzed by the Ra parameter, taking into account the stage of CFG. It is established that Ra varies on different sections of the sample. The transition between CFG stages at machining by softer 64CF100G12V wheel doesn't affect the average value of Ra at cutting capacity $Q \leq 350$ mm²/min. The stage of grinding affects the average Ra at $Q = 250\text{--}350$ mm²/min at grinding by harder 64CF100H12V wheel. The silicon carbide wheel's hardness affects the average value of Ra only at $Q = 300\text{--}350$ mm²/min. The average values of cutting force components Pz, Py increase with increasing machining capacity. The transition from G wheel to H wheel in CFG different modes leads to an increase in the average value of Pz by 8–15%, Py by 20–35%. It is recommended to use 64CF100G12V lower hardness wheel for creep-feed grinding VT9 titanium alloy under given conditions.

Keywords: silicon carbide grinding wheel, hardness grade of grinding wheel, cutting capacity, components of cutting force, VT9, surface roughness

The study was carried out with the financial support of VolgGTU within the framework of the scientific project No. 13/45-22.

Глубинное шлифование (ГШ) широко применяется для обработки высокопрочных сталей, сплавов на основе никеля, алюминия или титана [1, 2]. Метод ГШ позволяет снимать припуск до 25 мм за один продольный ход, что многократно больше, чем позволяет метод традиционного маятникового шлифования за ход стола станка [1]. Данный процесс механической обработки находится в сфере интересов мирового ученого

сообщества: изучается специфика формообразования структуры поверхности [3, 4], возникновения в материале остаточных напряжений при получении деталей способом ГШ [5]; осуществляется разработка смазочно-охлаждающей жидкости [6] и абразивного инструмента [7] для ГШ.

Решение фундаментальной научной проблемы управления процессом ГШ по-прежнему находится в сфере интересов

производства. Учитывая неустойчивость процесса обработки сплавов на основе титана, исследования влияния условий ГШ на такой показатель процесса, как сила резания, имеют большое значение [8, 9]. Вопрос зависимости качества поверхности от производительности ГШ [10, 11] также требует дальнейшего рассмотрения.

Цель работы – исследовать влияние условий ГШ на силу резания и шероховатость обработанной поверхности заготовок деталей из сплава на основе титана.

Материалы и методы исследования

Обработку методом ГШ осуществляли на станке Chevalier «Smart-B1224III» при постоянной правке инструмента алмазным роликом.

В качестве обрабатываемого материала выбран сплав BT9 ГОСТ 19807-91, длина обрабатываемой заготовки $l = 47$ мм.

В качестве инструмента выбраны шлифовальные круги из карбида кремния зеленого 64CF100G12V и 64CF100H12V (далее круги *G*, *H*). Режимы обработки приведены в таблице.

Режимы обработки

Номер режима	Скорость шлифования v , м/с	Объемная режущая способность Q , мм ² /мин
1	20	150
2	20	200
3	20	250
4	20	300
5	20	350

Использовали специальную смазочно-охлаждающую жидкость для титановых сплавов на основе Na_3PO_4 [12]. Расход смазочно-охлаждающей жидкости на гидроочистку и в зону контакта правящего ролика и шлифовального круга составляет 14 л/мин.

Методика измерения шероховатости шлифованной поверхности профилографом Mitutoyo Surftest SJ-410 представлена в работе [13].

Силу резания регистрировали с помощью силоизмерительного комплекса «Ami MC36-1000UP» и ПО «Powergraph».

Результаты исследования и их обсуждение

Номинальная мгновенная режущая способность q характеризует производительность обработки за единицу времени [9]. Процесс ГШ в рассматриваемых условиях состоит из этапа врезания, этапа постоян-

ной длины дуги контакта (ПДДК) и этапа выхода. С переходом от этапа врезания к этапу ПДДК начинается формирование обработанной поверхности, поэтому на графике изменения q по длине шлифования l' этап врезания показан в отрицательной области оси абсцисс (рис. 1). Цифрами обозначены режимы обработки.

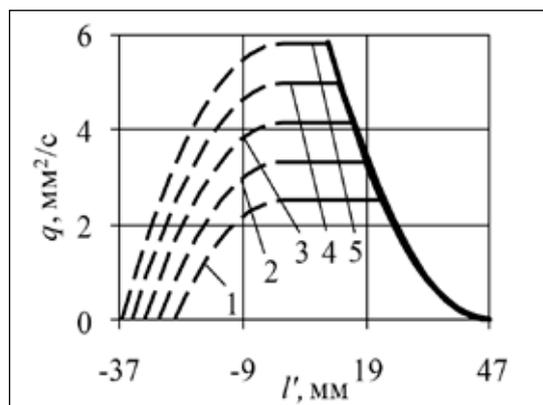


Рис. 1. Изменение q по длине шлифования: --- этап врезания; ···· этап ПДДК; — этап выхода

С помощью растровой электронной микроскопии установлено, что изменение q на этапах ГШ оказывает влияние на процесс формообразования и микрорельеф обработанной поверхности титанового сплава [13], что подтверждает целесообразность контроля шероховатости по параметру Ra с учетом этапа ГШ по длине заготовки.

Получены диаграммы изменения Ra по длине шлифованной поверхности при ГШ кругами *G* и *H* на различных режимах (рис. 2, а–д).

При шлифовании кругом *G* и режиме 1 Ra снижается с начала этапа ПДДК, затем возрастает с переходом между этапами (рис. 2, а). На расстоянии $l \approx 36$ мм от края заготовки шероховатость поверхности соответствует началу этапа ПДДК. При режиме 2 Ra возрастает на расстоянии $l \approx 16$ мм от края заготовки, далее процесс формообразования поверхности стабилен в течение почти всего периода шлифования (рис. 2, б). В конце этапа выхода Ra изменяется значительно – значение параметра возрастает в 1,3 раза по отношению к началу этапа ПДДК. При шлифовании кругом *G* на режимах 3–5 значение Ra растет за период шлифования; участок поверхности, сформированный при переходе между этапами, свидетельствует о существенных изменениях процесса формообразования (рис. 2, в–д).

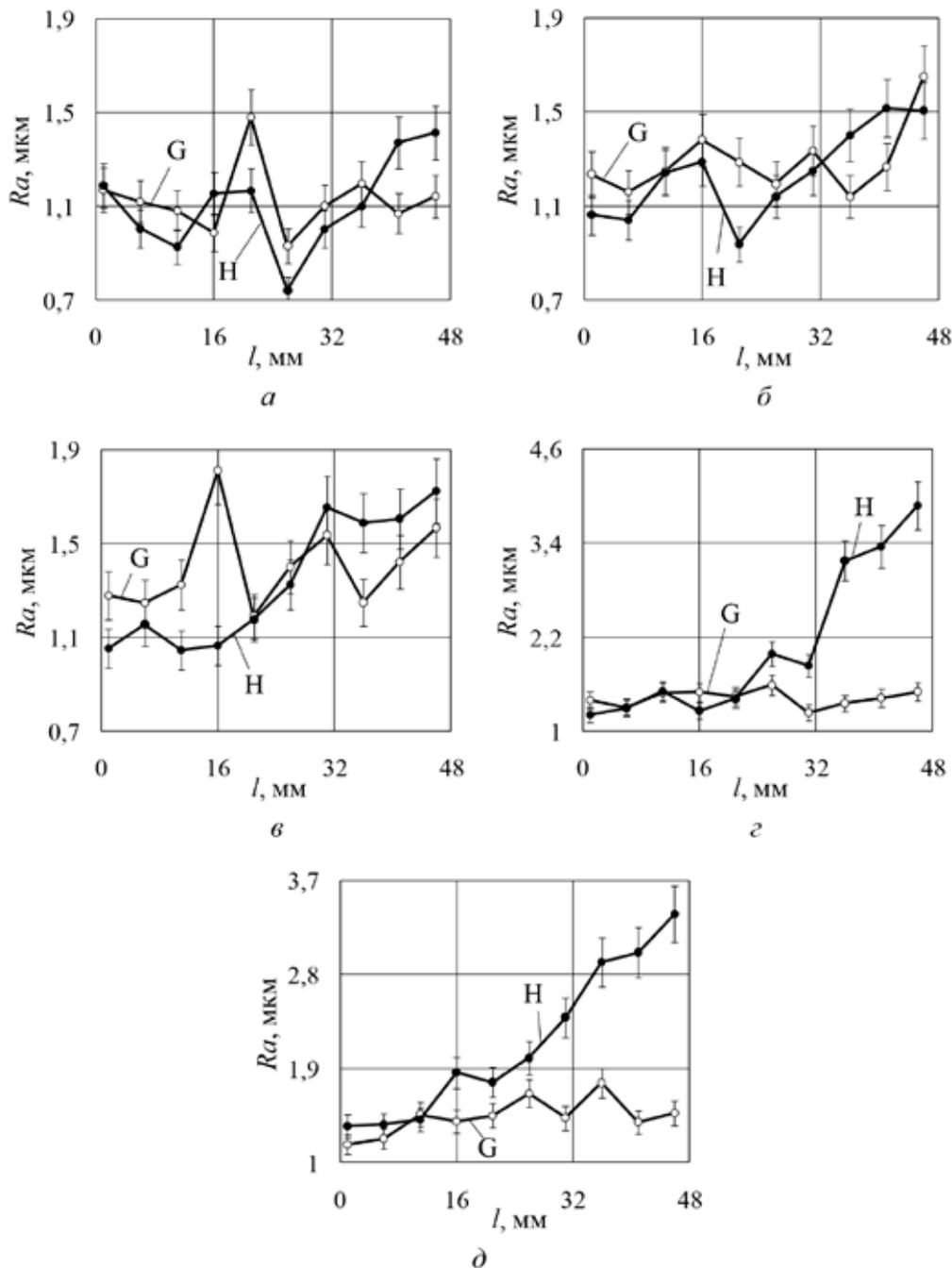


Рис. 2. Изменение Ra по длине шлифованной поверхности l :
 а – режим 1; б – режим 2; в – режим 3; г – режим 4; д – режим 5

При шлифовании кругом H на каждом из режимов качество, оцениваемое по параметру Ra , снижается по длине обработанной поверхности (рис. 2, а–д). За весь период шлифования Ra возрастает в 1,2 (режим 1); 1,4 (режим 2); 1,6 (режим 3); 3,2 (режим 4) и 2,5 раза (режим 5). С увеличением режущей способности растет разница между состояниями поверхности в начале этапа

ПДДК и в конце этапа выхода. Тем не менее при наиболее мягком режиме шлифования l Ra на этапе ПДДК даже снижается; также важно отметить спад Ra при переходе между этапами при режимах 1, 2 и 4. Состояние поверхностей, полученных при режимах 3 и 5 кругом H , характеризуется почти постоянным ростом Ra по длине образца (рис. 2, в, д).

При шлифовании на режимах 1–3 твердость круга оказывает значимое влияние на процесс формирования шероховатости поверхности титанового сплава с середины этапа выхода (рис. 2, а–в). При режимах 4 и 5 с переходом от круга *G* к кругу *H* значения *Ra* по длине шлифованной поверхности заготовки начинают изменяться значимо с переходом между этапами (рис. 2, г, д). Стоит отметить, что на расстоянии $l \leq 5$ мм от края заготовки на этапе ПДДК фактор твердости инструмента так же влияет на процесс формообразования при $Q = 200\text{--}350$ мм²/мин (рис. 2, б–д).

Получены средние значения *Ra* на всей длине шлифованной поверхности и на этапах формообразования при ГШ кругами *G* и *H* на различных режимах (рис. 3).

Среднее значение *Ra* при шлифовании кругом *G* в заданных условиях не зависит от этапа ГШ (рис. 3, а). Среднее значение *Ra*, оцениваемое по всей длине шлифованной поверхности, не зависит от Q в диапазоне 150–250 мм²/мин. При увеличении $Q = 150$ мм²/мин до значений, соответствующих режимам 4 или 5, *Ra* возрастает на 26%.

Среднее значение *Ra* при шлифовании кругом *H* в заданных условиях зависит от этапа ГШ при обработке на режимах 3–5 (рис. 3, б). Так, при режиме 3 разница между средними значениями *Ra* на этапе выхода и этапе ПДДК соответственно составляет 40%, когда при режимах 4, 5 разница между этапами достигает 80%. Таким образом, при обработке с режущей способностью $Q = 250$ мм²/мин и выше среднее значение *Ra* возрастает с переходом от этапа ПДДК к этапу выхода. Среднее значение *Ra*, оцениваемое по всей длине шлифованной поверхности, не зависит от Q в диапазоне 150–250 мм²/мин. При увели-

чении $Q = 150$ мм²/мин до значений, соответствующих режимам 4 и 5, *Ra* возрастает в среднем в 1,9 раза.

Установлено, что при наиболее грубых режимах ГШ 4, 5 ($Q = 300\text{--}350$ мм²/мин) с увеличением твердости круга среднее значение *Ra* по длине шлифованной поверхности возрастает (рис. 3). При меньшей производительности ГШ в рассмотренных условиях шероховатость не зависит от твердости абразивного инструмента.

При ГШ с непрерывной правкой круга составляющие силы резания определяются мгновенной режущей способностью [14]. На этапе врезания с ростом q и дуги окружности круга L , соприкасающейся с заготовкой, составляющие силы резания растут. С переходом на этап выхода составляющие силы резания снижаются по мере приближения q и L к нулевому значению. За этап ПДДК q не изменяется в случае обеспечения непрерывной правкой стабильного рельефа рабочей поверхности шлифовального круга, потому для оценки средних значений силы резания целесообразно работать с данными, полученными на этом этапе.

Так как при ГШ L достигает значительных размеров, а результирующая сила шлифования приложена достаточно далеко от вертикальной оси круга, составляющие силы резания P_z , P_y при данном методе шлифования не определяются согласно ГОСТ 25762-83 как касательная и, соответственно, радиальная составляющие силы [15]. При ГШ составляющие силы резания принято называть горизонтальной составляющей силы резания P_z и вертикальной составляющей силы резания P_y [15]. Получены средние значения горизонтальной P_z и вертикальной P_y составляющих силы резания на этапе ПДДК (рис. 4).

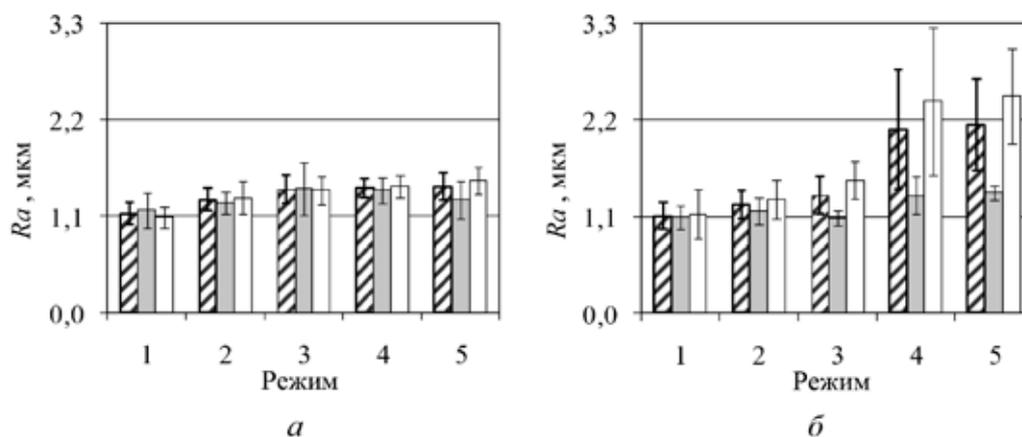


Рис. 3. Среднее значение *Ra* по длине шлифованной поверхности *l*:
а – круг *G*; б – круг *H*; ▨ – вся заготовка; ■ – этап ПДДК; □ – этап выхода

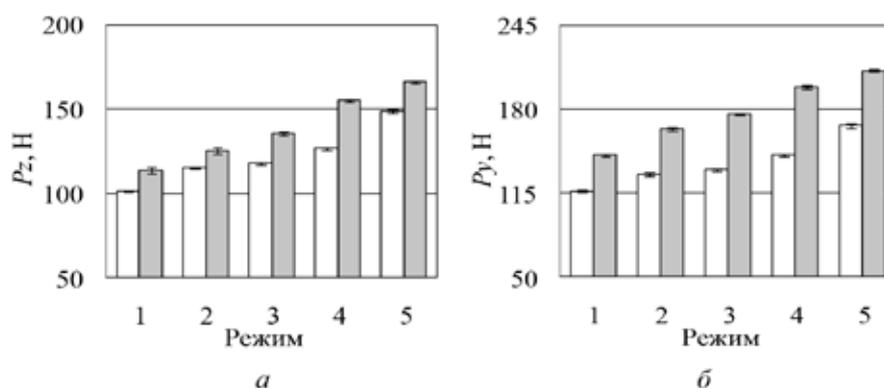


Рис. 4. Средние значения составляющих силы резания на этапе ПДДК:
а – P_z ; б – P_y ; □ – круг G; ■ – круг H

Установлено, что с увеличением режущей способности вне зависимости от твердости круга средние значения составляющих силы резания возрастают. При шлифовании кругом G каждое последующее увеличение Q на $50 \text{ мм}^2/\text{мин}$ приводит к росту P_z в среднем на 10%, росту P_y в среднем на 9%. При шлифовании кругом H и переходе между режимами ГШ рост составляющих силы резания P_z и P_y также составляет 10 и 9% соответственно. Таким образом установлено, что с увеличением режущей способности в большей степени возрастает составляющая силы резания P_z .

Рост P_z , P_y с переходом между режимами обусловлен увеличением q в заданных условиях ГШ (рис. 1). Это подтверждает ранее установленную учеными связь составляющих силы резания и производительности в единицу времени [9, 14].

Установлено, что составляющие силы резания всегда выше при ГШ кругом большей твердости H (рис. 4). Существуют различные виды износа абразивных зерен. Менее твердый круг G интенсивно изнашивается при различных условиях обработки ввиду физических свойств абразивного материала – зерна этого круга подвергаются активному разрушению в ходе постоянной правки алмазным роликом вне зависимости от режима резания. Снижение количества вершин зерен на рабочей поверхности инструмента в результате вырывания зерен из связки способствует снижению температуры в зоне контакта инструмента и заготовки. При шлифовании адгезивно-активного металла вырывание зерен из связки уменьшает налипание обрабатываемого материала на абразивный материал инструмента [14], что также способствует снижению силы резания за счет применения менее твердого круга. Зерна круга H более подвержены истиранию и ме-

нее подвержены вырыванию из связки, чем зерна круга G. В результате истирания зерен образуются площадки износа, что ведет к увеличению силы резания, температуры и, как следствие, большей вероятности образования термических дефектов на поверхности заготовки.

Определяющими факторами при выборе инструмента, рекомендуемого для обработки методом ГШ, являются сила резания и качество поверхности. Таким образом, для ГШ сплава ВТ9 в заданных условиях целесообразно применять круг меньшей твердости 64CF100G12V.

Выводы

1. Значение параметра шероховатости Ra при ГШ изменяется по длине шлифованной поверхности.

2. С увеличением твердости круга от 64CF100G12V до 64CF100H12V среднее значение Ra возрастает только при наиболее грубых режимах ГШ ($Q = 300\text{--}350 \text{ мм}^2/\text{мин}$). При меньшей производительности ГШ в рассмотренных условиях шероховатость титанового сплава не зависит от твердости абразивного инструмента из карбида кремния.

3. При шлифовании кругом 64CF100G12V и $Q = 150\text{--}350 \text{ мм}^2/\text{мин}$ этап ГШ не оказывает значимого влияния на шероховатость. При шлифовании кругом 64CF100H12V этап ГШ оказывает влияние на шероховатость при $Q = 250\text{--}350 \text{ мм}^2/\text{мин}$.

4. Установлено, что увеличение твердости круга при различной производительности процесса приводит к росту среднего значения P_z на этапе ПДДК на 8–15%. Средние значения P_y на этапе ПДДК при шлифовании более твердым кругом 64CF100H12V на 20–35% больше, чем при шлифовании менее твердым кругом 64CF100G12V.

Список литературы

1. Nadolny K. A review on single-pass grinding processes // *Journal of Central South University*. 2013. Vol. 20, Is. 6. P. 1502–1509. DOI: 10.1007/s11771-013-1641-5.
2. Klocke F., Soo S.L., Karpuschewski B. Abrasive machining of advanced aerospace alloys and composites // *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. 2015. Vol. 64, Is. 2. P. 581–604. DOI: 10.1016/j.cirp.2015.05.004.
3. Novovic D., Aspinwall D.K., Dewes R.C., Bowen P., Griffiths B. The effect of surface and subsurface condition on the fatigue life of Ti–25V–15Cr–2Al–0.2C%wt alloy // *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. 2016. Vol. 65, Is. 1. P. 523–528. DOI: 10.1016/j.cirp.2016.04.074.
4. Gostimirovic M., Sekulic M., Rodic D. Surface integrity study of creep-feed grinding // *Applied Engineering Letters*. 2020. Vol. 5, Is. 3. P. 94–103. DOI: 10.18485/aletters.2020.5.3.4.
5. Chen T., Miao Q., Xiong M., Xi X., Zhao B., Pu C., Ding W. On the residual stresses of turbine blade root of γ -TiAl intermetallic alloys induced by non-steady-state creep feed profile grinding // *Journal of Manufacturing Processes*. 2022. Vol. 82, Is. 2. P. 800–817. DOI: 10.1016/j.jmapro.2022.08.051.
6. Jin T., Ma X., Hu H., Qu M., Shang Z. Inverse approach to derive the distribution of convection heat transfer coefficient of grinding fluid within grinding zone for deep grinding of nickel based super alloy // *Journal of Mechanical Engineering*. 2022. Vol. 58, Is. 15. P. 55–62. DOI: 10.3901/JME.2022.15.055.
7. Jackson M.J., Ruxton V. Creep-feed grinding wheel development for safely grinding aerospace alloys // *Journal of Materials Engineering and Performance*. 2021. Vol. 30, Is. 4. P. 2220–2228. DOI: 10.1007/s11665-021-05489-7.
8. Soo S.L., Hood R., Lannette M., Aspinwall D.K., Voice W.E. Creep feed grinding of burn-resistant titanium (BuRTi) using superabrasive wheels // *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2011. Vol. 53, Is. 9. P. 1019–1026. DOI: 10.1007/s00170-010-2876-z.
9. Носенко С.В., Носенко В.А., Лясин Д.Н., Кременецкий Л.Л. Взаимосвязь составляющих силы резания и мгновенной режущей способности при глубинном шлифовании титанового сплава с постоянной правкой абразивного инструмента // *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*. 2016. № 5. С. 41–51.
10. Nosenko S.V., Nosenko V.A., Koryazhkin A.A. The effect of the operating speed and wheel characteristics on the surface quality at creep-feed grinding titanium alloys // *Solid State Phenomena*. 2018. Vol. 284. P. 369–374. DOI: 10.4028/www.scientific.net/SSP.284.369.
11. Xi X., Zhu Y., Chen T., Wu Z., Anggei L., Ding W. Surface burn behavior in creep-feed deep grinding of gamma titanium aluminide intermetallics: characterization, mechanism, and effects // *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2021. Vol. 113, Is. 10. P. 985–996. DOI: 10.1007/s00170-021-06677-4.
12. А.с. 810780 СССР, МКИ С 10 М 3/02. Смазочно-охлаждающая жидкость для шлифования титановых сплавов / Саотин Г.И., Носенко В.А., Ляпунов М.И. и др. (СССР). 2690908/23-04; заявлено 30.11.78; опубл. 07.03.81, Бюл. 9. С. 3.
13. Носенко С.В., Носенко В.А., Коряжкин А.А., Кременецкий Л.Л. Влияние скорости глубинного шлифования на морфологию и химический состав поверхности титанового сплава // *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*. 2018. № 3. С. 62–72.
14. Носенко В.А., Носенко С.В. Попутное и встречное глубинное шлифование титанового сплава с непрерывной правкой круга // *Вестник машиностроения*. 2010. № 11. С. 57–61.
15. Носенко В.А., Авилов А.В. Закономерности изменения силы плоского глубинного шлифования // *Справочник. Инженерный журнал*. 2009. № 7. С. 10–19.

УДК 621.9.015
DOI 10.17513/snt.39729

ОСОБЕННОСТИ МИКРОРЕЛЬЕФА ШЕРОХОВАТОСТИ ПРИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ

¹Кузнецова Е.М., ²Овсянников В.Е., ²Ковенский И.М., ²Некрасов Р.Ю.

¹ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет», Курган, e-mail: lenkuz@bk.ru;
²ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: vik9800@mail.ru

В данной статье рассмотрены вопросы изучения особенностей формирования профиля шероховатости поверхности при токарной обработке конструкционных сталей, которые подвергнуты закалке. В качестве метода обработки рассматривается чистовое точение. Обрабатываемые материалы – углеродистые и низколегированные стали марок 45 и 45Х с твердостью до 42HRC. Микро рельеф обработанной поверхности является результатом воздействия многих факторов, основными среди которых являются геометрия и кинематика процесса формообразования, параметры режущего инструмента (например, шероховатость рабочей поверхности, радиус при вершине резца и т.д.), деформационные процессы (как упругого, так и пластического характера), а также вибрации технологической системы. Из перечисленного выше видно, что часть из факторов можно условно отнести к детерминированным (например, кинематику процесса), а часть – к случайным (вибрации технологической системы). В рамках данной работы используется кибернетический подход к исследованию шероховатости поверхности, который предполагает, что микро рельеф обработанной поверхности является результатом суммарного влияния как детерминированных, так и случайных факторов. Исследование составляющих выполнялось на основе использования корреляционного и фрактального анализа. Для расчетов применялось оригинальное программное обеспечение. В результате расчетов было установлено, что для чистового точения закаленных сталей в микро рельефе преобладает случайная компонента, причем чем шероховатость меньше, тем доля случайной компоненты выше. Показано, что создание условий, которые снижают вибрации, позволяет существенно улучшить качество обработанной поверхности.

Ключевые слова: шероховатость, формирование, микро рельеф, анализ, составляющие

FEATURES OF ROUGHNESS MICRORELIEF DURING TURNING OF HARDENED STEELS

¹Kuznetsova E.M., ²Ovsyannikov V.E., ²Kovenskiy I.M., ²Nekrasov R.Yu.

¹Kurgan State University, Kurgan, e-mail: lenkuz@bk.ru;
²Tyumen Industrial University, Tyumen, e-mail: vik9800@mail.ru

This article discusses the issues of studying the features of forming a surface roughness profile during turning of structural steels that have been quenched. Finishing turning is considered as a treatment method. Treated materials are carbon and low-alloy steels of grades 45 and 45Kh with hardness up to 42HRC. The microrelief of the treated surface is the result of many factors, the main among which are the geometry and kinematics of the forming process, the parameters of the cutting tool (for example, the roughness of the working surface, the radius at the tip of the cutter, etc.), deformation processes (of both elastic and plastic nature), as well as vibrations of the technological system. This work uses a cybernetic approach to the study of surface roughness, which assumes that the microrelief of the treated surface is the result of the combined influence of both deterministic and random factors. In the work, the study of the components was carried out on the basis of the use of correlation and fractal analysis. Original software was used for calculations. As a result of the calculations, it was found that for the final turning of hardened steels, a random component prevails in the microrelief, and the roughness is less, the proportion of the random component is higher. It has been shown that the creation of conditions that reduce vibrations makes it possible to significantly improve the quality of the treated surface.

Keywords: roughness, formation, microrelief, analysis, components

Первоначально для описания процесса формирования шероховатости поверхности при токарной обработке использовался подход, при котором предполагалось, что обработанный профиль является регулярной кривой, образующейся вследствие совокупности кинематических движений при точении. Расчетная формула для определения величины среднеарифметического отклонения профиля была предложена В.Л. Чебышевым и имеет вид

$$Rz = S^2 / (8 \times r), \quad (1)$$

где S – величина продольной подачи; r – радиус при вершине инструмента.

Позднее было установлено, что процесс более сложный и надо учитывать не только геометрию и кинематику процесса, но и характеристики срезаемого слоя, что было предложено А.И. Исаевым [1, с. 51]:

$$Rz = \frac{S}{8 \times r} + \frac{h_{\min}}{2} \times \left(1 + \frac{r \times h_{\min}}{S^2} \right), \quad (2)$$

где h_{\min} – минимальная величина толщины срезаемого слоя.

Дальнейшее развитие представлений о процессе формирования шероховатости поверхности было сформировано научной школой под руководством А.Г. Суслова [2]:

- вырывы обработанного металла с поверхности детали, вызванные адгезионным трением;
- наличие упругих и пластических деформаций;
- форма режущего инструмента;
- шероховатость режущей кромки инструмента;
- кинематика процесса резания;
- вибрации элементов технологической системы.

Зависимость, которая учитывает влияние данных факторов, была предложена в работах научной школы под руководством А.Г. Суслова и имеет вид [2]:

$$Rz = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (3)$$

где h_1 – высотная составляющая профиля обработанной поверхности, которая порождена кинематикой резания и геометрическими параметрами режущей части инструмента. Анализируя природу данных факторов, можно сказать, что составляющую h_1 можно принять условно постоянной (детерминированной);

h_2 – высотная составляющая профиля обработанной поверхности, которая порождена колебательными процессами изменения силы резания вследствие неравномерности срезаемого слоя, колебаний твердости обрабатываемой поверхности, и т.д. Анализируя природу данных факторов, можно сказать, что составляющую h_2 принимаем переменной (стохастической);

h_3 – высотная составляющая профиля обработанной поверхности, которая порождена пластическими и упругими деформациями элементов технологической обрабатывающей системы. Анализируя природу данных факторов, можно сказать, что составляющую h_3 принимаем переменной (стохастической);

h_4 – высотная составляющая профиля обработанной поверхности, которая образуется вследствие копирования исходных неровностей поверхности режущего инструмента.

Исходя из опыта исследований профилограмм шероховатости поверхности [3; 4, с. 20–25], можно сказать, что данный фактор также относится к постоянным (детерминированным).

Тогда, с учетом того, что конечный микрорельеф обработанной поверхности (рис. 1, в) включает в себя стохастические (рис. 1, б), так и детерминированные элементы (рис. 1, а), можно представить профиль в виде схемы.

Одни из первых исследований по изучению количественного состава микрорельефа поверхностей производились научной школой Ю.Р. Виттенберга [5], где рассматривалось применение теории вероятности и корреляционного анализа для установления уровня случайной составляющей γ , (вызванной прежде всего вибрациями режущего инструмента). Однако в данных работах преимущественно разрабатывался методологический аппарат для исследования, и они выполнялись без привязки к самому технологическому процессу. Поэтому в качестве развития данного направления необходимо изучить особенности микрорельефа в зависимости от требований к качеству поверхности.

Поэтому применение подхода по выделению систематических и случайных составляющих профиля шероховатости поверхности позволяет выявить факторы, которые оказывают наибольшее влияние. Это особенно важно при обработке закаленных сталей. Кроме того, из закаленных сталей чаще всего изготавливаются ответственные детали, к исполнительным поверхностям которых предъявляются повышенные требования, в том числе и по шероховатости поверхности. При этом использование шлифования для финишной обработки таких деталей также не всегда оправдано из-за процесса шаржирования обработанной поверхности, а также случайного характера микрорельефа поверхностей, обработанных шлифованием.

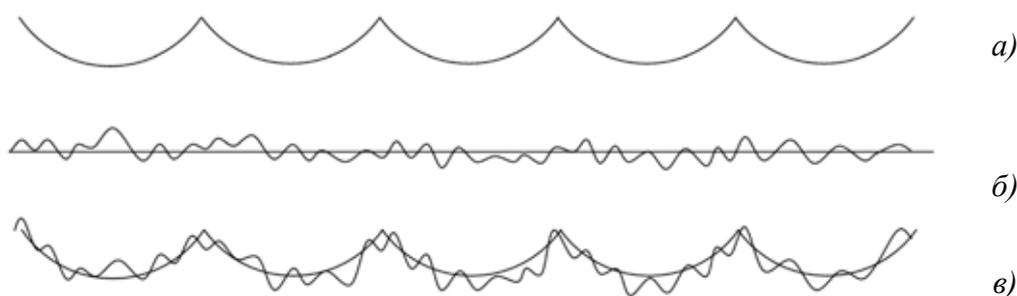


Рис. 1. Схема образования профиля шероховатости поверхности при токарной обработке

Цель исследования – изучение особенностей формирования шероховатости поверхности при токарной обработке закаленных сталей на основе количественного определения уровня систематической и случайной составляющих профиля.

Материалы и методы исследования

В качестве исходных данных использовались профилограммы поверхностей, обработанных чистовым точением. В качестве обрабатываемого материала – углеродистые конструкционные, легированные стали с твердостью более 35 HRC: сталь 45 и 45X.

Экспериментальные исследования проводились на токарном обрабатывающем центре с наклонной станиной модели SuperJobber 500.

Режимы испытаний:

- а) пределы скорости резания от 50 до 300 м/мин с постоянной подачей;
- б) пределы подачи от 0,01 до 0,2 мм/об при постоянной скорости резания;
- в) глубина резания от 0,1 до 0,3 мм при постоянных режимах обработки.

Исследование вибраций производили при помощи аппаратуры компании ZetLab: трехкомпонентный датчик вибраций AP20XX (диапазон частот 0–20000 Гц, погрешность, связанная с нелинейностью величин ±4, номер в ГРСИ 88508-23), анализатор спектра Zet 017 (погрешность по определению частоты ±1, номер в ГРСИ 39236-08), АЦП Zet 230 (динамический диапазон частот 100 Дб, частота преобразования 1–100 кГц, Номер в ГРСИ 55763-13, нелинейность преобразования ±1 Дб).

Измерение шероховатости производили при помощи профилографа-профилометра Абрис-ПМ7 (диапазон измерений по Ra 0,4–100 мкм, допустимая погрешность ±5, номер в ГРСИ 19876-00). Средства измерений прошли поверку на предприятии-изготовителе. В качестве режущего инструмента использовались стандартные токарные резцы с механическим креплением режущих пластин из наиболее распространенных в производстве твердых сплавов композит 01 (эльбор), композит 10 (гексанит), ВОК60.

Исследования обработанных профилей производились с использованием теории случайных процессов (на основе корреляционного анализа) [6, с. 51–63; 7], а также на основе фрактальной геометрии [8; 9]. При корреляционном анализе исследуемая профилограмма представляется в виде следующего преобразования:

$$K_{xx}(\tau) = \frac{1}{l-\tau} \sum_{i=0}^{l-\tau} x(i)x(i+\tau), \quad (4)$$

где τ – параметр по оси абсцисс (физический смысл временная задержка), при-

нимает целые значения $\tau = 0, 1, 2, \dots, \tau_{\max}$; l – длина анализируемой профилограммы; $x(t)$ – значение ординат анализируемого профиля.

Тогда, имея корреляционное преобразование профиля, можно определить искомый уровень случайной компоненты как соотношение дисперсии случайной составляющей D_γ и среднеквадратического отклонения профиля R_q :

$$\gamma = \frac{D_\gamma}{R_q^2}. \quad (5)$$

В свою очередь, составляющие, входящие в выражение (5), можно определить следующим образом:

$$D_\gamma = R_q^2 - 0,5A^2, \quad (6)$$

где $A = \frac{S^2}{8r}$ – высота систематической компоненты профиля.

Среднеквадратическое отклонение профиля можно определить как значение автокорреляционной функции в нулевой точке:

$$R_q = K_{xx}(0). \quad (7)$$

Знание уровня случайной компоненты позволяет оценить долю систематической составляющей β :

$$\beta = 1 - \gamma. \quad (8)$$

Шаг случайной составляющей T_γ профиля определяется как

$$T_\gamma = \frac{T \times T_\beta \times \gamma}{T(1-\gamma) \times T_\beta}, \quad (9)$$

где T – шаг между неровностями реального профиля $T = S_m$; T_β – шаг систематической составляющей $T_\beta = S$; S_m – средний шаг неровностей:

Среднеарифметическое отклонение систематической (Ra_β) и случайной составляющих (Ra_γ) определяется по формулам

$$Ra_\beta = \sqrt{\frac{2}{\pi}} K_\beta(0), \quad (10)$$

$$Ra_\gamma = \sqrt{\frac{2}{\pi}} K_\gamma(0). \quad (11)$$

Использование фрактальной геометрии также дает возможность получить сведения о степени случайности в анализируемой кривой. Известно, что чем ближе значение фрактальной размерности D [8, 9] к 1,5, тем больше доля случайной составляющей. В данной работе фрактальная

размерность профилограмм поверхностей деталей из закаленных сталей, обработанных точением, оценивалась при помощи показателя Херста (H). Данный показатель определяется по следующей формуле [10, с. 91–96; 11; 12]:

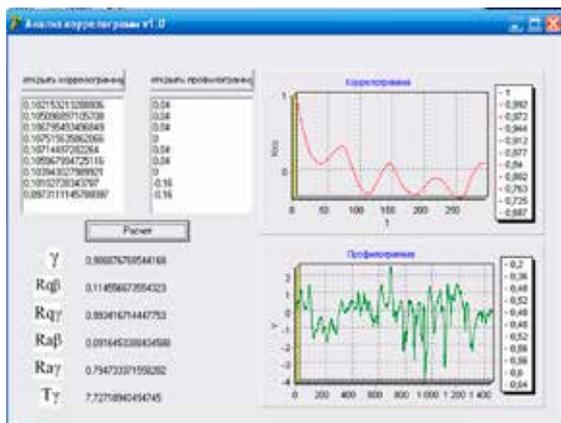
$$H = \log\left(\frac{R}{\sigma}\right) = f(\log(N)), \quad (12)$$

где R и σ – величина размаха и среднеквадратического отклонения профиля, вычисляемая при различных значениях переменной t , которая изменяется в пределах от 1 до $N-1$ (N – длина профилограммы).

Выражения для вычисления R и S имеют вид

$$R_t = \text{Max}(X_{t,N}) - \text{Min}(X_{t,N}), \quad (13)$$

$$\sigma = \frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N (x_i - M_N)^2. \quad (14)$$



При этом показатель Херста и фрактальная размерность связаны между собой следующим соотношением

$$D = 2 - H. \quad (15)$$

Учитывая изложенное выше, можно сказать, что чем ближе величина H к 0,5, тем уровень случайной компоненты в исследуемом профиле выше.

Авторами было разработано прикладное программное обеспечение, которое позволяет в том числе определять значения уровня случайной компоненты по формулам (4)–(11) и показателя Херста по формулам (9)–(15). Интерфейс представлен на рис. 2.

Результаты исследования и их обсуждение

Была получена зависимость уровня случайной компоненты от среднеарифметического отклонения профиля для поверхностей, обработанных чистовым точением заготовок из закаленных сталей (рис. 3).

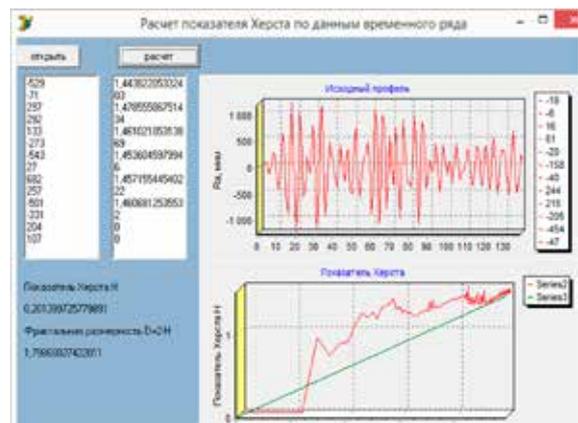


Рис. 2. Прикладное программное обеспечение

Аналитически данная зависимость задается выражением вида

$$\gamma = 1,12301 - 0,25377 \times Ra^3 + 0,73304 \times Ra^2 - 0,72368 \times Ra. \quad (16)$$

Стандартное отклонение: $\sigma = 0,03024$. Коэффициент детерминации: $R^2 = 0,89945$.

Значение коэффициента детерминации говорит о том, что зависимость (16) можно использовать для описания взаимосвязи между факторами.

На рис. 4 приведена зависимость показателя Херста от среднеарифметического отклонения профиля для поверхностей, обработанных чистовым точением заготовок из закаленных сталей.

Аналитически зависимость имеет следующий вид:

$$H = 0,52733 - 0,0036 \times Ra^3 + 0,02416 \times Ra^2 - 0,12757 \times Ra. \quad (17)$$

Стандартное отклонение: $\sigma = 0,00843$. Коэффициент детерминации: $R^2 = 0,97513$.

Значение коэффициента детерминации говорит о том, что зависимость (17) адекватна.

На рис. 5 приведены зависимости мощности вибросигнала и шероховатости поверхности, полученные при точении закаленных сталей от ширины фаски износа реза.

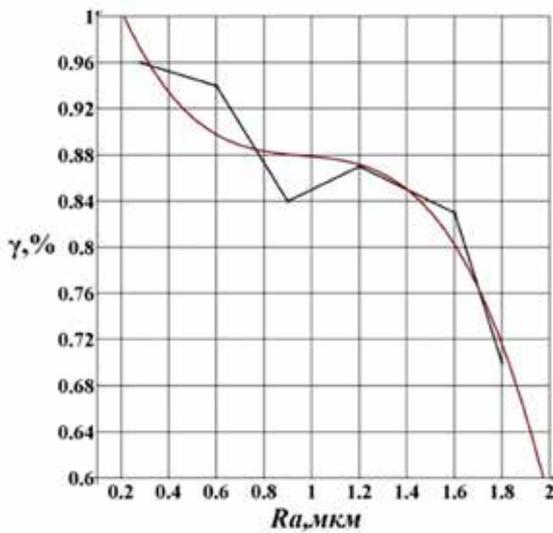


Рис. 3. Зависимость уровня случайной компоненты

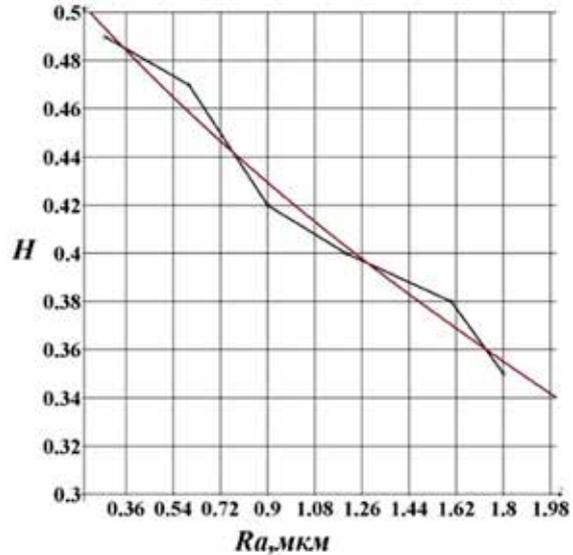


Рис. 4. Зависимость показателя Херста

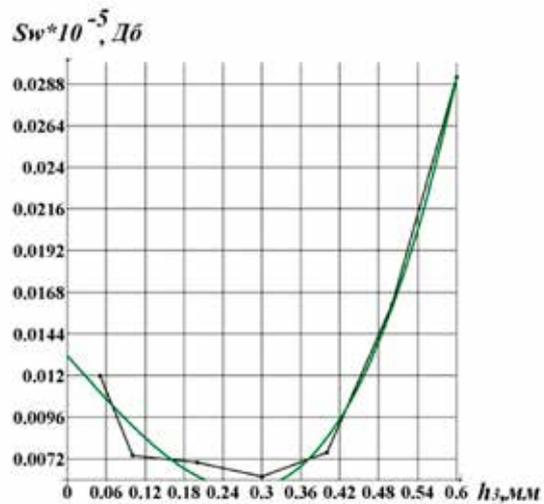
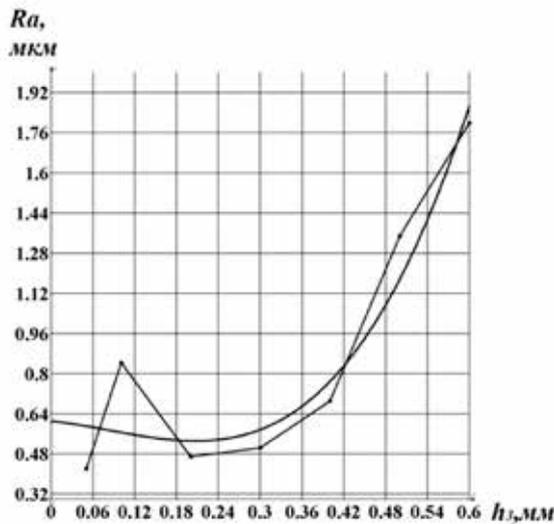


Рис. 5. Зависимости среднеарифметического отклонения профиля (Ra) и мощности вибросигнала (Sw) от ширины фаски износа (h_z)

Было установлено, что коэффициент взаимной корреляции между Sw и Ra составляет 0,94. Также были получены зависимости указанных величин от подачи и скорости резания. Расчеты коэффициента взаимной корреляции показали, что он составляет от 0,86 до 0,95, таким образом, вывод о том, что в формировании шероховатости при обработке закаленных сталей чистовым точением преобладает влияние вибраций, подтверждается.

Заключение

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что в микроре-

льефе поверхностей деталей, которые изготовлены из закаленных сталей и обработаны чистовым точением, преобладает случайная составляющая. Важно отметить, что получилась высокая согласованность результатов, полученных с использованием разных методов исследования. Экспериментальные исследования вибраций и качества обработанной поверхности подтверждают обоснованность выводов теоретических расчетов.

Важным следствием для практики является то, что при уменьшении величины среднеарифметического отклонения профиля (Ra) наблюдается рост уровня случайной компоненты, причем для диапазона, кото-

рый соответствует чистой и финишной обработке ($Ra < 1,6$ мкм), уровень случайной компоненты превышает 75.

Таким образом, при решении задачи обеспечения заданных требований по шероховатости поверхности при токарной обработке необходимо, прежде всего, обеспечить такие условия, которые позволяют минимизировать влияние вибраций.

Список литературы

1. Исаев А.И. Микрогеометрия поверхности при токарной обработке. М.: Машиностроение, 1950. 106 с.
2. Сулов А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин. М.: Машиностроение, 2000. 320 с.
3. Tomov M., Kuzinovski M. and Cichosz P. Development of mathematical models for surface roughness parameter prediction in turning depending on the process condition // Int. J. Mech. Sci. 2016. No. 113. P. 120–132.
4. Шаповалов В.В., Эрекнов А.Ч., Кохановский В.А. Триботехника: учебник. М.: Феникс, 2017. 351 с.
5. Хусу А.П., Витенберг Ю.Р., Пальмов В.А. Шероховатость поверхностей (теоретико-вероятностный подход). М.: Наука, 1975. 344 с.
6. Конакова И.П., Пирогова И.И. Шероховатости поверхностей и их практическое применение в программе КОМПАС: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УрФУ, 2014. 104 с.
7. Шец С.П., Сакало В.И., Сулов А.Г. Взаимосвязь герметичности подшипниковых узлов трения с абразивным изнашиванием их трибосопряжений // Вестник Брянского государственного технического университета. 2016. № 2 (50). С. 36–40.
8. Огар П.М., Горохов Д.Б., Турченко А.В. Механика контактирования шероховатых поверхностей. Братск: БрГУ, 2016. 282 с.
9. Брылкин Ю.В. Создание цифровых моделей рельефа в трехмерном пространстве методами фрактальной геометрии // Графикон 2017: Труды междунар. конф. по компьютерной графике и машинному зрению. 2017. С. 295–297.
10. Плескунов М.А., Корчемкина Л.В. Теория вероятностей: справочник. Екатеринбург, 2017. 136 с.
11. Ovsyannikov V., Nekrasov R., Putilova U., Ilyaschenko D., Verkhoturova E. On the issue of automatic form accuracy during processing on CNC machines // Revista Facultad de Ingeniería. 2022. № 103. С. 88–95.
12. Овсянников В.Е. Применение вейвлет-анализа для оценки параметров качества поверхностного слоя деталей машин // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2014. № 2. С. 56–57.

УДК 621.922.079
DOI 10.17513/snt.39730

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ГАЗОВЫХ СРЕД НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИМПРЕГНИРОВАННОГО АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА

Носенко В.А., Исаева А.А., Ших А.А., Васильев А.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»,
Волжский, e-mail: vladim.nosenko2014@yandex.ru*

Повышение режущей способности шлифовальных кругов в результате импрегнирования в поры инструмента специальных химических соединений является одним из наиболее доступных и эффективных методов. В качестве импрегнаторов используются различные группы веществ. В работе представлена новая группа импрегнаторов – газообразователи, специальные химические соединения, способные выделять в зоне резания газообразные продукты, обладающие высокой проникающей способностью и химической активностью. Показаны закономерности изменения массы анализируемых химических соединений и тепловые эффекты, возникающие в процессе нагрева, в том числе в присутствии порошка обрабатываемого металла. Исследования выполнены на шлифовальных кругах из традиционных абразивных материалов (карбид кремния марки 64С и электрокорунд марки 24А), связка инструмента – керамическая. Составы импрегнаторов вводили в поры круга методом свободного капиллярного поднятия. Сушку инструмента осуществляли при комнатной температуре. Эффективность действия импрегнаторов определяли на операции плоского врезного шлифования при обработке заготовок из сплава ВТ6 и подшипниковой стали. Установлено, что в результате воздействия температуры шлифования образование газообразных продуктов разложения импрегнаторов наблюдается на протяжении всего периода обработки. Концентрация газов в зоне шлифования не превышает установленные нормативы. Показано влияние импрегнаторов на составляющие силы резания, износ инструмента, шероховатость и морфологию обработанной поверхности. На основе результатов рентгеноспектрального микроанализа дана оценка влияния импрегнирования на интенсивность переноса материала абразивного инструмента на поверхность обрабатываемого металла. Даны рекомендации по выбору газообразователей в качестве импрегнаторов абразивного инструмента.

Ключевые слова: титановый сплав, сталь, шлифование, газообразователи, импрегнирование, показатели процессов

THE EFFECT OF CHEMICALLY ACTIVE GASES ON THE PERFORMANCE OF IMPREGNATED ABRASIVE TOOLS

Nosenko V.A., Isaeva A.A., Shikh A.A., Vasilev A.V.

*Volzhsky Polytechnic Institute (branch) of Volgograd State Technical University, Volzhsky,
e-mail: vladim.nosenko2014@yandex.ru*

Increasing the cutting ability of grinding wheels by impregnating the pores of the tool with special chemical compounds is one of the most accessible and effective methods. Various groups of substances are used as impregnators. The paper presents a new group of impregnators – gas formers, special chemical compounds capable of releasing gaseous products with high penetrating ability and chemical activity in the cutting zone. Regularities of changes in mass of the chemical compounds analyzed and thermal effects arising in the process of heating are shown, including the presence of machined metal powder. Researches were carried out on grinding wheels made of traditional abrasive materials (silicon carbide of 64C grade and electrocorundum 24A grade), tool bond – ceramic. Impregnator compositions were introduced into the pores of the wheel by free capillary elevation. Drying of the tool was carried out at room temperature. Efficiency of impregnators action was determined on the operation of plunge grinding when processing workpieces made of VT6 alloy and bearing steel. It is established that as a result of the effect of grinding temperature, the formation of gaseous products of impregnator decomposition is observed throughout the entire period of machining. The concentration of gases in the grinding zone does not exceed the established standards. The influence of impregnators on the components of cutting force, tool wear, roughness and morphology of the machined surface is shown. Based on the results of X-ray microanalysis the influence of impregnation on the intensity of transfer of the abrasive tool material to the surface of the machined metal is evaluated. Recommendations for selection of gas formers as impregnators of abrasive tools are given.

Keywords: titanium alloy, steel, grinding, gas formers, impregnation, process indicators

В настоящее время большое внимание уделяется изысканию путей улучшения эксплуатационных свойств абразивного инструмента. Появилось большое количество работ, анализирующих технологии подачи минимального количества смазки в зону

резания в воздушном потоке (САМQL) [1, 2]. Известно использование в качестве импрегнаторов специальной группы веществ (порофоров), способных выделять при термическом разложении газообразные продукты [3].

Импрегнирование, то есть насыщение пор круга специальными веществами, является одним из наиболее доступных и экономичных способов совершенствования стандартного абразивного инструмента [4]. Большое значение уделяют подбору необходимых материалов, используемых в качестве импрегнаторов. Материалы должны обладать определенным набором свойств, в частности способностью проникать в поры круга и удерживаться там при вращении абразивного инструмента, не оказывать вредного воздействия на связку, снижать коэффициент трения зерна с обрабатываемым материалом и интенсивность адгезионного взаимодействия, не оказывать негативного влияния на окружающую среду и др. [5].

Особое внимание уделяется газовым СОТС, обладающим высокой проникающей способностью. Показаны перспективы использования органических химических соединений, в составе которых содержатся химические элементы IV–VII групп Периодической системы [6]. Особый интерес представляют вещества, способные выделять при температуре шлифования химически активные газовые среды. Большая проникающая способность газовой фазы в совокупности с высокой реакционной способностью химически активных элементов будет способствовать снижению интенсивности взаимодействия абразивного инструмента с обрабатываемым материалом и окажет положительное влияние на эксплуатационные свойства абразивного инструмента.

Цель работы заключалась в улучшении эксплуатационных показателей импрегнированных шлифовальных кругов в результате использования в качестве импрегнаторов порофоров, образующих в зоне резания химически активные газовые среды.

Материалы и методы исследования

Импрегнирование шлифовальных кругов осуществляли методом свободного капиллярного поднятия растворов или расплавов химических соединений. Сушку шлифовальных кругов выполняли на воздухе при комнатной температуре. Инструменты закрепляли на оправке и медленно вращали на протяжении первоначального этапа сушки. Изучение влияния температуры на изменение массы предполагаемых импрегнаторов и тепловые эффекты происходящих реакций выполняли на дериватографе модели Q-1500 D фирмы «MOM». Погрешность определения показателей дериватографа: температура – 3%, изменение массы анализируемых продуктов – 5%.

Эксплуатационные показатели абразивных инструментов определяли при шли-

фовании на станке с ЧПУ модели Smart-B1224III [7]. В качестве обрабатываемых материалов использовали титановый сплав ВТ6 и подшипниковую закаленную сталь ШХ15. Металлы существенно различаются по механическим свойствам и интенсивности взаимодействия с абразивными материалами. Поэтому для шлифования сплава ВТ6 использовали абразивный инструмент из карбида кремния зеленого марки 64С, для шлифования стали ШХ15 – абразивный инструмент из электрокорунда белого марки 24А. Охлаждение осуществляли препаратом «Авазол» (ТУ 0258-001-34705841-95), концентрация 3% и раствором кальцинированной соды, концентрация 0,3%. Износ абразивного инструмента определяли микронным индикатором часового типа Micron ИЧ-1, артикул 61168, цена деления 0,001 мм, диапазон измерения от 0 до 1 мм, предел допускаемой погрешности $\pm 0,005$ мм. Суммарная погрешность измерения износа с учетом погрешности прибора 7–9%. Мощность N определяли на этапе установившегося шлифования по касательной составляющей силы резания Pz : $N = PzV$, где V – скорость шлифования. Составляющую силы резания измеряли силоизмерительным комплексом, состоящим из динамометра Amti MC36-1000UP [8], усилителя Amti Mini AMP MSA6 [9], внешнего модуля АЦП E14 140 [10] и ПО «PowerGraph» [11]. Статистическую обработку данных выполняли ПО «Peaks» [12]. Суммарную погрешность мощности принимали равной суммарной погрешности определения составляющей силы резания не более 8%. Шероховатость обработанной поверхности измеряли профилометром Mitutoyo SurfTest SJ-410 [13], инструментальная погрешность – 3%, суммарная погрешность параметра Ra не превышала 10%. Образование газообразных продуктов при разложении импрегнаторов непосредственно в зоне шлифования фиксировали на газоанализаторе модели ГАНК-4 [14], пределы основной относительной погрешности измерений $\pm 20\%$. Датчик анализатора размещали на расстоянии 100 мм от зоны шлифования.

Морфологию и химический состав шлифованной поверхности исследовали на растровом двухлучевом электронном микроскопе Versa 3D LoVac [15].

Результаты исследования и их обсуждение

Сера и хлор являются наиболее активными элементами из VI и VII групп Периодической системы. По справочным данным в качестве предполагаемых импрегнаторов выбраны тетраметилтиурамдисульфид

(ТМТД) и дитиодиморфолин (ДТДМ) хлористый аммоний (ХА), серноокислый аммоний (СА), гексахлорпаракисилол (ГХК).

Быстрее всего процесс разложения начинается у веществ ТМТД и ДТДМ, значимая потеря массы и эндотермическая реакция разложения соответствуют интервалу 160–240°C для ТМТД и 180–290°C – для ДТДМ (рис. 1, а).

Распад ГХК начинается при 200°C, при 270 °С остаток массы вещества составляет 32%. Большая часть массы продукта разложилась с выделением газообразных продуктов. В интервале 270–500 °С процесс разложения замедляется, остаточная масса вещества составляет около 5%. Реакции разложения исследуемых веществ относятся к экзотермическим процессам.

Для определения реакционной способности выделяющихся газов при взаимодействии с обрабатываемыми металлами проводили дериватографические исследования импрегнаторов с порошком железа (рис. 1, б). Исходный массовый состав смеси 50/50.

При нагревании порошка железа без смешивания с импрегнаторами в интервале 310–360°C его масса увеличивается

на 2% (рис. 1, а), реакция экзотермическая. Смесь ГХК+Fe разлагается с потерей 20% массы при температуре около 240 °С. Масса железа при данной температуре не изменяется, масса ГХК составляет 50% (рис. 1, а). Таким образом, оставшиеся 5% смеси (50% Fe + 25% ГХК) являются продуктами взаимодействия железа и газов, выделившихся при термораспаде ГХК.

Дальнейшие исследования проводили с ГХК, ДТДМ и ТМТД, являющимися наиболее химически активными при взаимодействии с металлом. Предельная растворимость веществ в растворителях (табл. 1) обусловлена их максимально возможной концентрацией в растворе. Содержание импрегнаторов в кругах зависит от объема пор в инструменте и удельного веса импрегнатора.

Интенсивность разложения импрегнаторов определяли непосредственно при шлифовании по концентрации продуктов газов Cl₂ и SO₂ в зоне обработки. В зависимости от числа проходов газовый анализатор фиксирует образование газовых продуктов разложения импрегнаторов. При увеличении подачи в два раза концентрация хлора возрастает почти пропорционально (рис. 2, а).

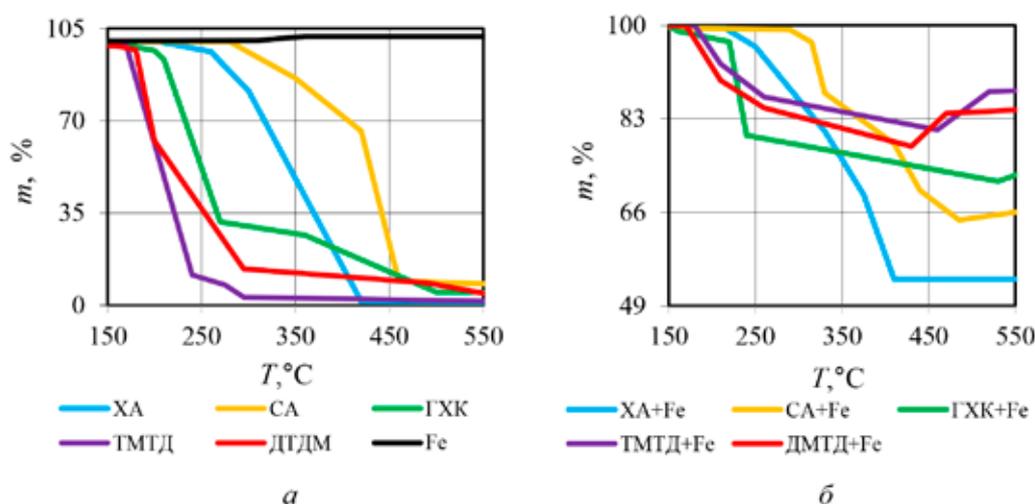


Рис. 1. Потеря массы импрегнаторов (а) и смеси импрегнаторов с порошком железа (б) в зависимости от температуры нагрева

Таблица 1

Характеристика импрегнаторов

Импрегнатор	Предельная растворимость, %	Содержание импрегнатора в кругах, %	
		электрокорунд белый	карбид кремния
ГХК	38	7	4,9
ТМТД	5	1,8	1,6
ДТДМ	7	0,8	0,7

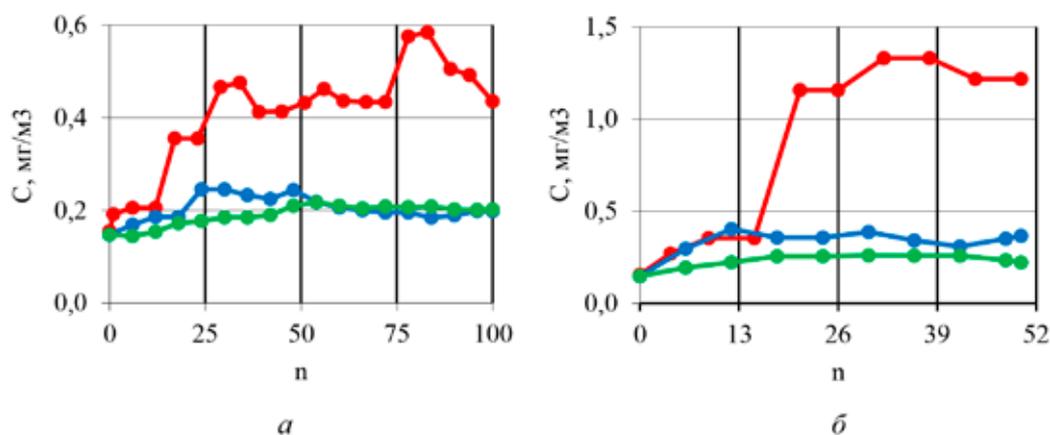


Рис. 2. Закономерность изменения концентрации в зоне шлифования C газообразных продуктов разложения импрегнаторов в зависимости от числа проходов n :
 а – 0,005 мм/х; б – 0,010 мм/х; ● – ГХК; ● – ТМТД; ● – ДТДМ

При шлифовании стали ШХ15 газообразование при шлифовании инструментом с ГХК более значительное (на рис. 2 не показано), что обусловлено большим содержанием импрегнатора в кругах из электрокорунда (табл. 1).

Выделение SO_2 при разложении ТМТД и ДТДМ, как и выделение хлора при разложении ХА, осуществляется на каждом проходе заготовки. При шлифовании с радиальной подачей 0,005 мм/х (рис. 2, а) концентрация образующихся при разложении ТМТД и ДТДМ газообразных продуктов приблизительно одинакова и составляет около 0,2 мг/м³. Концентрация хлора, образующегося при разложении ГХК, начиная с 25-го прохода колеблется в интервале 0,4–0,6 мг/м³, что в два раза выше по сравнению с импрегнаторами ТМТД и ДТДМ. С увеличением радиальной подачи абразивного инструмента в 2 раза интенсивность образования газообразных продуктов разложения импрегнаторов возрастает: ДТДМ – на 30%, ТМТД – на 50–60%. Концентрация ГХК в зоне шлифования на 20-м проходе поднимается свыше 1 мг/м³. Интенсивность газообразования импрегнатора ГХК по сравнению с ТМТД и ДТДМ возрастает в 3–4 раза. На расстоянии 50 см от заготовки концентрация газов снижается в 10 раз.

Различная интенсивность образования газообразных продуктов разложения импрегнаторов в определенной степени обусловлена содержанием газообразователей в абразивных инструментах. Например, в кругах из карбида кремния исходная массовая доля импрегнаторов возрастает в пропорции ДТДМ:ТМТД:ГХК = 1:2:7. Почти в такой же пропорции изменяется исходная массовая

доля импрегнаторов ДТДМ и ТМТД в кругах из электрокорунда (табл. 2).

Эксплуатационные испытания импрегнированных абразивных инструментов представлены отношениями значений параметров базового круга к соответствующим значениям параметров абразивных инструментов, импрегнированных ГХК (табл. 2). Наибольшее влияние импрегнатор ГХК оказал на износ инструмента, по сравнению с базовым кругом износ импрегнированного инструмента при шлифовании титанового сплава и стали снижен в 1,5–1,6 раза. Параметр шероховатости Ra обработанных поверхностей титанового сплава и стали уменьшен в 1,3–1,4 раза, мощность шлифования снижается в среднем на 20%. Изменение подачи на глубину шлифования в диапазоне 0,005–0,010 мм/х не оказывает принципиального значения на эффективность рассмотренных показателей процесса. Следует отметить большое влияние импрегнатора на параметр Ra при шлифовании титанового сплава.

В связи с высокой адгезионной активностью титанового сплава импрегнатор ГХК оказывает значимое влияние на морфологию обработанной поверхности (рис. 3). При шлифовании базовым инструментом обработанная поверхность имеет значительные неровности и налипсы металла (рис. 3, а). Введение в поры круга препарата ГХК уменьшает не только шероховатость обработанной поверхности. Значимо снижается интенсивность адгезионного взаимодействия зерен карбида кремния с титановым сплавом. Обработанная поверхность становится более чистой, хорошо различимы отдельные царапины, оставленные вершинами зерен абразивного инструмента.

Таблица 2

Влияние импрегнатора ГХК на относительные значения мощности резания $N_6/N_{и}$, износа инструмента $h_6/h_{и}$ и шероховатости обработанной поверхности $Ra_6/Ra_{и}$ и при шлифовании титанового сплава и подшипниковой стали

мм/х	$N_6/N_{и}$		$h_6/h_{и}$		$Ra_6/Ra_{и}$	
	ВТ6	ШХ15	ВТ6	ШХ15	ВТ6	ШХ15
0,005	1,2	1,3	1,6	1,5	1,4	1,3
0,010	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	1,3

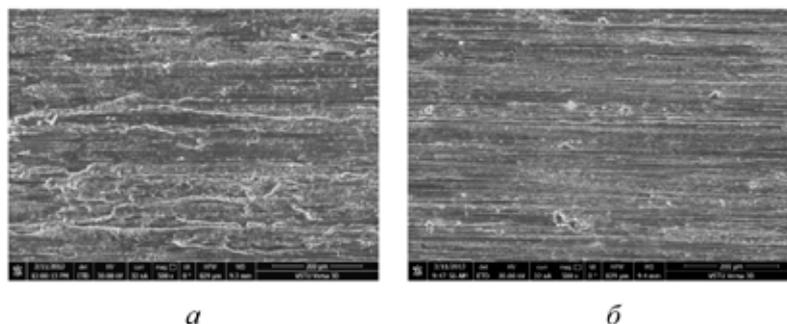


Рис. 3. Морфология поверхности титанового сплава ВТ6:
 а – обработка серийным кругом характеристики 64CF60K7V;
 б – обработка кругом той же характеристики после введения препарата ГХК

Химический состав поверхности титанового сплава после шлифования базовым кругом характеристики 64CF60K7V и после введения в поры круга препарата ГХК определяли методами рентгеноспектрального анализа в микрообъемах (диаметр электронного зонда 50 нм) и сканированием по площади. Установлено, что атомная доля содержания кремния после шлифования базовым кругом в среднем на 20% больше по сравнению с концентрацией, полученной после шлифования инструментом, импрегнированным ГХК.

Закключение

При разложении импрегнаторов образуются газовые продукты: хлор Cl_2 – при разложении гексахлорпаракисила (ГХК), сернистый газ SO_2 – при разложении тетраметилтиурамдисульфида (ТМТД) и дитиодиморфолина (ДТДМ). Наиболее активное газообразование происходит при разложении ТМТД. Например, при температуре 240 °C от вещества ТМТД остается около 11% массы, ДТДМ – 45%, от ГХК – 30%; при температуре 270 °C от вещества ТМТД остается около 9% массы, ДТДМ – 35%, от ГХК – 70%.

Из рассмотренных трех импрегнаторов наиболее эффективным является гексахлорпаракисил (ГХК). Методом свободного

капиллярного поднятия в поры абразивного инструмента средней структуры из карбида кремния и электрокорунда может быть введено соответственно около 5 и 7% массовых долей импрегнатора от массы абразивного инструмента.

В результате воздействия температуры резания в зоне шлифования образуются газовые продукты разложения импрегнатора. Выделение газообразных продуктов происходит на каждом проходе заготовки при касании абразивного инструмента. После 25-го прохода с подачей 0,005 мм/х на расстоянии 100 от шлифовального круга, импрегнированного ГХК, средняя концентрация хлора около 0,5 мг/м³, средняя концентрация SO_2 при шлифовании кругами, импрегнированными ТМТД и ДТДМ, около 0,2 мг/м³.

С увеличением подачи в два раза интенсивность газовой выделений возрастает при шлифовании кругами, импрегнированными ТМТД и ДТДМ, на 50–60%, импрегнированными ГХК – в 3–4 раза.

Применение абразивных инструментов из карбида кремния и корунда на керамической связке средних структур, импрегнированных ГХК, при шлифовании сплава ВТ6 и стали ШХ15 снижает износ инструмента на 50%, параметр шероховатости обработанной поверхности Ra – на 40%,

мощность шлифования – на 20%. Интенсивность переноса материала абразивного инструмента из карбида кремния при шлифовании сплава ВТ6 уменьшается на 20%.

Список литературы

1. Gaofeng Zhang, Wenbin Ma, Tiejun Song, Cezhi Du, Zhenyu Wang, Gang He, Hua Xie, Tao Jiang. CA-MQL grinding of zirconia engineering ceramics under precompressive stress // *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2023. Vol. 126. P. 1–10. DOI: 10.1007/s00170-023-11416-y.
2. Ge Wu, Guangxian Li, Wencheng Panm, Raja Izamshah, Xu Wang, Songlin Ding. Experimental investigation of eco-friendly cryogenic minimum quantity lubrication (CMQL) strategy in machining of Ti–6Al–4V thin-wall part // *Journal of Cleaner Production*. 2022. Vol. 357. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.131993.
3. Nosenko V.A., Mitrofanov A.P., Naumov A.G. Chemical reaction of impregnators in an abrasive tool with metal blanks // *Russian Engineering Research*. 2014. Vol. 34. P. 649–652. DOI: 10.3103/S1068798X14100116.
4. Kaplonek W., Nadolny K., Sutowska M., Mia M., Pimenov D.Y., Gupta M.K. Experimental Studies on MoS₂-Treated Grinding Wheel Active Surface Condition after High-Efficiency Internal Cylindrical Grinding Process of INCONEL Alloy 718 // *Micromachines*. 2019. Vol. 10. P. 255. DOI: 10.3390/mi10040255.
5. Островский В.И. Импрегнированный абразивный инструмент. М.: НИИМаш, 1983. 72 с.
6. Nosenko V.A., Krutikova A.A. Improving Abrasive Tool Cutting Properties with the Use of Impregnators that Emit Chemically Active Gas Media During Thermal Decomposition // *Materials Today: Proceedings*. 2019. Vol. 19, Is. 5. P. 2041–2045. DOI: 10.1016/j.matpr.2019.07.070.
7. Носенко В.А., Белухин Р.А., Фетисов А.В., Морозова Л.К. Испытательный комплекс на базе прецизионного профишлифовального станка с ЧПУ CHEVALIER модели SMART-B1224 III // *Известия ВолгГТУ*. 2016. № 5 (184). С. 35–39.
8. Force Torque Sensors. MC36. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.amti.biz/product/mc36/#specifications> (дата обращения: 03.08.2023).
9. Amti Mini AMP. Strain Gage Amplifier. [Электронный ресурс]. URL: <https://manualzz.com/doc/30805589/msa-6-mini-amp>. (дата обращения: 03.08.2023).
10. E14-140. Руководство пользователя. [Электронный ресурс]. URL: <http://autex.spb.su/automation/lcard/e14-140.pdf> (дата обращения: 03.08.2023).
11. ПО «PowerGraph». Аналого-цифровые преобразователи. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.powergraph.ru/soft/> (дата обращения: 03.08.2023).
12. Обработка результатов тарировки и измерения сил шлифования: свидетельство о государственной регистрации программы ЭВМ № 2009615802 Рос. Федерация / Носенко В.А., Даниленко М.В., Белухин Р.А., Носенко С.В., Митрофанов А.П.; ВолгГТУ. зарег. 16.10.2009.
13. SJ-410 – Portable Surface Roughness Tester. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mitutoyo.com/products/form-measurement-machine/surface-roughness/sj-410-portable-surface-roughness-tester> (дата обращения: 03.08.2023).
14. Газоанализатор универсальный ГАНК-4. Руководство по эксплуатации. Разработчик ООО «НПО ПРИБОР». 110 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://gank4.uz/upload/iblock/0ab/...pdf> (дата обращения: 31.07.2023).
15. Versa 3D™ DualBeam™ Versatility for demanding 3D characterization, prototyping and in situ research needs [Электронный ресурс]. URL: <https://www.microscop.ru/uploads/VERSA3D.pdf> (дата обращения: 01.08.2023).

УДК 004:378
DOI 10.17513/snt.39731

УПРАВЛЕНИЕ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ: ОПЫТ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО УЧЕТА ДОГОВОРОВ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Сазанов А.А., Фокеев М.И., Гусева Н.В.

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского», Арзамасский филиал, Арзамас, e-mail: unn@unn.ru

В статье рассматривается проблема создания системы централизованного учета договоров в учреждениях высшего образования. Это актуальная проблема в настоящее время, так как организации используют различные информационные системы практически во всех аспектах функционирования учреждения. В силу того, что в системе использования договоров задействованы различные структурные подразделения, необходимость в системе централизованного учета возрастает многократно. Формирование данной системы приведет к оптимизации временных, человеческих и финансовых ресурсов. В статье представлен опыт Арзамасского филиала ННГУ, описано техническое задание, разработка информационной системы и аспекты создания проектно-эксплуатационной документации, описаны принципы и алгоритмы для основных процессов информационной системы, обоснованы необходимые технические средства, которые представляют собой серверную и клиентскую часть, а также указаны требования и аппаратные характеристики оборудования для использования информационной системы, в приложении приведен программный код информационной системы, который может быть использован непосредственно в практической реализации. Информационную систему «Учет договоров» можно рекомендовать для использования в других вузах, при этом она легко может быть доработана под нужды конкретного учебного заведения.

Ключевые слова: система централизованного учета договоров в учреждениях высшего образования, алгоритмы для основных процессов информационной системы, техническое задание, информационная система, требования к оборудованию, программный код

MANAGEMENT IN ORGANIZATIONAL SYSTEMS: EXPERIENCE IN CREATING A SYSTEM OF CENTRALIZED ACCOUNTING OF CONTRACTS IN INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION

Sazanov A.A., Fokeev M.I., Guseva N.V.

National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Arzamas branch, Arzamas, e-mail: unn@unn.ru

The article deals with the problem of creating a system of centralized accounting of contracts in institutions of higher education. This is an urgent problem at the moment, as organizations use various information systems in almost all aspects of the functioning of the institution. Due to the fact that various structural units are involved in the system of using contracts, the need for a centralized accounting system increases many times. The formation of this system will lead to the optimization of time, human and financial resources. The article presents the experience of the Arzamas branch of the UNN, describes the terms of reference, the development of an information system and aspects of creating design and operational documentation, describes the principles and algorithms for the main processes of the information system, justifies the necessary technical means, which are the server and client parts, and also specifies the requirements and hardware characteristics of equipment for using the information system, in particular the appendix contains the program code of the information system, which can be used directly in practical implementation. The information system "Accounting of contracts" can be recommended for use in other universities, while it can easily be modified to meet the needs of a particular educational institution.

Keywords: system of centralized accounting of contracts in institutions of higher education, algorithms for the main processes of the information system, terms of reference, information system, equipment requirements, program code

В современном мире в различных учреждениях широко используются системы учета договоров. Довольно часто учет договоров ведется напрямую в бухгалтерских системах в бухгалтерии и системах работы с кадрами в отделах кадров. Для договоров, касающихся других подразделений организаций, нечасто можно встретить отдельный или централизованный учет в каких-либо информационных системах (далее ИС), что упускает важный блок деятельности

и не всегда позволяет вести учет выпускаемых дополнительных соглашений [1, 2].

Для учета договоров часто встречаются такие системы, как «1С: Договоры», «1С: Бухгалтерия». Более широкие по функционалу системы электронного документооборота, как следствие, и более дорогие, такие как «Directum RX», «Кларис» и др. [1, 3, 4].

Системы учета договоров позволяют решать следующий минимальный набор задач: создание договора и хранение его

специфических параметров (с присвоением даты, номера); одновременная работа с единым реестром договоров для разных подразделений; разграничение прав доступа тем или иным подразделениям и сотрудникам; возможность учета оригиналов договоров; глобальный поиск по параметрам (полям) договоров; возможность печати договора по шаблону (настраиваемые шаблоны печати).

Анализ предлагаемых на сегодняшний день вариантов работы в данном направлении показал необходимость внедрения информационной системы централизованного учета договоров. Наше исследование данной области исходило из того, что на практике имеется ряд специфических особенностей: отсутствие необходимости в полноценном документообороте; необходимость заполнения и учета дополнительных соглашений (в том числе массовый групповой выпуск дополнительных соглашений); необходимость учета и привязки к выпуску дополнительных соглашений и отчетов реестра приказов о стоимости обучения.

Использование в организации информационной системы учета договоров приводит к экономии временных, человеческих и финансовых ресурсов.

Целью исследования является разработка информационной системы (далее ИС) учета договоров в образовательной организации.

Задачи исследования: проанализировать данную предметную область, а именно анализ научно-методической литературы, источников сети Интернет и практического опыта в области проектирования информационных систем учета, выявить современные подходы, средства и методы разработки; исследовать имеющиеся готовые решения в области централизованного учета договоров; разработать техническое задание для разработки ИС и алгоритмы для основных процессов ИС; а также сформировать программный код ИС; определить необходимые требования к оборудованию для использования ИС; произвести тестирование и внедрение ИС.

Материалы и методы исследования

В качестве материала для исследования использовали работу структурных подразделений в Арзамасском филиале ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского».

Объект исследования: функционирование подразделений образовательного учреждения (Арзамасского филиала ННГУ), участвующих в обработке и учете договоров.

Предмет исследования: автоматизация учета портфеля договоров в образовательном учреждении и управление технологическими процессами информационной системы учета договоров.

Методы исследования – системный подход, применяемый к изучению всех аспектов развития организации, с использованием общенаучных методов анализа, синтеза, сравнения, обобщения, группировки и классификации; стратегического метода; экономико-статистического анализа.

Результаты исследования и их обсуждение

На данный момент работа организаций непредставима без использования различных информационных систем, затрагивающих совершенно разные аспекты функционирования учреждений. Одним из таких аспектов является системный учет договоров организации. В данной работе рассматривается образовательная организация – вуз. Для вуза характерно использование различных видов договоров, как обычных, где вуз выступает в качестве заказчика, так и свойственных только образовательным организациям – договоров об обучении, где вуз выступает в качестве исполнителя. Кроме того, существует множество дополнительных видов договоров, не касающихся денежных расчетов, но необходимых для проведения образовательной деятельности (например, договоры с инновационными площадками или договоры о базах прохождения практик).

За создание, хранение оригиналов и учет разных видов договоров в вузе отвечают различные структурные подразделения. Хранить все виды договоров централизованно в одном подразделении нецелесообразно, но все же очевидна необходимость в их централизованном учете, с указанием мест хранения оригинала и другими необходимыми параметрами.

Для рассматриваемой организации также существовала необходимость в дополнительном сопровождении и обработке договоров об обучении. Большая часть договоров об обучении создается приемной комиссией еще на этапе зачисления будущих студентов. В университете внедрена автоматизированная система учета контингента студентов «Галактика ERP», с помощью которой в том числе ведется прием студентов и создание и печать договоров об обучении. После завершения приема информация о договорах выгружается в бухгалтерию в 1С Предприятие, также туда передаются оригиналы. На протяжении срока действия данного вида договора к нему выпускаются

различные виды дополнительных соглашений, которые не учитываются в имеющихся информационных системах. Как следствие, их заполнение и печать не автоматизированы. Зачастую печатные формы таких соглашений представляют собой документ MS Office Word, который заполняется вручную сотрудниками разных подразделений, ответственных за соответствующие соглашения. Дополнительные соглашения бывают разовые и повторяющиеся. Например, дополнительное соглашение об использовании в качестве оплаты материнского капитала относится к разовым. К повторяющимся можно отнести дополнительное соглашение о стоимости обучения. Стоимость обучения устанавливается приказами о стоимости, в которых стоимость указывается в соответствии факультету (отделению), уровню образования, направлению обучения, курсу обучения и другим факторам. Обычно такие приказы выпускаются раз в год и относятся к определенному учебному году. Таким образом, к каждому договору об обучении ежегодно необходимо выпускать дополнительное соглашение о стоимости, где стоимость определяется согласно определенной записи в определенном приказе о стоимости. Данный вид дополнительных соглашений также заполнялся вручную по шаблону и распечатывался индивидуально, как следствие, необходима автоматизация учета и массового выпуска данных соглашений, что неизбежно приводит к необходимости учета в той же информационной системе также и приказов о стоимости обучения, для автоматизированного подбора новой стоимости обучения из приказа.

Дополнительно рассмотренные приказы также необходимы при формировании отчета по предполагаемой прибыли, заполняемого бухгалтерией для систем мониторинга. Данный отчет формируется по всем действующим договорам об обучении на определенную указанную дату, при этом сумма для каждого договора должна быть указана с учетом всех изменений стоимости обучения во всех приказах о стоимости подходящих для данного договора. Данный отчет также не был автоматизирован и заполнялся практически вручную.

Таким образом, изучив предметную область, авторы наметили основные аспекты ИС «Учет договоров», которые легли в основу технического задания будущей системы. Наше исследование осуществлялось с 1 мая 2021 г. по 30 августа 2022 г.

При разработке информационной системы и создании проектно-эксплуатационной документации наша команда руководство-

валась требованиями следующих нормативных документов: ГОСТ 19. Единая система программной документации [5, с. 4]; ГОСТ 19.201-78 ЕСПД. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению [5, с. 13]; ГОСТ 34.602-89. Техническое задание на создание автоматизированной системы [6, с. 2]; ГОСТ 34.603-92. Информационная технология. Виды испытаний автоматизированных систем [6, с. 5]; РД 50-34.698-90. Методические указания. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов [7, с. 7].

Для функционирования ИС «Учет договоров» необходимые технические средства можно разделить на серверную и клиентскую часть.

Сервер должен соответствовать минимальным требованиям для функционирования стандартного веб-сервера. Требования к его характеристикам могут расти с увеличением количества операторов-клиентов. Для Арзамасского филиала ННГУ было согласовано использование менее 20 клиентов, после чего был определен подходящий компьютер на серверной площадке университета (рис. 1).



Рис. 1. Выбранный сервер на серверной площадке АФ ННГУ

Аппаратные характеристики сервера: процессор Intel Xeon E3-1230v5 3.4 ГГц, 4 ядра; хранилище данных 2 × 1 ТБ HDD RAID 0; оперативная память 16 Гб DDR4; гигабитный сетевой интерфейс.

Также на сервере было согласовано и установлено следующее программное обеспечение: операционная система Debian

10 (buster); веб сервер Apache 2.4; интерпретатор языка PHP 8.0; СУБД MySQL 5.6.

Клиент должен соответствовать минимальным требованиям для использования веб-браузера. Можно, например, ориентироваться на минимальные требования браузеров на основе Chromium: операционная система Windows 7+, Ubuntu 18.04+ (64-разрядная версия), Debian 10+, OpenSUSE 15.2+, Fedora Linux 32; процессор Intel Pentium 4 или аналог с поддержкой SSE3; объем оперативной памяти – 512 Мб; количество свободного места на диске – 350 Мб [8, с. 3].

В университете был определен круг сотрудников, которые будут работать с ИС «Учет договоров» в качестве клиентов и проанализирован аппаратный состав их персональных компьютеров на рабочих местах. Все клиентские ПК подошли под минимальные требования системы.

Примерные аппаратные характеристики клиентских ПК: процессор Intel Core i3 1125G4, 2 ГГц; оперативная память 8 ГБ, DDR4; видеоадаптер Intel UHD Graphics; хранилище данных 1 ТБ HDD; гигабитный сетевой интерфейс. Программное обеспечение для клиентских ПК: операционная система Windows 7, веб-браузер Google Chrome 107.0.5304.107.

Работа с системой начинается с окна авторизации (рис. 2).

Система поддерживает гибкое разграничение прав доступа к различным справочникам, реестрам и действиям над объектами.

ИС «Учет договоров» состоит из трех основных модулей: общие справочники; реестр приказов о стоимости; реестр договоров.

ИС «Учет договоров» реализована на основе клиент-серверной архитектуры. При этом была выбрана концепция «тонкого клиента». При таком подходе весь код приложения расположен на сервере [8, с. 8]. На стороне клиента же достаточно наличия стандартных приложений для современного

ПК: операционной системы и веб-браузера. Таким образом не возникает необходимости в установке, обновлении и поддержке клиентских частей системы, все эти процессы остаются на стороне сервера. Это значительно облегчает администрирование системы [9, с. 15].

Система реализована на основе веб-сервера, поэтому для функционирования ей необходимы основные программные компоненты веб-сервера:

– http сервер Apache – ПО, отвечающее за обработку запросов с клиента и выполнение различных скриптов;

– PHP – С-подобный скриптовый язык повсеместно применяемый для разработки веб-приложений в связке с Apache (интерпретатор языка устанавливается в качестве модуля для Apache) [10, с. 3];

– MySQL – система управления базами данных.

Для построения ИС «Учет договоров» был использован корпоративный PHP фреймворк, позволяющий выстраивать модульную архитектуру приложения. На базе фреймворка уже были реализованы несколько клиент-серверных модулей, используемых в организации. Это дало возможность построить систему в виде модулей и соединить ее с уже существующими модулями других информационных систем университета, а также оформить пользовательский интерфейс в единой корпоративной логике и стиле, что значительно упростило освоение навыков работы пользователей с новой системой (рис. 3).

Фреймворк был разработан с учетом поддержки разграничения прав доступа пользователей, что позволяет администрировать и гибко настраивать доступ к различным компонентам (модулям системы) для различных пользователей, а также использовать единые авторизационные данные для различных модулей системы, в том числе и модулей, не входящих в рассматриваемую систему (рис. 4).

Инструментарий АФ ННГУ

Авторизация

Логин

Пароль

Рис. 2. Окно авторизации системы

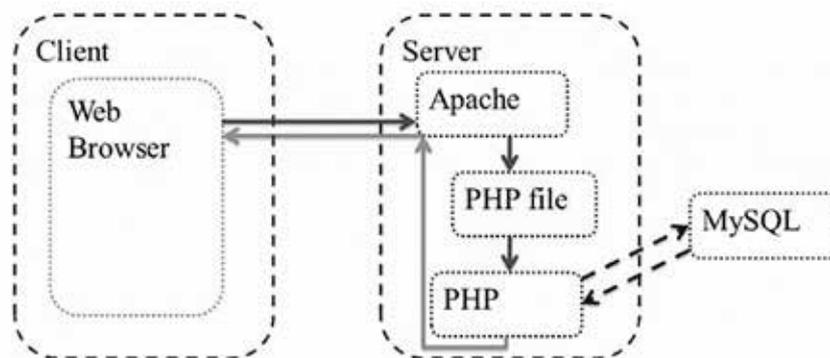


Рис. 3. Общая схема работы веб-приложения

Редактирование пользователя

Логин

Пароль

Включен

Права:

Модуль "Менеджер модулей" (<i>op</i>)	Нет доступа	Пользователь	Администратор
Модуль "Общие справочники" (<i>cmn</i>)	Нет доступа	Пользователь	Администратор
Модуль "Реестр приказов о стоимости" (<i>rco</i>)	Нет доступа	Пользователь	Администратор
Модуль "Реестр договоров" (<i>rc</i>)	Нет доступа	Пользователь	Администратор
Список договоров (<i>contractb_list</i>)	Нет доступа	Просмотр	Редактирование
Редактор договора (<i>contractb_edit</i>)	Нет доступа	Просмотр	Редактирование
Сохранение договора (<i>contractb_save</i>)	Нет доступа	Разрешено	
Удаление договора (<i>contractb_del</i>)	Нет доступа	Разрешено	
Справочник типов договоров (<i>contr_type_list</i>)	Нет доступа	Просмотр	Редактирование
Редактор типа договора (<i>contr_type_edit</i>)	Нет доступа	Просмотр	Редактирование
Сохранение типа договора (<i>contr_type_save</i>)	Нет доступа	Разрешено	
Удаление типа договора (<i>contr_type_del</i>)	Нет доступа	Разрешено	

Рис. 4. Редактор пользователя системы

Сама система была реализована на языках программирования PHP и JS, с использованием технологий HTML и CSS.

Основной костяк системы написан на PHP и выполняется на стороне сервера. После получения запроса со стороны клиента приложение проходит ряд этапов жизненного цикла. Первый этап – создание экземпляра приложения и установка соединения с базой данных, получение из базы первичной информации (например, о пользователе системы).

После этого в дело вступает роутер, который анализирует запрос от клиента и определяет, какой именно модуль и какой объект модуля (контроллер страницы) должен обработать запрос. На этом же этапе проверяются основные права пользователя системы, проверяется, разрешен ли ему доступ к модулю и контроллеру страницы. Например, определяется, возможен ли до-

ступ к определенным справочникам или реестрам.

Модули объединяют в себе логику работы с определенными группами объектов (наборов данных), например, модуль реестра приказов о стоимости отвечает за обработку приказов о стоимости, а модуль учета договоров отвечает за обработку договоров и всех связанных с ними справочников. При этом модули вполне могут взаимодействовать друг с другом и использовать данные друг друга, например модуль учета договоров использует приказы о стоимости для произведения расчетов. Объекты модулей (контроллеры страницы) обычно содержат функционал для работы с конкретным типом объектов (конкретной таблицей базы данных), например контроллер страницы факультетов отвечает за работу со справочником факультетов и содержит все инструменты для их обработки и отображения.

Далее выполняется контроллер страницы, который через объект-коннектор к СУБД напрямую общается с данными (данными таблиц в базе данных), доступными данному модулю. Контроллер страницы проводит дополнительную проверку прав доступа пользователя к конкретному запрошенному набору данных, если это необходимо. На этом этапе, например, ограничивается доступ к определенным видам договоров для пользователей или определяется уровень доступа – доступен объект данному пользователю только для чтения или для редактирования. Далее контрол-

лер страницы выполняет необходимые действия над данными, если они были запрошены клиентом (сохранение, удаление, обновление какого-либо объекта). Далее выбирается, какой именно вид страницы отобразить клиенту. Для этой страницы выбираются все необходимые данные из базы данных, проходит их обработка проходят необходимые вычисления. Контроллер страницы также выбирает HTML шаблон страницы для отображения.

Вот так выглядит часть кода контроллера страницы для справочника программ подготовки.

```
<?php
include_once 'atweb/tmpl_controller.php';
include_once 'atweb/page_controller_base.php';
include_once 'atweb/things.php';
include_once 'user.php';
include_once 'cmn/pgcntrs/pgc_comm.php';

class pgcEduprogList extends PageControllerBase
{
    use pgcComm;

    function __construct($tmpl)
    {
        parent::__construct($tmpl);
        $this->CommConstruct();

        $this->edit_page = 'eduprog_edit';
        $this->task_save = 'eduprog_save';
    }

    public function PageRun($page)
    {
        $this->page = $page;
        if($page == 'eduprog_list')
            $this->ShowEduprogList();
        else
        {
            echo 'Error: page not found ('.$page.)';
            exit;
        }
    }

    function ShowEduprogList()
    {
        $this->CommList_Set('center', 'tmpl/html_comm_list.php', 'edpr_tbl');
        $this->CommList_AddBParam('page_name', 'Программы подготовки');
        $this->CommList_AddBParam('new_text', 'Новая программа');

        $this->CommList_AddFieldKey('eduprogram_id');
        $this->CommList_AddField('code', 'Код');
        $this->CommList_AddField('name', 'Название');

        $this->CommList_AddBParam('items', $this->dbc->GetEduprograms());

        $this->CommList_Show();
    }
}
?>
```

Далее управление передается шаблони-затору, который строит конечную страницу и передает ее клиенту.

После того как веб-браузер на клиенте получает ответ от сервера, он выстраивает страницу по переданному HTML коду, применяет CSS стили и выполняет необходимые JS скрипты. JS позволяет выполнять программный код на стороне клиента, благодаря чему на клиент переносится некоторая рутинная обработка данных, например разбивка на страницы, фильтрация, сортировка и т.п. Таким образом клиент получает более «живой», отзывчивый интерфейс, при этом количество обращений к серверу уменьшается.

Результатом исследования является рекомендованная к внедрению автоматизированная система учета договоров Арзамасского филиала ННГУ, позволяющая организовать систему работы всех структурных подразделений Арзамасского филиала ННГУ имени Н.И. Лобачевского по обработке, этапу заключения и согласования разнообразных договоров. Налаженная система работы по учету разнообразных договоров позволяет минимизировать затраты ресурсов (временных, трудовых, финансовых и т.п.) учреждения и увеличить период для надлежащего исполнения всех этапов и условий договоров. В Арзамасском филиале ННГУ информационная система «Учет договоров» позволила внедрить учет договоров в едином реестре, что значительно упростило учет договоров, в частности учет дополнительных соглашений договоров об обучении. Ускорило выпуск (создание и печать) дополнительных соглашений, в том числе и массовый выпуск таких соглашений для групп студентов. Сократило время получения отчетов, в том числе специализированных емких отчетов для бухгалтерии.

Заключение

Информационную систему «Учет договоров» можно рекомендовать для исполь-

зования в других вузах, при этом она легко может быть доработана под нужды конкретного учебного заведения. Внедрение данной системы создает условия для уменьшения ошибочных действий при введении учетных данных, существенно сокращает срок обработки информации, анализ сведений и данных, дает снижение трудоемкости выполняемых работ на каждом этапе работы и создает возможность формирования соответствующего модуля или блока однократно.

Список литературы

1. Астапчук В.А., Терещенко П.В. Корпоративные информационные системы: требования при проектировании: учебное пособие для вузов. 2-е изд., испр. и доп. М.: Юрайт, 2022. 113 с.
2. Волкова В.Н., Юрьев В.Н., Широкова С.В., Логинова А.В. Информационные системы в экономике: учебник для вузов / Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Юрьева. М.: Юрайт, 2022. 402 с.
3. Богатырев В.А. Информационные системы и технологии. Теория надежности: учебное пособие для вузов. М.: Юрайт, 2022. 318 с.
4. Ганина Г.Э., Клементьева С.В. Управление инновационными проектами: учебное пособие. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 36 с.
5. Понятие тонкого и толстого клиента. [Электронный ресурс]. URL: <https://testmatick.com/ru/ponyatie-tonkogo-itolstogo-klienta/> (дата обращения: 05.04.2023).
6. ГОСТ 34.601-90 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания». Введен: 01.01.1992. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nist.ru/hr/doc/gost/34-601-90.htm> (дата обращения: 30.03.2023).
7. ГОСТы: Документации на разработку программного обеспечения. [Электронный ресурс]. URL: https://gost2014.ru/D/Gost_dokumentatsii-na-razrabotku-programmnogo-obespecheniya/ (дата обращения: 05.04.2023).
8. Рекомендации для ПО Google Chrome. [Электронный ресурс]. URL: <https://support.google.com/chrome/a/answer/7100626?hl=ru> (дата обращения: 14.05.2023).
9. Клиент-серверная архитектура программного обеспечения. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D1%82_%E2%80%94%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B5%D1%80 (дата обращения: 14.05.2023).
10. Каталог стандартов [Электронный ресурс]. URL: www.gost.ru (дата обращения: 15.05.2023).

УДК 625.855.3

DOI 10.17513/snt.39732

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА И РАСХОДА БИТУМА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ

¹Суворов Д.Н., ¹Нгуен Суан Виет, ²Зыонг Динь Ту¹ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет»,
Москва, e-mail: suvorovdn@gmail.com, nguyexuanviet230496@gmail.com;²Виньский университет, Винь, e-mail: duongdinhtu@vinhuni.edu.vn

В настоящее время во Вьетнаме большинство автодорог строятся с асфальтобетонным покрытием, которое является популярным выбором для инфраструктурного развития страны. Качество готового асфальтобетонного покрытия автомобильных дорог зависит от многих факторов, таких как исходное сырье, технология производства асфальтобетонной смеси, условия транспортировки смеси, процесс ее укладки и уплотнения. Качество асфальтобетона остается недостаточно высоким из-за ограниченного применения автоматизации при расчете состава асфальтобетонной смеси. Задачи оперативного управления составом асфальтобетонной смеси на сегодняшний день во Вьетнаме не решаются. Данная статья посвящена системе управления качеством асфальтобетонной смеси на выходе асфальтобетонного завода (АБЗ). В работе анализируется опыт России по построению и применению систем оперативного управления составом асфальтобетонной смеси. К сожалению, во Вьетнаме ограничен доступ к данным о свойствах компонентов, технологических режимах процесса и качестве готовой продукции АБЗ. В порядке постановки задачи намечено использовать опыт России при синтезе систем управления процессом производства асфальтобетона для достижения смеси с заданным качеством. Целью исследования является определение оптимальных параметров и факторов, которые необходимо учитывать при разработке САУ.

Ключевые слова: асфальтобетон, гранулометрический состав, расход битума, автоматизация управления, моделирование

AUTOMATION OF CONTROLLING THE GRADATION AND BITUMEN CONSUMPTION IN ASPHALT CONCRETE MIXTURE PRODUCTION

¹Suvorov D.N., ¹Nguyen Xuan Viet, ²Duong Dinh Ty¹Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow,
e-mail: suvorovdn@gmail.com, nguyexuanviet230496@gmail.com;²Vinh University, Vinh, e-mail: duongdinhtu@vinhuni.edu.vn

Currently, in Vietnam, most roads are built with asphalt concrete pavement, which is a popular choice for the country's infrastructure development. The quality of the finished asphalt concrete pavement of highways depends on many factors, such as the raw materials, the technology of production of asphalt concrete mixture, the conditions of transportation of the mixture, the process of its laying and compaction. The quality of asphalt concrete remains insufficiently high due to the limited use of automation in calculating the composition of asphalt concrete mixture. The tasks of operational management of the composition of asphalt concrete mix are not solved in Vietnam today. This article is devoted to the quality management system of asphalt concrete mixture at the outlet of the asphalt concrete plant. The paper analyzes the experience of Russia in the construction and application of operational control systems for the composition of asphalt concrete mixture. Unfortunately, in Vietnam, access to data on the properties of components, technological modes of the process and the quality of finished products is limited. In order to set the task, it is planned to use the experience of Russia in the synthesis of asphalt concrete production process control systems to achieve a mixture with a given quality. The purpose of the study is to determine the optimal parameters and factors that must be taken into account when developing an automatic control system.

Keywords: asphalt concrete, particle size distribution, bitumen consumption, automation control, modeling

В любой стране автомобильный транспорт играет важную роль и вносит значительный вклад в общественно-экономическое развитие, улучшение жизни населения и обеспечение обороны и безопасности страны. В последние годы, с 2015 до 2022 г., Вьетнам инвестировал более 390000 млрд донгов (около 1360 млрд руб.) в развитие инфраструктуры автомобильных дорог с целью обеспечить их системность, со-

временность, повысить уровень связи и сократить «расстояния» между регионами [1]. К 2025 г. Вьетнам планирует иметь примерно 3000 км автомагистралей и в основном завершить строительство автомагистралей «Север – Юг». В настоящее время во Вьетнаме асфальтобетон является основным материалом, который широко используется для строительства покрытий автомобильных дорог.

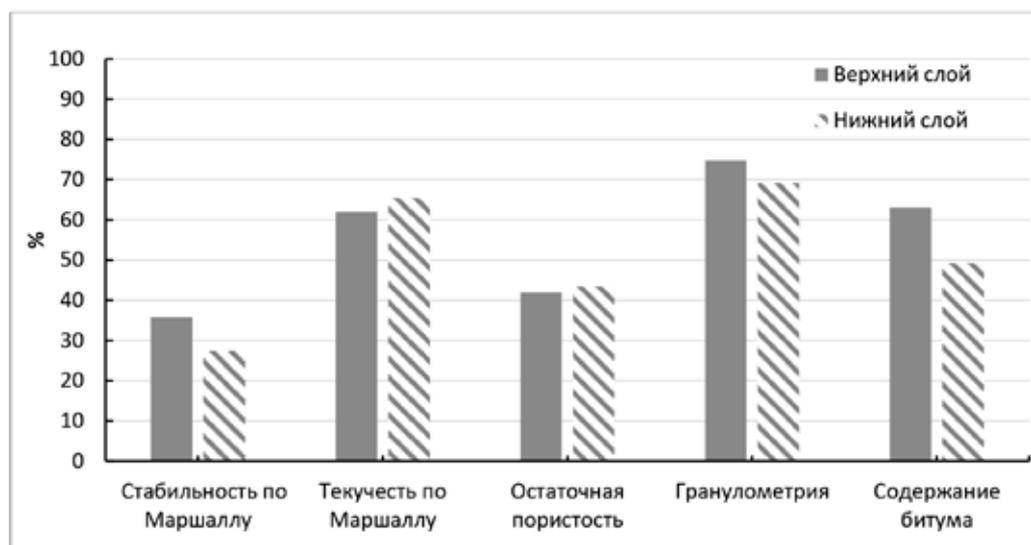


Рис. 1. Процент нарушения по каждой характеристике

Во Вьетнаме срок службы асфальтобетонного покрытия значительно ниже, чем в промышленно развитых странах. Согласно отчету, представленному на итоговой конференции Министерства транспорта Вьетнама в 2022 г., была проведена работа по техническому обслуживанию 160 магистралей общей протяженностью около 25173 км. В 2022 г. на обслуживание и ремонт дорог выделено 7600 млрд донгов (около 26,5 млрд руб.) [1].

Качество и долговечность асфальтобетонных покрытий на дорогах зависят от множества факторов, таких как правильное проектирование состава, технология производства, транспортировки и укладки, уплотнения. Один из самых эффективных способов повышения и стабилизации качества асфальтобетонной смеси – автоматизация технологического процесса и управления. В настоящее время во Вьетнаме, к сожалению, отсутствуют разработанные методики и средства для эффективной автоматизации производства асфальтобетонной смеси. Технологическая база для автоматизации управления процессом производства асфальтобетона оказывается недостаточной. Разработка и внедрение соответствующих систем могли бы значительно повысить качество и надежность дорожных покрытий. На сегодняшний день задача повышения качества асфальтобетона с использованием современной схематехнической и программной базы во Вьетнаме весьма актуальна.

Материалы и методы исследования

Институт транспортных наук и технологий в соответствии с задачами Министер-

ства транспорта провел проверку и оценку качества и определил причины повреждений на ряде объектов автомобильных дорог: Шоссе № 1 (от Ха Нама до Нинь Бинь – Тхань Хоа), мост Бен Туй II, старая трасса № 3 (пакеты 1 и 2), новая трасса № 3, шоссе № 18 (от Уонг Би до Ха Лонга), мост Ван Дай III – Ханой и др. [2]. Результаты исследования представлены на рис. 1. Видно, что процент нарушения по каждой характеристике более 30%, особенно много нарушений по гранулометрии – около 70%. Основываясь на результате проверки повреждений на различных проектах дорог, можно сделать следующие выводы:

- Качество строительства асфальтобетонных покрытий на дорогах во Вьетнаме в целом не соответствует требованиям, установленным в стандартах TCVN 8819:2011 и 858/QĐ-BGTVT [3].

- Основные недостатки в строительстве асфальтобетонных покрытий связаны с нарушением гранулометрического состава и содержания битума.

Во Вьетнаме наиболее популярным методом для проектирования состава асфальтобетонных смесей является методология Маршалла [4, 5]. Метод Маршалла основан на простых лабораторных испытаниях и не требует сложного оборудования или высокой квалификации для его применения. Это делает его доступным для широкого круга специалистов и лабораторий. Для подбора составов асфальтобетонных смесей методом Маршалла необходимо проведение испытаний, на основе которых определяют оптимальные соотношения между компонентами,

обеспечивающие получение асфальтобетона с свойствами, соответствующими требованиям. На рис. 2 представлен традиционный подход к проектированию асфальтобетонной смеси. Исследование и определение состава асфальтобетона по данному способу

занимает от 7 до 10 дней. Одним из недостатков традиционного способа проектирования является большая трудоемкость, длительность по времени, а также не всегда достижение оптимального состава получаемой асфальтобетонной смеси.

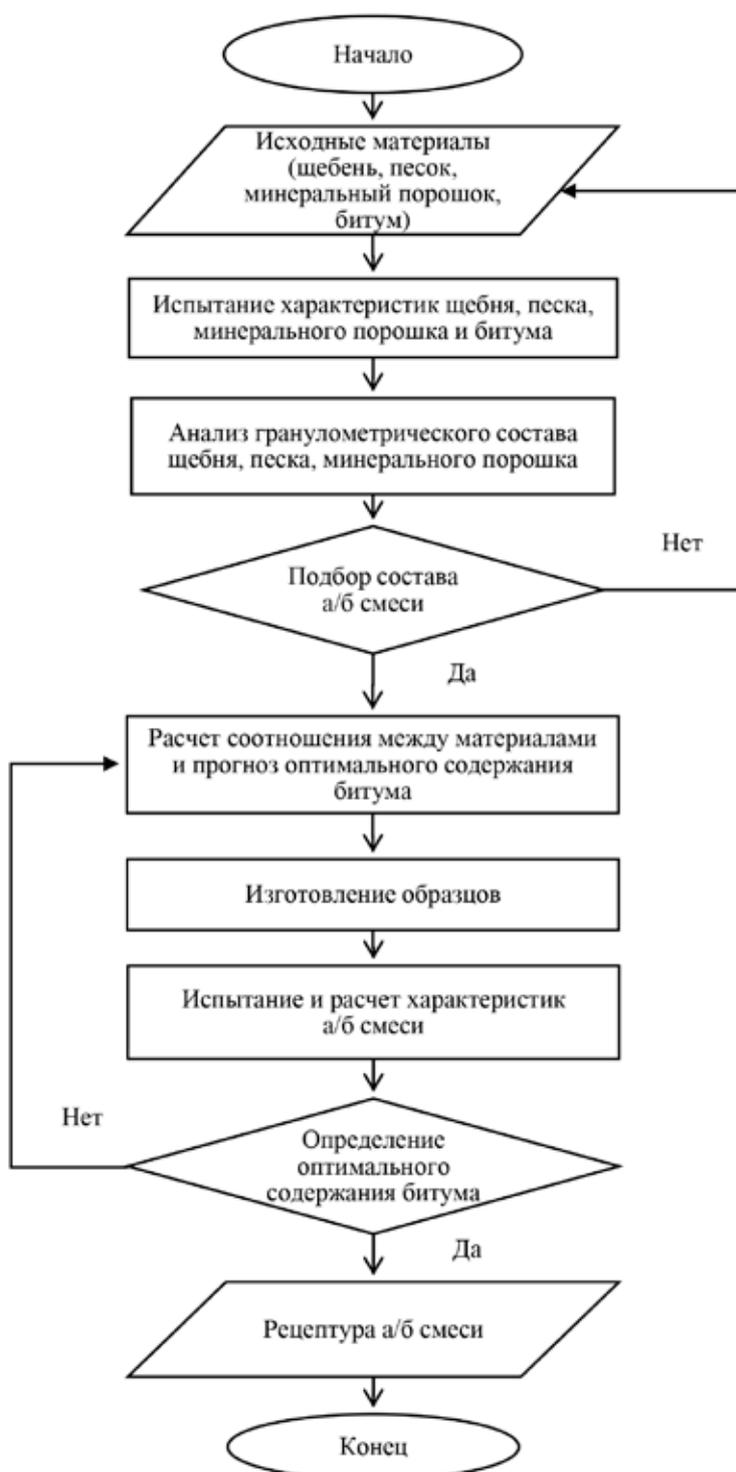


Рис. 2. Традиционный способ проектирования асфальтобетонной смеси

Результаты исследования и их обсуждение

С целью решения указанной проблемы многие ученые выполнили свои исследования в данной области. Первое исследование в России, в котором предпринята попытка решения проблемы стабилизации качества асфальтобетона с использованием теории автоматического управления, проведено Шиеном и Соколовым [6]. Структура и параметры автоматизированных систем управления в данном исследовании не были синтезированы и не приведены. Однако данная работа является отправной точкой для развития теории управления процессом производства асфальтобетона. Использование современной электронно-вычислительной техники позволяет автоматизировать процесс подбора оптимальных составов смесей, обеспечивая высокую точность результатов и существенно сокращая время экспериментов.

Изменения свойств исходных материалов асфальтобетонной смеси, а также воздействие окружающей среды и параметров технологического процесса приводят к значительной вариации свойств готовой асфальтобетонной смеси на выходе АБЗ. Системы управления качеством готовой продукции ставят перед собой задачу снижения этой вариации. Для решения задач управления необходимо располагать информацией о связи:

$$Y(t) = \phi(X(t)), \quad (1)$$

где $Y(t)$ – вектор характеристик асфальтобетонной смеси на выходе АБЗ;

$X(t)$ – вектор характеристик компонентов смеси и режимов технологического процесса.

В технологии производства цементобетона в качестве связи (1) обычно используется связь между прочностью бетона и цементно-водным отношением. К сожалению, этой зависимости в технологии производства асфальтобетона нет.

Для цементобетона основным управляющим воздействием является изменение расхода цемента. В пределах рабочей области при увеличении расхода цемента прочность бетона тоже увеличивается. Связь «цементно-водное отношение – прочность бетона» линейная и четкая (рис. 3, а). Данная зависимость сохраняется для различных типов бетона, материалов и технологий, при этом изменяется только коэффициент пропорциональности. В производстве асфальтобетона основным управляющим воздействием является изменение расхода битума. Связь «расход битума – прочность асфальтобетона» нелинейная и нечеткая (рис. 3, б). Положение точки максимума в координатах «расход битума – прочность асфальтобетона» непостоянно.

Изменение характеристик исходных материалов приводит к изменению зависимости прочности асфальтобетона от расхода битума. Например, если изначально оптимальный расход битума B_0 был определен на основе зависимости прочности асфальтобетона от расхода битума, что соответствовало максимальной прочности R_{max} (точка 1), то при изменении характеристик материалов эта зависимость смещается и прочность асфальтобетона становится R (точка 2) (рис. 4).

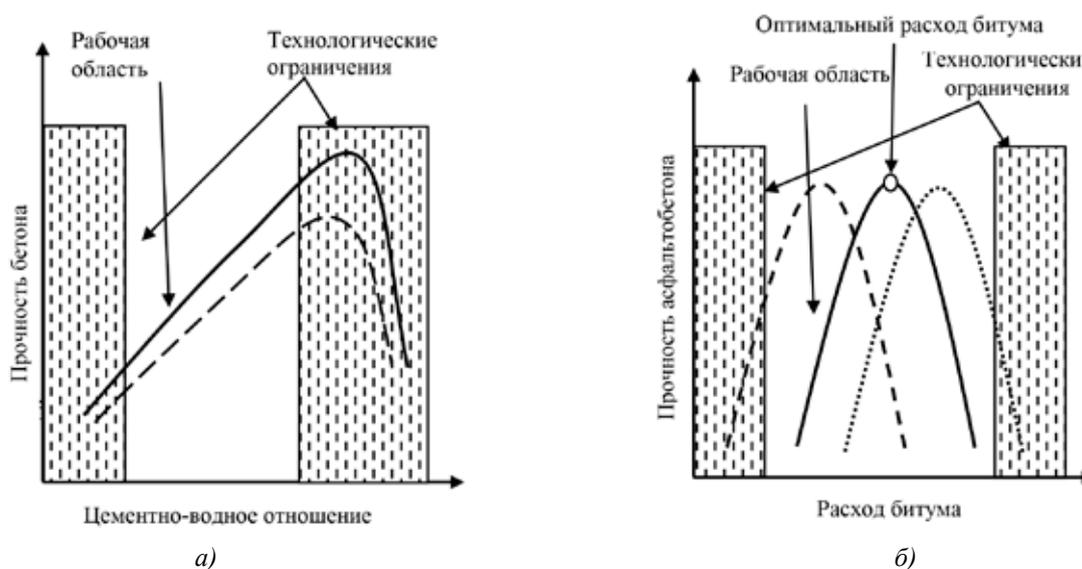


Рис. 3. а) Связь «цементно-водное отношение – прочность бетона»;
б) Связь «расход битума – прочность асфальтобетона»

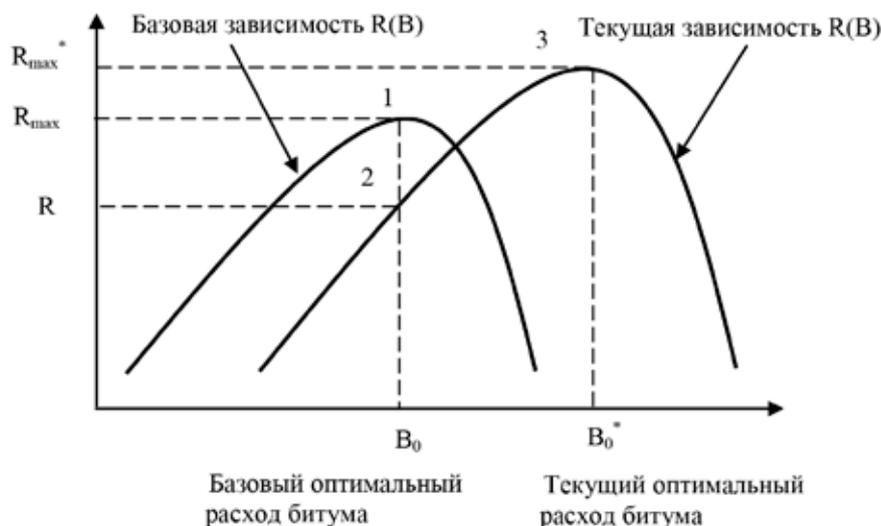


Рис. 4. Связь «оптимальный расход битума – прочность асфальтобетона»

Многие исследования [7, 8] показали, что оптимальный расход битума, соответствующий максимальной прочности асфальтобетона, непостоянен и зависит от многих технологических характеристик. Например:

– Вязкость битума. Увеличение вязкости битума приводит к увеличению толщины пленки на зернах минеральной составляющей асфальтовой смеси и вызывает смещение его оптимального расхода.

– Содержание песка. Повышение содержания песка в асфальтобетонной смеси приводит к уменьшению прочности, так как увеличивается неоднородность смеси и возникает объемный битум в системе.

– Содержание щебня. При введении незначительного содержания щебня имеет место снижение прочности асфальтобетона. Дальнейшее увеличение содержания щебня приводит к увеличению прочности. Но при содержании щебня более 40–50% создается материал с большой пористостью, что приводит к снижению прочности.

– Качество перемешивания.

– Степень уплотнения.

– Характеристики гранулометрии песка и щебня, уровень загрязнения, наличие глинистых частиц, состояние поверхности гранул, их форма и другие характеристики.

Изменение гранулометрического состава приводит к изменению удельной поверхности минеральных компонентов, что, в свою очередь, влияет на оптимальный расход битума. При оптимальном содержании битума на зернах минерального порошка образуется битумная пленка толщиной 0,23–0,25 мкм. Толщина битумной

пленки обратно пропорциональна удельной поверхности минеральных компонентов и определяется как

$$\delta = (aM_b) / (S\gamma_b), \quad (2)$$

где δ – толщина битумной пленки на минеральных зернах (мкм);

a – переводной коэффициент;

M_b – количество битума;

S – удельная поверхность;

γ_b – плотность битума.

Во Вьетнаме 99% контроля гранулометрического состава осуществляется путем рассевов на ситах. Однако данный метод контроля не обеспечивает оперативную корректировку расхода различных фракций минеральной составляющей с целью достижения оптимального гранулометрического состава. За последнее десятилетие благодаря новым информационным технологиям в различных современных странах эффективно используются различные методы (оптические, пьезоэлектрические, радиационные и пр.) для контроля гранулометрического состава материалов.

Гранулометрический состав минеральных компонентов, включая гранулометрический состав щебня, песка и минерального порошка, а также общий гранулометрический состав смеси оказывают значительное влияние на физико-механические характеристики асфальтобетонной смеси и асфальтобетона [9–12].

В работах [7, 8] представлены результаты моделирования гранулометрических характеристик минеральных компонентов, таких как щебень, песок, минеральный порошок, и асфальтобетонной смеси.

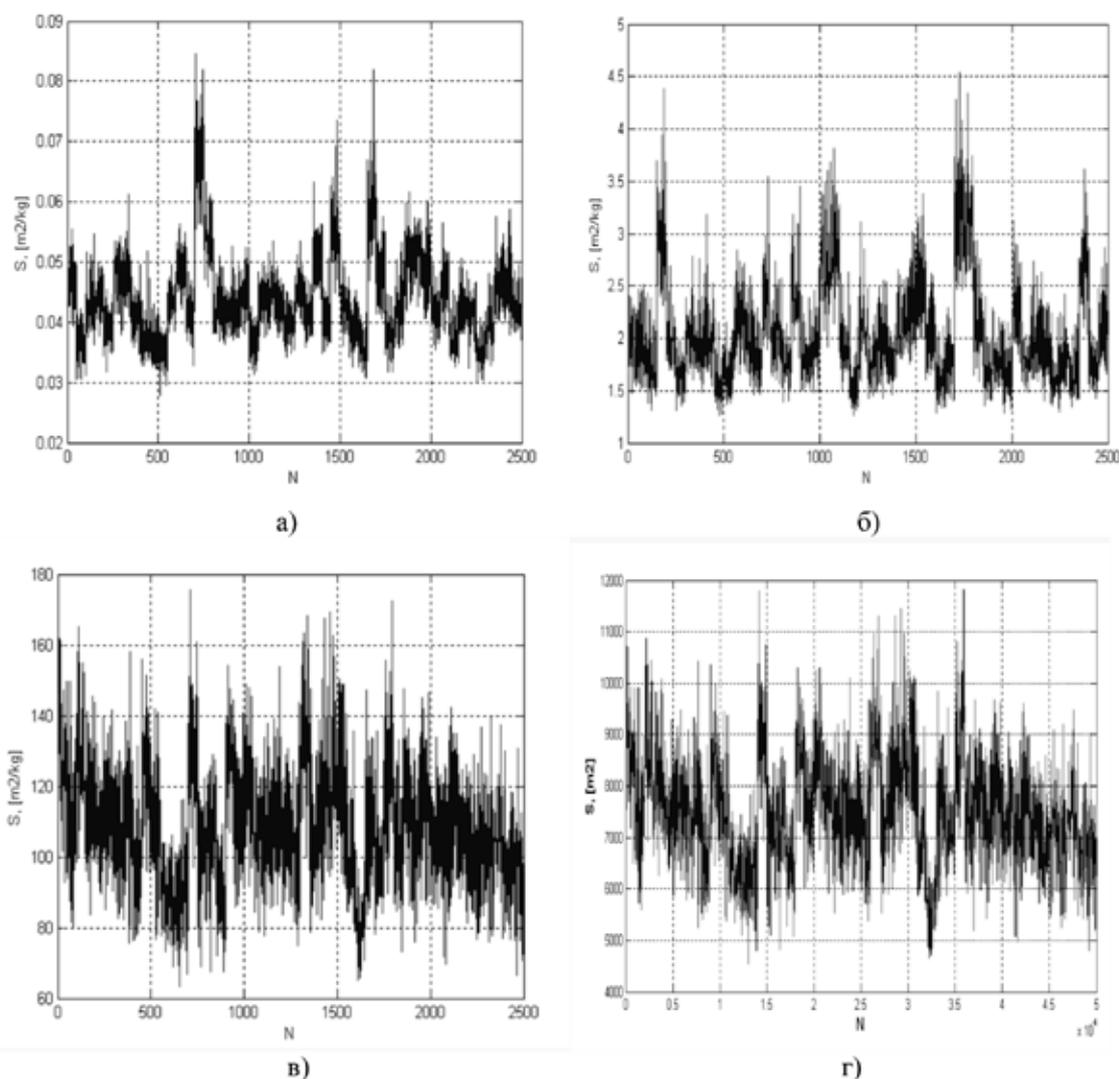


Рис. 5. а) Вариация удельной площади поверхности частиц щебня;
 б) Вариация удельной площади поверхности частиц песка;
 в) Вариация удельной площади поверхности частиц минерального порошка;
 г) Вариация удельной площади поверхности асфальтобетонной смеси

На рис. 5 показано изменение удельной площади поверхности частиц щебня, песка, минерального порошка и смеси. Рисунок 5, а, иллюстрирует изменение удельной площади поверхности частиц щебня. Удельная площадь поверхности частиц щебня изменяется практически в 4 раза от одной реализации к другой. Среднее значение удельной площади поверхности щебня составляет около $0,045 \text{ м}^2/\text{кг}$, что значительно меньше, чем у минерального порошка (около $100 \text{ м}^2/\text{кг}$) и у песка (около $2,25 \text{ м}^2/\text{кг}$).

Как видно из графиков (рис. 5), гранулометрические характеристики минеральных компонентов смеси варьируются весьма значительно и в этих условиях удается по-

строить эффективную систему управления качеством смеси. Это показывает перспективность предложенного в работах [7, 8] метода построения САУ, основанной на статистическом анализе и прогнозировании данных.

Во Вьетнаме нет опыта построения систем управления качеством, основанных на статистическом анализе временных рядов свойств компонентов асфальтобетонной смеси, режимов технологического процесса и качества готовой продукции. На базе полученных моделей осуществляется прогнозирование свойств готовой асфальтобетонной смеси с учетом прогноза действующих возмущений. Такой подход

повышает эффективность оперативного управления рецептурой асфальтобетонной смеси [7, 8]. Для проведения подобных разработок во Вьетнаме необходимо наличие значительного количества экспериментальных данных и свободный доступ к ним. Пока с этим имеются проблемы.

В соответствии с проведенным анализом имеющихся данных о динамике изменения свойств компонентов асфальтобетонной смеси, ее рецептуре, режимах технологического процесса и качестве готовой продукции и используя представленные в работах [7, 8] методики анализа экспериментальных данных и построения системы оперативного управления рецептурой асфальтобетонной смеси на основе прогнозирования, следует провести анализ имеющихся данных (гранулометрический состав щебня, песка, минерального порошка и смеси, свойства битума, стабильность, текучесть по Маршаллу образцов в лаборатории и кернов из дороги и т.д. в АБЗ “DONGSUNG” с периодом 2019–2022 гг.) и разработать на этой основе систему оперативного управления.

Данную разработку планируется представить в АБЗ “DONGSUNG”. Это позволит, при положительном результате, получить доступ к фактическим данным предприятия и на их основе уточнить разработанные методики и модели.

Выводы

Результаты моделирования будут использованы в разработке алгоритма и технических решений для управления качеством асфальтобетонной смеси. Для обеспечения высокого качества асфальтобетона предлагается следующий алгоритм необходимых действий:

- Проведение моделирования гранулометрических характеристик минеральных компонентов (щебня, песка и минерального порошка) для анализа изменения их удельной площади поверхности.

- Вычисление общей удельной площади поверхности асфальтобетонной смеси с учетом различных ошибок в дозировании компонентов для анализа изменения ее удельной площади поверхности.

- Вычисление изменения расхода битума при изменении общей удельной площади поверхности асфальтобетонной смеси.

- Вычисление изменения прочности асфальтобетонной смеси при изменении расхода битума.

- Анализ результатов управления для определения его эффективности.

Таким образом, можно поставить задачи дальнейших исследований и разработок.

1. Исследовать имеющиеся разработки и оценить возможность их применения для условий Вьетнама.

2. Собрать необходимые данные в объеме, необходимом для их статистического анализа, построения моделей и прогнозирования.

3. Синтезировать необходимые модели с учетом особенностей Вьетнама и использовании метода подбора состава минеральной части асфальтобетонных смесей по методологии Маршалла.

4. Исследовать эффективность разработанных моделей.

5. Разработать и исследовать САУ оперативного управления рецептурой асфальтобетонной смеси.

Список литературы

1. Отчет о результатах выполнения задачи в 2022 году и планы на выполнение основных задач в 2023 году Министерства транспорта. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.https://www.mt.gov.vn> (дата обращения: 01.06.2023).
2. Исследование некоторых факторов, влияющих на колесное образование с учетом усталостных характеристик асфальтобетонного покрытия в качестве дорожного покрытия во Вьетнаме: дис... канд. техн. наук. Ханой, 2016. 147 с.
3. 858/QĐ-BGTVT. Технические нормативы по повышению качества и проектирования горячих асфальтобетонных смесей для крупных транспортных дорог, 2014. 23 с.
4. TCVN 13567:2022. Требования к строительству и приемке горячего асфальтобетонного покрытия дороги, 2022. 91 с.
5. TCVN 8820:2011. Стандартная практика проектирования асфальтобетонных смесей с использованием метода Маршалла, 2011. 40 с.
6. Бунькин И.Ф. Автоматизация управления производством асфальтобетонов: дис. ... докт. биол. наук. Москва, 2002. 248 с.
7. Воробьев В.А., Суворов Д.Н., Котлярский Э.В., Доценко А.И., Попов В.П. Компьютерное моделирование в автоматизации производства асфальтобетонной смеси. Книга 2. Практические разработки. М: Издательство Российской инженерной академии, 2009. 608 с.
8. Воробьев В.А., Суворов Д.Н., Попов В.П. Компьютерное моделирование в автоматизации производства асфальтобетонной смеси. Книга 1. Теоретические основы. М.: РИА, 2008. 297 с.
9. Новик А.Н., Исмаилов А.Н., Русаков М.Н. Влияние гранулометрического состава асфальтобетонных смесей на качество автодорожного покрытия // Путевой навигатор. 2022. № 51 (77). С. 36–41.
10. Сузев Н.А., Широных А.К. Влияние зернового состава на эксплуатационные свойства асфальтобетона // Научные труды ЮКГУ им. М. Ауэзова. 2019. № 4 (52). С. 32–37.
11. Траутвайн А.И. Анализ влияния качественного состава асфальтобетонной смеси на основные показатели характеристик асфальтобетона в покрытии // Строительные материалы и изделия. 2019. Т. 2, № 1. С. 17–23.
12. Яконцева О.В., Щепетева Л.С. Влияние зернового состава асфальтобетона на показатели физико-механических свойств // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. 2020. № 3. С. 71–76.

УДК 621.8
DOI 10.17513/snt.39733

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЧНОСТНЫХ РАСЧЕТОВ ДЕТАЛЕЙ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Худяков К.В., Долгополов Д.Д.

*Волжский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»,
Волжский, e-mail: kvk_2002@mail.ru*

Современное опытное производство активно использует системы автоматизированного проектирования (САПР) на всех этапах жизненного цикла изделия. Всегда стоит вопрос, какую САПР выбрать и использовать, в частности, в опытном производстве и при обучении будущих инженеров. В настоящее время существует дополнительное условие выбора: чтобы САПР имела отечественное происхождение. Рассматривается использование нескольких САПР – отечественной «КОМПАС-3D», а также известной зарубежной «SolidWorks». Исследуются дополнительные модули инженерного анализа для этих САПР – соответственно «APM FEM для КОМПАС-3D» и «SolidWorks Simulation». Для исследования используется серийно выпускаемое промышленное изделие – наружное кольцо подшипника 7510A. В выбранных для сравнения САПР строятся трехмерные модели наружного кольца данного подшипника по номинальным размерам. Геометрия у моделей получается одинаковой, отличаются только форматы хранения данных, чтобы модуль инженерного анализа работал с «родным» форматом. Все САПР с дополнительными модулями установлены на компьютеры с одинаковой аппаратной конфигурацией и одной и той же операционной системой (Windows 10). Выбор версий САПР обусловлен возможностью установить их при необходимости под операционной системой Windows 7, еще достаточно распространенной на новых, но еще вполне производительных компьютерах, способных стать инженерными рабочими станциями. Модули инженерного анализа используются для проведения прочностного расчета под статической нагрузкой, одинаковой в используемых модулях. Настройки качества расчета, такие как сетка конечных элементов, настроены на максимум с целью увеличения времени расчета, чтобы его было удобнее измерять. Измерение времени проводится по загрузке центрального процессора компьютера. Чтобы исключить экспериментальные погрешности, для каждого модуля измерение проводится 30 раз и проводится минимальная статистическая обработка. В статье приводится результат, какая из САПР с модулем инженерного анализа оказалась более производительной.

Ключевые слова: системы автоматизированного проектирования, САПР, КОМПАС-3D, APM FEM, подшипник качения, наружное кольцо подшипника

RESEARCH OF THE CAPABILITIES OF CAE SYSTEMS FOR STRENGTH CALCULATIONS OF ROLLING BEARINGS PARTS

Khudyakov K.V., Dolgoplov D.D.

*Volzhsky Polytechnical Institute (branch) of the Volgograd State Technical University, Volzhsky,
e-mail: kvk_2002@mail.ru*

Modern pilot production actively uses computer-aided engineering (CAE) systems at all stages of the production. Currently, there is an additional selection condition: CAE must be of Russian origin. The use of several CAE systems is considered – Russian “APM FEM for KOMPAS-3D” and worldwide known “SolidWorks Simulation”. For the study, a commercially produced industrial product is used – the outer ring of the bearing 7510A. In the CAD systems selected for comparison, three-dimensional models of the outer ring of a given bearing are built according to nominal dimensions. The geometry of the models is the same, only the data storage formats differ so that the CAE module works with the native format. All CAE systems are installed on computers with the same hardware and software configuration. The choice of CAE versions is due to the ability to install them under the Windows 7 operating system, by necessary. CAE systems are used to carry out strength analysis under static load, the same in the all examined modules. Calculation quality settings such as element mesh are set to maximum to increase the calculation time to make it easier to measure. The measurement of time is carried out according to the load of the central processor of the computer. The measurement is carried out 30 times and minimal statistical processing is carried out. The article presents the result, which of the CAE systems turned out to be more productive.

Keywords: CAD, CAE, KOMPAS-3D, APM FEM, roller bearing, outer ring of bearing

В современном машиностроении роль систем автоматизированного проектирования (САПР) сложно переоценить. Наиболее очевидная их функция – проектирование новых изделий с максимальной точностью, сопровождаемое изготовлением конструк-

торской документации согласно действующим стандартам. Трехмерное моделирование будущих деталей и узлов – скорее всего первое, что упомянет неспециалист. Этот класс САПР известен как САД-системы (Computer-Aided Design) [1]. Не менее

важны САПР, осуществляющие расчеты и инженерный анализ (CAE, Computer-Aided Engineering), и САПР, взаимодействующие с оборудованием с числовым программным управлением, ЧПУ, (CAM, Computer-Aided-Manufacturing). Далеко не все САПР поддерживают все перечисленные направления работы [2]. Это не всегда нужно, но для задач опытного производства сочетание разработки чертежей / трехмерных моделей, прочностных расчетов на уровне вычислительного эксперимента и после этого разработка управляющих программ для станков с ЧПУ являются наиболее удобным и желательным вариантом, но, к сожалению, далеко не всегда удобным по цене. Оборудование с ЧПУ с каждым годом становится все более желательным вариантом, так как сокращает время на обработку заготовок, обеспечивает их стабильное качество, а при правильном создании управляющей программы практически полностью исключает брак.

Задачей данного исследования было выявить узкие места в схеме работы современного опытного производства, в котором изначально в САД-системе разрабатывается трехмерная модель изделия, затем на той же модели в САЕ-системе проверяются физические характеристики будущей детали и в завершении с помощью САМ-системы составляется управляющая программа для оборудования с ЧПУ. Нетрудно заметить, что все этапы разработки являются виртуальными, проводимыми на вычислительной технике, а собственно изготовление возможно только после выявления всех возможных проблем, например учета в управляющей программе наличия оригинальной оснастки на станке [3].

Исследование проводилось в Волжском политехническом институте (филиале) Волгоградского государственного технического университета. Целью ставилось подобрать подходящую САПР, которая была бы достаточно масштабной, чтобы студенты могли знакомиться с ней с первых курсов, знакомиться с возможностями черчения и моделирования (CAD), инженерного анализа (CAE), автоматизированного создания и верификации управляющих программ для станков с ЧПУ (CAM), а придя на производство, познакомиться с другими функциями не просто САПР, а комплексного решения, такими как технологическая подготовка производства, автоматизированное проектирование технологических процессов и безбумажный документооборот. В частности, ставилась задача выяснить, какая САПР более производительна в задачах прочностных расчетов, т.е. затрачивает

наименьшее количество времени на одни и те же расчеты при одинаковых входных данных на одном и том же оборудовании. Попытки сравнивать возможности разных САПР характерны для профессионального сообщества и для молодых специалистов [4], но так как различных САПР достаточно много [1], а моделируемые детали достаточно многообразны, то и сравнение как функциональных особенностей программ [5], так и производительности одной и той же программы на разной аппаратной части [6] остается актуальной задачей.

Материалы и методы исследования

Одним из требований к масштабной САПР, включающей в себя САД, САМ и САЕ-систему, является ее отечественное происхождение. Требованию максимального охвата всех производственных потребностей на текущий момент удовлетворяют разработки от компаний «Аскон» и «Топ-системы», известные по своим наиболее узнаваемым продуктам «КОМПАС-3D» и «T-Flex CAD» [7]. Для исследования был выбран «КОМПАС-3D» с САЕ-дополнением «АРМ FEM» и САМ-дополнением «Модуль токарной обработки», ранее известный как «CNC Turn». Сам по себе «КОМПАС» является средством проектирования исходной трехмерной модели изделия, «АРМ FEM» предназначен для прочностных расчетов, а «Модуль токарной обработки» и «Модуль фрезерной обработки» составляют управляющие программы для оборудования с ЧПУ. «КОМПАС» является самостоятельным решением, в котором возможно трехмерное моделирование и двухмерное черчение, модули же без него не работают и функционируют на правах так называемых «библиотек» – дополнений к «КОМПАСу», которых довольно много, например «Машиностроительная конфигурация» или «Библиотека пружин».

Отечественным конкурентом такой тройной связки является пакет программ от компании «Топ-системы», где базовая программа «T-Flex CAD» является средством разработки трехмерных моделей, модуль «T-Flex Анализ» предназначен для прочностных расчетов, а модуль «T-Flex ЧПУ» – для создания управляющих программ.

До недавних пор на роль универсального решения претендовал «SolidWorks» с множеством дополнений, из которых для прочностных расчетов (в русифицированной версии называемых статическим анализом) использовалось дополнение «Simulation», а для создания управляющих программ ЧПУ – «SolidCAM». Сейчас изучение данной системы возможно, но толь-

ко на правах одновременного знакомства с отечественными аналогичными разработками. Также, поскольку наш опыт работы с данной системой отсчитывается с 2011 г., сравнение с ней представлялось уместным и интересным, особенно в контексте сравнения с ранее проведенными исследованиями. Все рассматриваемые программы являются лицензионными: «SolidWorks» – бессрочная учебная версия, «КОМПАС» – версия для образовательных учреждений, «T-Flex» – академическая лицензия.

Существует достаточно САПР помимо упомянутых, как отечественных, так и зарубежных. Многие из них, например Siemens NX или Creo, являются полноценными CAD/CAM/CAE-системами, то есть удовлетворяют поставленному запросу, но зарубежное происхождение подразумевает трудности с лицензиями. Также эти системы являются профессиональными, т.е. знание технологии машиностроения перед знакомством с ними является крайне желательным.

Достаточно много САПР не удовлетворяет поставленной задаче из-за того, что в них присутствуют только модули CAD (трехмерное моделирование, в некоторых случаях вообще только двумерное черчение). Так обстоят дела с отечественным NanoCAD [8]. Есть класс САПР с открытым исходным кодом, позиционируемых как бесплатные (LibreCAD, FreeCAD, QCAD). Многие из них зарубежные, но это не является проблемой, так как скачать их может любой желающий с официальных сайтов разработчиков. Несмотря на привлекательные условия для ознакомления, существует платная поддержка, что свидетельствует о том, что на самом деле освоение данных программ может наткнуться на подводные камни. Бесплатных CAD/CAM/CAE-систем на текущий момент найти не удалось.

Объектом исследования стали модули для прочностного расчета (статического анализа) для САПР «SolidWorks» и «КОМПАС-3D». Следует отметить, что не всегда компания, выпускающая основной продукт, выпускает и дополнения к нему. Так, дополнения для «КОМПАСа» выпускают сторонние разработчики. Приобрести их можно двумя путями – как через «Аскон», разработчика «КОМПАСа», так и разработчиков дополнений. Приятным обстоятельством является то, что перечисленные дополнения к «КОМПАСу» имеют бесплатный пробный 30-дневный период, что позволяет легально ознакомиться с ними и принять решение о приобретении, либо, для студента, имея на личном компьютере бесплатную студенческую версию «КОМПАСа», до-

бавить к ней пробный модуль. 30 дней достаточно для выполнения, например, курсовой работы. Версии программ были выбраны исходя из возможности установить программы под операционной системой Windows 7, которая на сегодняшний день является минимально допустимой для рабочего места проектировщика и компьютеров под ее управлением, этих систем сохранилось и работает достаточно много. Так, версия SolidWorks 2020 является последней, которую можно установить под «семеркой». Версии расчетных модулей соответствуют версиям основных программ – при установке программного обеспечения комплект модуль всегда соответствует версии основной программы, а при самостоятельной установке студентом обычно там, где возможно скачать расчетный модуль для 30-дневного бесплатного ознакомления (например, на сайте «Аскона»), всегда указывается, с какой версией основной программы модуль будет работать.

Теоретической базой прочностных расчетов в CAE-системах служит метод конечных элементов, основная концепция которого заключается в том, что любую непрерывную величину, такую как деформации, напряжение, можно аппроксимировать дискретной моделью, построенной на множестве кусочно-непрерывных функций, определенных на конечном числе подобластей. Множество объемных трехмерных элементов (тетраэдров), на которые разбита исследуемая область (модель детали), называется конечно-элементной сеткой. Способ разбиения модели сеткой конечных элементов, выбор типа конечных элементов и граничные условия оказывают влияние на точность статического анализа, поэтому достоверная оценка его результатов ощутимо зависит от уровня квалификации специалиста. Качество расчетов будет низким, если конечных элементов будет слишком мало. Максимально допустимой величиной конечно-го элемента является его размер в 3–4 раза меньше самого тонкого фрагмента детали. Увеличение их количества улучшает качество расчетов, приводя его к уровню, когда в целом результату можно доверять, а производительность вычислительных средств позволяет установить максимальное количество конечных элементов без существенных потерь времени на расчеты. В данном исследовании были взяты нагрузки уже стандартизированные для изделия, так как вариации нагрузок могут привести к результатам, которые молодые специалисты могут интерпретировать неверно: следует помнить, что нагрузки должны удовлетворять основным условиям статического ана-

лиза: все деформации и напряжения в материале модели подчиняются закону Гука; вызванные перемещения достаточно малы, чтобы можно было пренебречь изменениями в жесткости, вызванными нагружением; граничные условия не изменяются во время приложения нагрузок.

В качестве входных данных для CAE-систем, выполняющих прочностной расчет, является трехмерная твердотельная модель будущего изделия. Было решено проверить работу расчетных модулей на изделии, уже производящемся на предприятии «ЕПК Волжский», подшипникового завода в г. Волжский Волгоградской области, а именно подшипнике 7510А (наружный диаметр 90 мм, внутренний диаметр 74,9 мм, толщина 23 мм) [9]. Конкретно, исследованию подверглось наружное кольцо данного подшипника. Нагрузка была взята штатной номинальной статической, 14000 Н.

Несмотря на развитие техники, ее усложнение и совершенствование, подшипники не сильно поменялись в своей конструкции и предназначении, однако увеличивается их номенклатура; также существует научно-производственная потребность в изготовлении экспериментальных подшипников [10], причем прогрессивными методами. Прежде чем применять САМ-системы, в которых связь разработки и производства проявляется наиболее ярко при создании управляющих программ для станков с ЧПУ, в проектируемом изделии требуется проверка прочностных характеристик.

Следует отметить, что молодое поколение инженеров склонно к построению трехмерных моделей и сборок, но им знание тонкостей технологии производства приходит только с опытом. Создание чертежа или трехмерной модели деталей, которые впоследствии экспортируются в САЕ-систему, где в дальнейшем производится прочностной расчет, представляется студентам машиностроительных направлений самым логичным и правильным.

Для каждой системы трехмерная модель наружного кольца подшипника создавалась в «родном» формате (файлы с расширением .sldprt для «SolidWorks» и .m3d для «КОМПАС-3D»). Использование общего формата все равно требует создания трехмерной модели в родном формате одной из программ и дальнейшей конвертации, а привлечение дополнительной САПР, чтобы формат для исследуемых был «неродным», было признано избыточно сложным.

Наружное кольцо выбранного подшипника не отличается слишком сложной геометрией и не представляет особых затруднений при построении его трехмер-

ной модели. Исследуемые программные средства, безусловно, отличаются в характере построения трехмерной модели и заслуживают сравнения по эргономичности использования: насколько доступны основные команды, сколько раз нужно щелкнуть мышью, каков ее «пробег» и в итоге время, затраченное на построение. Но здесь слишком много субъективных факторов: следовало бы сравнивать время построения модели при одинаковых навыках владения каждой из программ, что нечасто встречается даже среди профессиональных разработчиков – обычно есть какая-то излюбленная программа или та, которая используется на предприятии и хорошо специалистом изучена.

Поэтому в качестве критерия производительности каждой из программ (а точнее, расчетных модулей) было принято время, которое затрачивает один и тот же персональный компьютер на прочностной расчет (статический анализ) на одной и той же трехмерной модели при одинаковых заданных нагрузках: статические, радиальные. Критерии расчета, главнейшим из которых было разрешение сетки конечных элементов, также не отличаются. С целью иметь возможность измерить время вручную, параметры были выставлены на максимум. Аппаратная конфигурация использовавшегося компьютера была следующей:

процессор: Intel(R) Core(TM) i5 4590, тактовая частота 3.30 ГГц;

материнская плата: Intel(R) 8 Series/C220 Chipset Family SATA AHCI Controller; оперативная память: 8 ГБ DDR3, тактовая частота 800 МГц;

видеокарта: AMD Radeon R7 250 (2 ГБ DDR3), разрешение дисплея 1920x1080, частота обновления 75 Гц;

жесткий диск: Western Digital WD Blue 500 ГБ WD5000AAKS;

операционная система: Windows 10 Home 21H2, 64-разрядная.

Получаем однофакторный эксперимент, где для одной и той же трехмерной геометрии в модели при одинаковых заданных нагрузках и одинаковых условиях закрепления измеряем время прочностного расчета. Время, затраченное на выполнение программой поставленной задачи, замеряем по загрузке процессора. Во время расчета процессор нагружается близко к 100%, когда же нагрузка процессора падает до фоновых значений, близких к нулю, констатируем, что программа выполнила обсчет. Программы выводят служебные сообщения о ходе расчета, но измерять время загрузки процессора проще, так как методика уже была отработана в другом исследовании авторов [11].

Результаты исследования и их обсуждение

Трудоёмкость исследования была подобрана такой, чтобы данные были достаточно репрезентативны, чтобы подвергнуть их минимальной статистической обработке (30 опытов на каждый программный модуль). Затраченное время соответствует важности задачи (численно подкреплённая оценка для неспециалистов в технологии машиностроения, занимающихся закупками и установкой программного обеспечения). Методика масштабируема для оценки других модулей тех же программ (например, SolidWorks Motion).

Испытания САПР для статического расчёта одинаковых моделей наружного кольца подшипника 7510А

№ испытания	Время на расчёт, с	
	APM FEM для КОМПАС-3D	SolidWorks Simulation
1	7,95	13,77
2	7,11	13,86
3	7,82	13,48
4	8,13	14,03
5	8,42	14,00
6	8,23	14,09
7	7,35	14,15
8	7,79	13,82
9	8,14	14,65
10	7,67	14,51
11	7,01	14,13
12	7,17	13,52
13	7,15	13,65
14	7,88	13,74
15	7,2	13,52
...
30	7,25	14,10
Среднее значение	7,668	14,07
Средне-квадратическое отклонение:	0,4024	0,0288
Медиана:	7,79	14,09
Мода:	7,8	14,17

Заключение

Полученные результаты позволяют заключить, что наибольшее время на прочностной расчёт показывает модуль SolidWorks Simulation. APM FEM для КОМПАС-3D за-

тратил на выполнение той же задачи меньше времени – результат, не претендующий на фатальный разрыв, а скорее предопределённый алгоритмами, заложенными внутри программы. Модуль для «КОМПАСа» оказался впереди по производительности и потому был рекомендован как система, с которой стоит знакомить будущих специалистов в первую очередь. Этот вывод подкрепляется развитой экосистемой КОМПАСа, который доступен широкому кругу интересующихся даже домашней версией, стоящей доступных для среднего домохозяйства денег. Поскольку КОМПАС уже давно используется в учебном процессе, была дана рекомендация руководству в следующей версии расширить используемую конфигурацию, пополнив ее модулями APM FEM, а также модулями токарной и фрезерной обработки.

Дальнейшие исследования будут касаться САМ-модулей (токарной и фрезерной обработки для «КОМПАСа» и SolidCAM), так как работа с проектируемым опытным изделием после прочностного расчёта переходит к ним, и было бы интересно выяснить, сохранится ли установленное в данном исследовании соотношение производительности. Также дальнейшие исследования будут направлены на сравнение КОМПАС-3D и T-Flex CAD, особенно при использовании геометрически более сложных трехмерных моделей. Также планируется определить влияние аппаратной и программной части на их производительность – повторить исследование как на более, так и менее производительных компьютерах – последнее актуально, так как не всем молодым специалистам полагается «по рангу» высокопроизводительная техника, но идей и навыков моделирования у них вполне достаточно и хотелось бы, чтобы они оказывались востребованными.

Список литературы

1. Дунаева В.С. Обзор современных систем автоматизированного проектирования (САПР) // Научный лидер. 2022. № 5 [Электронный ресурс]. URL: <https://scilead.ru/article/2269-obzor-sovremennikh-sistem-avtomatizirovannogo> (дата обращения: 17.06.2023).
2. Горшкалев А.А., Кривцов А.В., Сайгаков Е.А., Сморкалов Д.В. Использование CAD/CAE-систем для расчёта на прочность деталей кривошипно-шатунного механизма ДВС // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2011. № 1. С. 172–176.
3. Кондрашева С.Г., Хамидуллина Д.А., Лашков В.А. Инженерное проектирование механизмов и машин с использованием системы APM WinMachine // Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы – 2018: материалы IX международной научно-технической конференции (Казань, 05–07 декабря 2018 г.). Казань: Казанский научно-исследовательский институт авиационных технологий, 2018. С. 103–107.

4. Казаков Е.П., Богданова Н.Ю. Сравнительные характеристики пакетов САПР: SolidWorks и T-Flex CAD // Молодой исследователь Дона. 2017. № 5. С. 50–57.
5. Чернышов Д.Н., Григорьев А.В. Моделирование физических процессов в САПР // IV Международный научный форум Донецкой Народной Республики: материалы международной научно-технической конференции (Донецк, 22–24 мая 2018 г.). Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2018. № 1. С. 109–112.
6. Зуев Е. Тестируем железо под SolidWorks Simulation // САПР и графика. 2021. № 1. С. 28–31.
7. Дятлов М.Н., Юдкин И.Ю., Шляховский А.А. Тенденции развития современных интегрированных систем // Молодой ученый. 2015. № 2. С. 148–150.
8. Стремнев А. Не все так гладко в мире САПР: о сопряжениях в КОМПАС-3D, nanoCAD и Fusion 360 // Isicad: портал САПР, PLM и ERP. 2023. [Электронный ресурс]. URL: https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=22626 (дата обращения: 17.06.2023).
9. ГОСТ 27365-87 (СТ СЭВ 3338-86, СТ СЭВ 1477-78). Подшипники роликовые конические однорядные повышенной грузоподъемности. Основные размеры. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1987. 25 с.
10. Матлин М.М., Санинский В.А., Худяков К.В., Карпов В.Г. Подшипник качения // Патент на полезную модель РФ №217485. Патентообладатель: ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет». 2023. Бюл. № 10.
11. Крамер И.А., Хилько П.Р., Худяков К.В. Исследование возможностей оптимизации управляющих программ для станков с числовым программным управлением при обработке внешних колец подшипников скольжения // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 6-2. С. 299–303.

УДК 004.414.38
DOI 10.17513/snt.39734

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА МЕТОДОВ ПАРСИНГА ВЕБ-САЙТОВ

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

¹ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», Санкт-Петербург,
e-mail: cherepp.01@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 интернет является одним из крупнейших источников информации. На ранних этапах развития ИТ пользователи выполняли поиск необходимых данных и извлечение из них информации ручным методом, но данный процесс занимает большое количество времени, а также не исключено влияние человеческого фактора, из-за которого информация может быть извлечена не в полном объеме или искажена. Сейчас для автоматизации данного процесса используются программы-парсеры, благодаря чему участие человека в процессе извлечения информации сводится к минимуму. Существуют разные типы веб-ресурсов, и под каждый необходимо разрабатывать свой парсер. В интернете находится большое количество статей и руководств по созданию таких парсеров, но зачастую авторы не объясняют выбор того или иного метода парсинга, что обусловлено отсутствием информационных материалов с объяснением отличий данных методов и ситуаций, при которых они применимы. Данная методика поможет провести сравнительный анализ методов парсинга, для выявления достоинств и недостатков каждого из них, и ситуаций, при которых эффективен тот или иной метод. В рамках данной работы выполнен обзор различных веб-ресурсов в контексте загрузки данных на них, а также проведен обзор методов парсинга, которые применяются для извлечения информации с веб-ресурсов. На основе этой информации выявлены критерии для проведения сравнительного анализа методов парсинга и разработана методика его проведения.

Ключевые слова: парсинг веб-сайтов, HTTP-запросы, производительность парсера, автоматизация веб-браузера, сравнительный анализ, методика

CLASSIFICATION METHODOLOGY FOR THEMATIC MODELING RESULTS OF CANDIDATES BY TEAM ROLE

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

¹ITMO University, Saint Petersburg, e-mail: cherepp.01@gmail.com;

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

Today, the Internet is one of the largest sources of information. In the early stages of IT development, users searched for the necessary data and extracted information from them manually, but this process takes a lot of time, and the influence of the human factor is not excluded, due to which the information may not be fully extracted or distorted. Now parser programs are used to automate this process, due to which human participation in the process of extracting information is minimized. There are different types of web resources, and for each you need to develop your own parser. There are a large number of articles and manuals on the Internet on creating such parsers, but often the authors do not explain the choice of one or another parsing method, due to the lack of information materials explaining the differences between these methods and the situations in which they are applicable. This technique will help to conduct a comparative analysis of parsing methods to identify the advantages and disadvantages of each of them, and situations in which this or that method is effective. As part of this work, a review of various web resources in the context of uploading data to them was made, as well as a review of parsing methods that are used to extract information from web resources. Based on this information, criteria for a comparative analysis of parsing methods were identified, and a methodology for its implementation was developed.

Keywords: web scraping, HTTP requests, web browser automation, parser performance, benchmarking, methodology

В настоящее время интернет является одним из крупнейших источников информации. Люди обращаются к различным веб-источникам, чтобы найти в них нужные данные, извлечь их, провести анализ и выделить необходимую информацию. Для автоматизации этого процесса используют парсеры [1].

Существуют разные типы сайтов, и поэтому под каждый тип существует определенный метод для парсинга. Интернет заполнен большим количеством статей и руко-

водств по созданию парсеров. Но зачастую авторы не объясняют выбор того или иного метода, вследствие чего люди, пытающиеся применить выбранный метод, сталкиваются с различными проблемами и ошибками или используют не совсем эффективный метод. Это обусловлено отсутствием информационных материалов, которые бы обобщали все существующие методы, описывали отличия и ситуации, при которых эффективнее всего применим тот или иной метод.

Стоит учесть, что большинство веб-ресурсов негативно относятся к парсингу и используют различные системы защиты. Каждый метод парсинга обладает своими специфическими способами обхода таких блокировок. Необходимо понимать, что данные способы по-разному влияют на процесс парсинга, и важно знать, при каких ситуациях и с использованием какого метода парсинга каждый из этих способов применим.

Актуальность обусловлена отсутствием информационных материалов, описывающих отличия методов парсинга и ситуации, при которых они применимы.

Целью статьи является разработка методики проведения сравнительного анализа методов парсинга веб-ресурсов, для выявления ситуаций, при которых более эффективен тот или иной метод.

Материалы и методы исследования

На сегодня существует большое количество типов веб-ресурсов, например такие, как сайт-визитка, интернет-магазин, доска объявлений, блог и др. Но для парсера неважно, какой тип сайта предстоит обработать, важным является метод получения веб-страницей нужных данных, соответственно, по этому признаку можно классифицировать веб-ресурсы.

Первым вариантом может быть заранее сформированная веб-страница на стороне сервера, которая имеет в себе нужные для парсинга данные. В таком случае парсинг упрощается, так как необходим лишь список страниц, с которых будут собираться данные. Такие сайты можно классифицировать как статические в контексте получения данных. Пример такого веб-ресурса представлен на рис. 1.

При переходе между страницами на таком сайте, в инструментах разработчика видно, что для каждой страницы генерируется свой HTML-документ и все данные в него уже включены, при этом URL-адрес меняется и страница обновляется.

Следующий вариант формирования данных веб-страницы можно условно назвать «динамический». Его применяют на веб-ресурсах, данные на страницах которых могут изменяться во время просмотра. Такие типы веб-ресурсов более сложные для парсинга, так как необходимо понять условия, при которых происходит загрузка новых данных. На рис. 2 представлен пример сайта, данные на который загружаются и обновляются во время нахождения пользователя на странице.

В данном примере видно, что цена предмета обновляется автоматически, при этом

в инструментах разработчика можно видеть, что данные загружаются из XHR-запроса [2].

Далее рассмотрим подробнее методы парсинга:

1. Использование официальных API [3]. Многие веб-сайты предоставляют API (Application Programming Interface) для доступа к своим данным. Этот подход позволяет получать структурированную информацию, соответствующую заданным параметрам и ограничениям, что облегчает процесс парсинга. API предоставляет разработчикам программный интерфейс для взаимодействия с веб-ресурсом и получения данных в удобном формате, часто в формате JSON или XML. При использовании официальных API разработчикам необходимо ознакомиться с документацией, предоставленной веб-сайтом, и получить доступные методы и параметры для получения нужной информации. Но не всегда целевой веб-ресурс имеет собственный API, либо присутствуют определенные платные тарифы для доступа к нему.

2. Парсинг HTML-документов. Этот метод парсинга включает получение HTML-документов с помощью HTTP-запросов, таких как GET и POST [4], к веб-ресурсам. Затем происходит анализ полученных данных для извлечения нужной информации. Для выполнения HTTP-запросов можно использовать различные инструменты и библиотеки, такие как requests в Python. Полученный HTML-код анализируется с использованием специальных инструментов для парсинга HTML, таких как BeautifulSoup или lxml [5]. С помощью этих инструментов можно найти нужные элементы на странице, извлечь текст, атрибуты, ссылки и другую информацию [6]. Но с помощью данного метода, как правило, достаточно сложно или вообще невозможно обойти защиту, применяющую встроенные на странице Javascript функции, выполнение которых бывает обязательным для отображения каких-либо данных. Недостатком такого способа являются затраты большого количества времени на процесс парсинга, так как необходимо сперва получить HTML-документ, который иногда может иметь большой вес, а после найти нужную информацию.

3. Парсинг XHR-запросов. Некоторые веб-приложения загружают данные динамически с помощью технологии XHR (XMLHttpRequest) [2]. XHR-запросы используются для обмена данными между браузером и сервером без перезагрузки страницы. Парсинг таких запросов позволяет извлекать информацию, которая не отображается непосредственно на веб-странице.

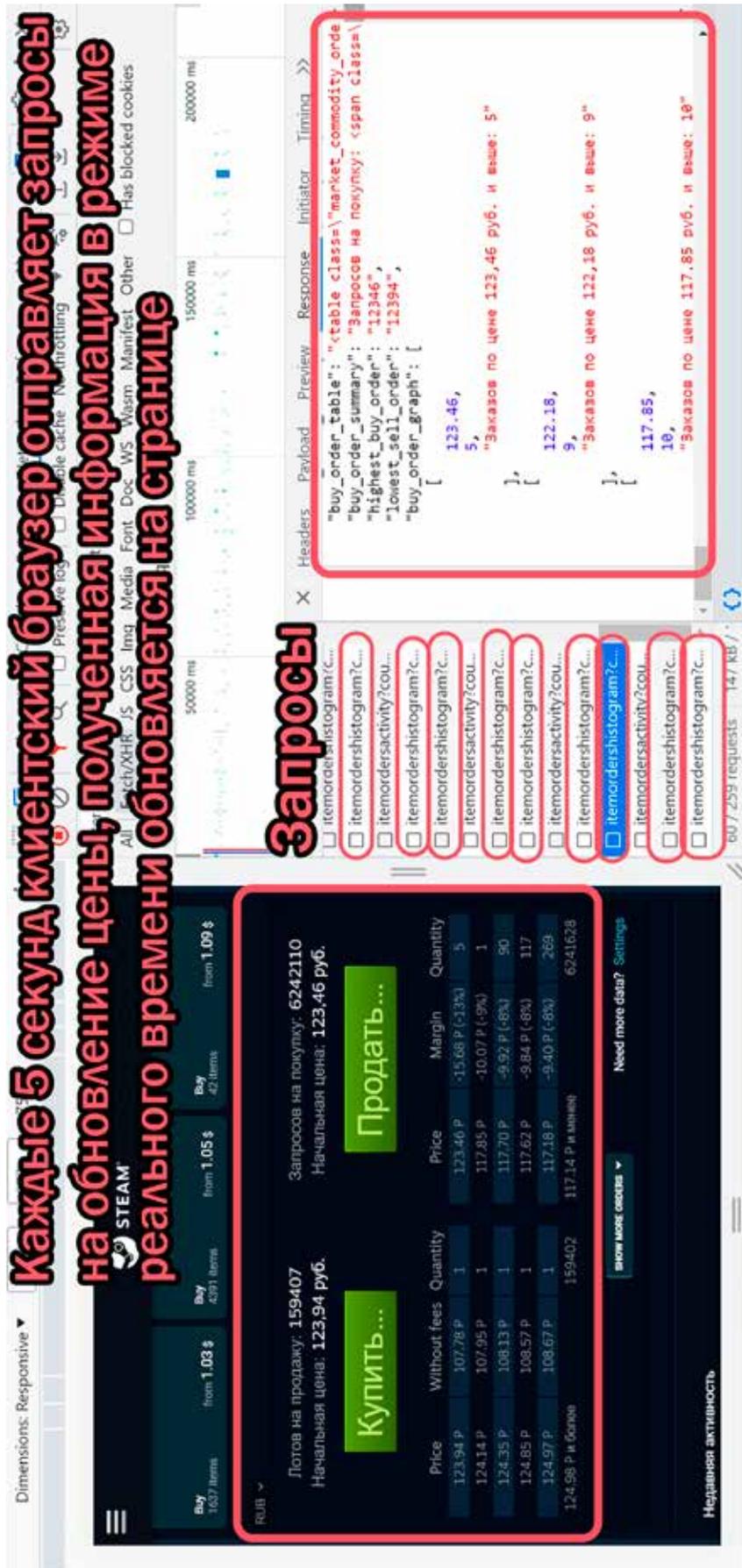


Рис. 2. Пример динамического веб-ресурса

Достоинства и недостатки методов парсинга

Классификация	Достоинства	Недостатки
API и XHR	1. Простота использования. 2. Высокая скорость получения данных. 3. Данные уже представлены в сгруппированном, отсортированном виде	1. Не всегда веб-ресурсы имеют свой собственный API. 2. Иногда доступ к API является платным
Парсинг HTML	1. Бесплатный способ	1. Большие временные затраты. 2. Легкость выявления парсера и последующая его блокировка
Парсинг XHR	1. Бесплатный способ. 2. Высокая скорость получения данных. 3. Данные уже представлены в сгруппированном, отсортированном виде	1. Легкость выявления парсера и последующая его блокировка. 2. Не всегда на веб-страницах присутствуют скрипты, генерирующие XHR запросы, которые может обработать сервер
Автоматизация веб-браузера	1. Бесплатный способ. 2. Меньше вероятность получить блокировку. 3. Возможность применения одного из вышеупомянутых методов	1. Большие временные и ресурсные затраты

Для этого необходимо проанализировать сетевой трафик, например, используя встроенные в браузер инструменты разработчика, и обнаружить XHR-запросы, отправляемые и получаемые при взаимодействии с веб-приложением. Полученные данные могут быть в формате JSON или XML, и их можно анализировать с использованием соответствующих инструментов. Этот подход более эффективный, чем предыдущий, так как зачастую такие запросы обращаются к специальным маршрутам веб-ресурса, которые получают различные параметры фильтрации данных и возвращают их в чистом виде. При этом вес передаваемых документов гораздо меньше, чем документы формата HTML, это уменьшает количество времени на загрузку, поиск и извлечение необходимых данных.

Парсеры, разработанные при помощи описанных выше методов 2 и 3, являются самыми распространенными, но и в то же время легко обнаруживаемыми, так как взаимодействие происходит через простые и однообразные HTTP-запросы, из-за чего создается нестандартная активность, которая легко распознается системами защиты от парсинга.

4. Автоматизация веб-браузера. Этот подход включает использование инструментов, таких как Selenium WebDriver, для автоматизации действий веб-браузера. Selenium WebDriver позволяет программно контролировать веб-браузер и эмулировать действия пользователя, такие как клики, заполнение форм, прокрутка страницы и другие взаимодействия. При использовании автоматизации веб-браузера можно получить доступ к данным, которые доступны толь-

ко через взаимодействие с веб-ресурсом, такие как динамически загружаемые элементы или взаимодействие с JavaScript [7]. Selenium WebDriver позволяет программировать скрипты на различных языках программирования для автоматизации веб-браузера и извлечения нужной информации. Данный метод не является самым быстрым, но можно точно сказать, что он является более эффективным, чем вышеупомянутые [8], не считая метод парсинга через API, так как целевой веб-ресурс будет считаться парсер, разработанный с использованием данного метода, за реального пользователя.

При рассмотрении данных методов были выявлены достоинства и недостатки каждого, которые представлены в таблице.

Каждый из этих методов имеет свои преимущества, недостатки и ограничения [9], и выбор конкретного метода зависит от требований проекта и доступности данных. Рассмотренные выше методы будут в дальнейшем использованы для выявления критериев для сравнительного анализа. Также алгоритмы применения данных методов на различные типы веб-ресурсов будут использоваться для проведения экспериментов, с целью получения данных, на основе которых будет проводиться сравнительный анализ.

Результаты исследования и их обсуждение

Так как целью работы парсера является извлечение информации, основные критерии будут связаны со скоростью и качеством выполнения этого процесса, а именно:

1. Скорость извлечения информации. Данный параметр будет измерять в секун-

дах время, которое потребуется на извлечение данных, например, со 100 страниц, HTML или JSON документов.

2. Затраченное количество вычислительных ресурсов. Данный параметр будет показывать количество затраченной оперативной памяти и вычислительной мощности процессора в процентах.

3. Блокировка парсера. Велика вероятность, что при парсинге при помощи методов парсинга HTML-, JSON-документов или автоматизации браузера может произойти блокировка со стороны целевого веб-ресурса, что заставит использовать различные способы обхода данных блокировок. Поэтому еще одним критерием будет временная величина, характеризующая время активной работы парсера до его блокировки. При этом все эксперименты должны проводиться в одинаковых условиях, то есть запросы будут направлены на один и тот же веб-ресурс, и ни один из способов обхода систем защиты от парсеров не будет применен. Данный критерий опциональный, так как, возможно, некоторые из тестируемых веб-ресурсов не будут иметь подобные системы защиты.

4. Обход систем защиты. Еще один опциональный критерий, который позволит оценить возможность обхода систем защиты от парсинга, если такие будут присутствовать. Важно заметить, что способы обхода должны быть бесплатными и общедоступными. К таким способам, например, относятся временные паузы между запросами, бесплатные прокси [10].

Анализ и оценка результатов, полученных на основе этих критериев, позволит выявить признаки веб-ресурсов, которые поддержат принятие решения о выборе того или иного метода парсинга.

Сама методика проведения сравнительного анализа для всех методов парсинга будет состоять из нескольких этапов.

На первом этапе необходимо будет выбрать несколько разных веб-ресурсов. Каждый веб-ресурс должен относиться к нескольким из этих классов или в лучшем случае ко всем:

1. Веб-ресурс, который имеет документированное API.

2. Веб-ресурс, информация на страницах которого статична, то есть генерируется на стороне сервера и не изменяется во время нахождения пользователя на ней.

3. Веб-ресурс, информация на страницах которого динамична, то есть загружается с сервера во время нахождения пользователя на странице.

4. Веб-ресурс, имеющий защиту от парсинга.

На следующем этапе будет разработан парсер для каждого выбранного веб-ресурса, используя один из методов парсинга, которые были рассмотрены выше. Поскольку каждый веб-ресурс может иметь свою уникальную структуру и особенности и не подразумевается, что парсеры будут универсальными, то потребуется разработать специальную версию парсера для каждого сайта.

Затем каждый разработанный парсер будет применен к соответствующему веб-ресурсу, и производительность каждого метода парсинга будет оценена и измерена согласно установленным критериям, описанным выше. Важно заметить, что при наличии систем защиты от парсинга на целевом веб-ресурсе, необходимо будет, если это возможно, используя доступные способы обхода таких систем, настроить парсер, чтобы не получить блокировку.

После проведения экспериментов и получения результатов необходимо провести анализ данных, целью которого будет выявить особенности каждого веб-ресурса, которые могли бы помочь с определением эффективного метода парсинга именно на данном веб-ресурсе.

Заключение

В данном исследовании был проведен обзор различных видов веб-ресурсов в контексте загрузки данных на них. Ресурсы были классифицированы на статические, где страницы с данными предварительно генерируются на стороне веб-сервера, и динамические, где загрузка данных происходит в реальном времени в момент нахождения пользователя на странице.

Также был проведен обзор методов парсинга, которые используются для извлечения информации с веб-ресурсов. Рассмотрены основные методы, такие как использование официальных API, парсинг HTML-документов, анализ XHR-запросов и автоматизация веб-браузера. Каждый метод имеет свои преимущества и ограничения, и их выбор зависит от конкретных характеристик веб-ресурса и требуемой функциональности парсера.

Далее были выявлены критерии, которые будут использоваться для проведения сравнительного анализа методов парсинга. Основные критерии включают скорость извлечения информации и затраченное количество вычислительных ресурсов. Также рассмотрены опциональные критерии, такие как время работы парсера до блокировки и возможность обхода систем защиты от парсинга.

В результате разработана методика проведения сравнительного анализа. Эксперименты, которые необходимо провести, состоят из вариации типов веб-ресурсов и методов парсинга по определенному алгоритму, который включает в себя такие этапы, как разработка парсера, тест разработанного парсера и, при необходимости, настройка парсера для обхода систем защиты с применением общедоступных способов обхода (временные паузы, прокси и другие).

Список литературы

1. Ермоленко А.В., Котелина Н.О., Старцева Е.Н., Юркина М.Н. О востребованности подготовки в области парсинга данных для web-разработчиков // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 1. Математика. Механика. Информатика. 2021. № 1 (38). С. 56–69.
2. Сигалов Д.А., Хашаев А.А., Гамаюнов Д.Ю. Обнаружение серверных точек взаимодействия в веб-приложениях на основе анализа клиентского javascript-кода // Прикладная дискретная математика. 2021. № 53. С. 32–54.
3. Карабак И.И., Зорин К.А., Ажмухамедов И.М. Парсинг телеграм-каналов как элемент системы автоматизированного анализа информации, полученной из сети интернет // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2022. № 1 (57). С. 9–17.
4. Меньшиков Я.С. Преимущества автоматического сбора данных в сети интернет над ручным сбором данных // Universum: технические науки. 2022. № 10 (103). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/14383> (дата обращения: 05.07.2023).
5. Вильданов Т.Э., Иванов Н.С. Анализ инструментов парсинга и веб-скрейпинга в рамках разработки арбитражной инвестиционной стратегии на рынке спортивных ставок // Скиф. Вопросы студенческой науки. 2021. № 5 (57). С. 23–33.
6. Нгуен Тхань Вьет, Кравец А.Г. Алгоритм работы веб-краулера для решения задачи сбора данных из открытых интернет-источников // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2019. № 51 (77). С. 115–119.
7. Корепанова А.А., Бушмелев Ф.В., Сабреков А.А. Технологии парсинга Node.js в задаче агрегации сведений и оценки параметров грузовых маршрутов посредством извлечения данных из открытых источников // Компьютерные инструменты в образовании. 2021. № 3. С. 41–56. DOI: 10.32603/2071-2340-2021-3-41-56.
8. Суханов А.А., Маратканов А.С. Анализ способов сбора социальных данных из сети Интернет // International scientific review. 2017. № 1 (32). С. 25–28.
9. Крамаров С.О., Овсянников В.А., Сахарова Л.В., Усатый Р.С., Лукьянова Г.В. Автоматизированный сбор данных ключевых финансовых показателей предприятий IT-отрасли региона // Вестник кибернетики. 2022. № 3 (47). С. 39–45. DOI: 10.34822/1999-7604-2022-3-39-45.
10. Москаленко А.А., Лапонина О.Р., Сухомлин В.А. Разработка приложения веб-скрапинга с возможностями обхода блокировок // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2019. Т. 15, № 2. С. 413–420. DOI: 10.25559/SITITO.15.201902413-420.

УДК 004.052.2

DOI 10.17513/snt.39735

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНЫХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМЫ OFDM, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДОБЕШИ В GF(M) И КОДАХ КЛАССОВ ВЫЧЕТОВ

Чистосов Н.К., Калмыков И.А., Духовный Д.В.

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

e-mail: kia762@yandex.ru

На современном этапе в большинстве беспроводных радиосистем наибольшее применение нашли стандарты передачи данных, использующие ортогональное частотное мультиплексирование (OFDM). Не исключением являются системы спутникового интернета (ССИ), построенные с использованием низкоорбитальных систем спутниковой связи. Так в ССИ StarLink используются сигналы OFDM, построенные на основе 52 информационных каналов. Для повышения скорости передачи в таких системах предлагается заменить быстрое Фурье-преобразование сигналов на целочисленные дискретные вейвлет-преобразования (ЦДВП) Добеши. Применение ЦДВП позволяет уменьшить боковые лепестки по сравнению с классическим OFDM. В результате этого можно расположить большее число каналов в заданной полосе частот. Дальнейшего повышения скорости передачи информации в беспроводных системах можно достичь за счет выполнения вычислений ЦДВП в конечных полях GF(M) и модулярных кодах классов вычетов (МККВ). Применение данных моделей реализации целочисленных преобразований в полях GF(M) и МККВ окажет значительное влияние на структуру систем OFDM. Поэтому разработка структурных моделей системы передачи OFDM, использующих ЦДВП Добеши в GF(M) и модулярных кодах, является актуальной задачей. Цель статьи – осуществить разработку структурных моделей систем OFDM, применяющих ЦДВП Добеши в GF(M) и МККВ. При этом использование таких моделей должно привести к увеличению скорости передачи данных.

Ключевые слова: системы, использующие ортогональное частотное мультиплексирование, целочисленное вейвлет-преобразование, структурные модели, поля Гауа, модулярный код класса вычетов

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

MATHEMATICAL AND STRUCTURAL MODELS OF THE OFDM TRANSMISSION SYSTEM BUILT ON THE BASIS OF ORTHOGONAL DOBESCHE TRANSFORMATIONS IN RESOLUTION CLASS CODES

Chistosov N.K., Kalmykov I.A., Dukhovnyy D.V.

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

At the present stage, data transmission standards using orthogonal frequency multiplexing (OFDM) have found the greatest application in most wireless radio systems. Satellite Internet systems (SIS), built using low-orbit satellite communication systems, are no exception. For example, StarLink uses OFDM signals built on the basis of 52 information channels. In order to increase the transmission rate in such systems, it is proposed to replace the fast Fourier transform of signals with integer discrete wavelet transforms (IDWT) of Dobshe. The use of IDWT allows you to reduce the side lobes compared to the classic OFDM. As a result, it is possible to arrange more channels in a given frequency band. A further increase in the speed of information transmission in wireless systems can be achieved by performing IDWT calculations in the finite fields of GF(M) and modular residue class codes (MRCC). The application of these models for the implementation of integer transformations in the GF(M) and MRCC fields will have a significant impact on the structure of OFDM systems. Therefore, the development of structural models of the OFDM transmission system using the Dobshe IDWT in GF(M) and modular codes is an urgent task. The purpose of the article is to develop structural models of OFDM systems using the Dobshe IDWT in GF(M) and MRCC. At the same time, the use of such models should lead to an increase in the data transfer rate.

Keywords: systems using orthogonal frequency multiplexing, integer wavelet transform, structural models, Galois fields, modular residue class code

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

Системы передачи данных OFDM постоянно расширяют области своего применения. Благодаря своим достоинствам технология OFDM нашла применение и в системе спутникового интернета StarLink, построенного на основе низкоорбитальных спутников [1]. В ряде работ [2, 3] рассмо-

трен способ увеличения скорости передачи данных в OFDM за счет перехода от быстрых преобразований Фурье (БПФ) к дискретным вейвлет-преобразованиям (ДВП), так как это позволяет уменьшить уровень боковых лепестков спектра OFDM сигнала. В результате этого можно поместить

большее число каналов OFDM в заданной полосе частот. Дальнейшее повышение эффективности систем OFDM связано с использованием конечных полей Галуа GF(M) [4] и модулярных кодов класса вычетов (МККВ) [5]. Применение данных алгебраических систем обеспечивает повышение скорости цифровой обработки сигналов на основе вычислений целочисленного ЦДВП (ЦДВП). Использование данных моделей реализации целочисленных преобразований в полях GF(M) и МККВ окажет значительное влияние на структуру систем OFDM. Поэтому разработка структурных моделей системы передачи OFDM, использующих ЦДВП Добеши в GF(M) и модулярных кодах, является актуальной задачей. Цель статьи – осуществить разработку структурных моделей систем OFDM, применяющих ЦДВП Добеши в GF(M) и МККВ. При этом использование таких моделей должно привести к увеличению скорости передачи данных.

Материалы и методы исследования

По мере расширения требований, которые предъявляются к скорости передачи данных в беспроводных сетях, увеличивается число телекоммуникационных систем, использующих технологию, в основу которой положено ортогональное частотное мультиплексирование. Технология OFDM построена на идее, согласно которой высокоскоростной поток информации разбивается на множество более низкоскоростных потоков. При этом для оказания минимального воздействия одного низкоскоростного потока на другой в системах OFDM предлагается использовать БПФ и обратное БПФ. Для снижения негативного влияния многолучевости при распространении радиосигнала в системах OFDM используется циклический префикс. Прежде чем перейдем к разработке структурной модели системы OFDM, использующей ЦДВП Добеши в МККВ, рассмотрим принципы построения кодов классов вычетов.

1.1. Модулярные коды классов вычетов

Для генерации кодовых комбинаций в МККВ используются основания – числа p_i , $i = 1, 2, \dots, k$, которые имеют наибольший общий делитель $НОД(p_i, p_j) = 1$, при условии $i \neq j$. Их произведение задает множество возможных комбинаций и называется диапазоном

$$P_k = \prod_{i=1}^k p_i . \tag{1}$$

Тогда кодовая комбинация МККВ имеет вид [6–8]

$$A = (a_1, a_2, \dots, a_k), \tag{2}$$

где A – целое число; $A < P_k$, $a_i \equiv A \pmod{p_i}$; $i = 1, 2, \dots, k$.

Так как МККВ обладают свойством кольца, то для модульных операций справедливо

$$A * Y = \left(|a_1 * y_1|_{p_1}^+, |a_2 * y_2|_{p_2}^+, \dots, |a_k * y_k|_{p_k}^+ \right), \tag{3}$$

где $*$ – операции сложения, вычитания и умножения; $y_i \equiv Y \pmod{p_i}$; $Y < P_n$; $i = 1, 2, \dots, k$.

Очевидно, что при выполнении модульных операций МККВ распараллеливают их. А так как остатки имеют маленькую разрядность, то вместо сумматоров и умножителей по модулю можно взять LUT-таблицы. Все это позволит сократить время вычислений. Однако при использовании МККВ необходимы еще две обязательные немодульные операции. Так как они приводят к увеличению времени вычислений, то необходимо выбрать такие алгоритмы их выполнения, чтобы уменьшить это влияние. Первая немодульная операция связана переводом позиционного кода, представленного в позиционной системе счисления (ПСС) в МККВ. В настоящее время широко используются алгоритмы прямого перевода на основе распределенных вычислений [6]. В этом случае позиционный код разбивается на L блоков по C разрядов. Затем вычисляются остатки данных блоков:

$$\begin{aligned} |G_1|_{p_i}^+ &= \left| 2^{C-1} A_{C-1} + \dots + 2^1 A_1 + 2^0 A_0 \right|_{p_i}^+ \left\| 2^0 \right|_{p_i}^+ (A_{C-1}^1 + \dots + A_0^1) \Big|_{p_i}^+, \\ &\vdots \\ |G_L|_{p_i}^+ &= \left| 2^{D-1} A_{D-1} + \dots + 2^{D-C} A_{D-C} \right|_{p_i}^+ \left\| 2^{D-C} \right|_{p_i}^+ (A_{C-1}^1 + \dots + A_0^1) \Big|_{p_i}^+. \end{aligned} \tag{4}$$

Тогда для получения остатка необходимо выполнить выражение

$$a_i = A \pmod{p_i} = \sum_{j=0}^{L-1} (G_{L-j}) \pmod{p_i}, \quad i = 1, 2, \dots, k. \tag{5}$$

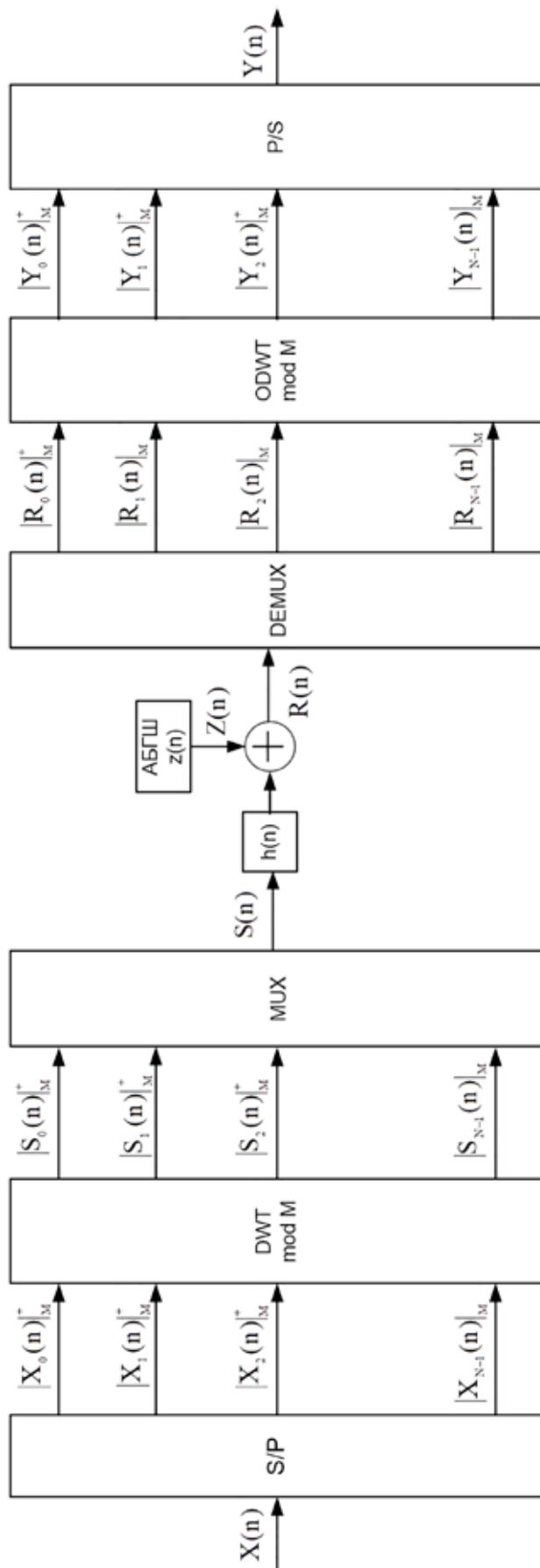


Рис. 1. Структурная модель OFDM, построенная на основе выполнения ЦДВП в GF(M)

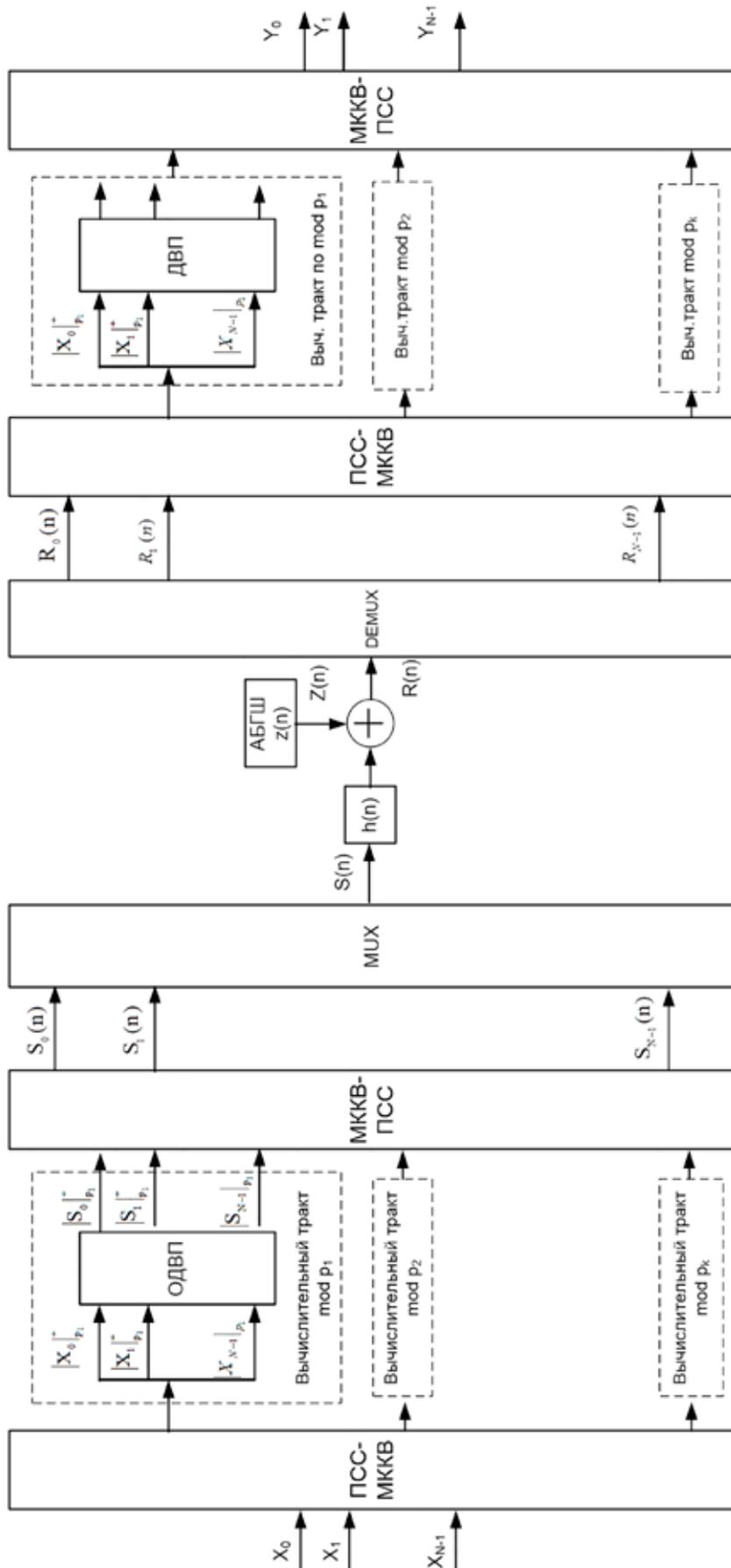


Рис. 2. Структурная модель системы OFDM, использующей ЦДВП Добеши в МККВ

При выполнении второй немодульной операции осуществляется перевод из МККВ в ПСС. Как правило, для этого используется Китайская теорема об остатках (КТО) [7, 8]. Для этого вычисляют ортогональные базисы:

$$B_i = P_i P_i^{-1} = \frac{P_k}{P_i} P_i^{-1}, \quad (6)$$

где P_i^{-1} – вес ортогонального базиса, чтобы обеспечить $B_i \equiv 1 \pmod{p_i}$.

Тогда обратный перевод выполняется

$$A = \sum_{i=1}^k a_i B_i \pmod{P_k} = \dots \\ = a_1 B_1 + \dots + a_{k-1} B_{k-1} + a_k B_k - r_A P_k, \quad (7)$$

где $r_A = 0, 1, \dots$ – ранг числа.

Недостатком данного алгоритма обратного перевода в ПК является необходимость вычисления ранга числа. Данный недостаток можно устранить, если использовать следующий алгоритм. На первом этапе алгоритма вычисляются выражения, где $i = 1, 2, \dots, k$,

$$C_i = a_i P_i^{-1} \pmod{p_i}. \quad (8)$$

На втором этапе полученные результаты умножаются на константы P_i , где $i = 1, 2, \dots, k$,

$$P_i C_i = \left| a_i P_i^{-1} \right|_{p_i}^+ \frac{P_n}{P_i} < P_k. \quad (9)$$

На третьем этапе находится попарная сумма первых двух произведений. Затем осуществляется сравнение с рабочим диапазоном. Если сумма больше, то из нее вычитается рабочий диапазон. Данные действия повторяются в течение $k - 1$ этапов. Именно данный алгоритм обратного преобразования и алгоритм распределенной арифметики будут использованы в реализации на основе ПЛИС.

1.2. Разработка структурных моделей систем OFDM, построенных на основе ЦДВП Добеши, использующих целочисленные системы

При разработке структурной модели системы OFDM был использован материал, представленный в [4]. На основе данного материала была создана структурная модель системы OFDM, построенная на основе выполнения ЦДВП в конечных полях, которая представлена на рис. 1.

При реализации структурной модели выполнения ДВП Добеши в МККВ был использован источник [5]. Данная модель показана на рис. 2.

Рассмотрим передающую сторону системы. Для организации передачи поток данных X делится на N блоков. Получаем вектор $X = (X_0, X_1, X_2, \dots, X_{N-1})^T$. Длина каждого блока составляет M разрядов и определяется из условия

$$M < \lceil \log_2 P_k \rceil. \quad (10)$$

Блоки полученного входного вектора поступают на входы соответствующего преобразователя ПСС-МККВ. Так, с выхода с первого преобразователя ПСС-МККВ будет снят модулярный код

$$\left(\left| X_0 \right|_{p_1}^+, \left| X_1 \right|_{p_1}^+, \dots, \left| X_{N-1} \right|_{p_1}^+ \right), \quad (11)$$

где $\left| X_j \right|_{p_1}^+ \equiv X_j \pmod{p_1}; j = 0, 1, \dots, N-1$.

Полученные кодовые комбинации поступают на входы соответствующего вычислительного тракта по модулю p_i , где $i = 1, \dots, n$. Вычислительные тракты реализуют обратное ЦДВП (ОЦДВП) в МККВ. В этом случае входные блоки $\left(\left| X_0 \right|_{p_i}^+, \left| X_1 \right|_{p_i}^+, \dots, \left| X_{N-1} \right|_{p_i}^+ \right)$ представляются как кортеж аппроксимирующих $\left| c_{H,j} \right|_{p_i}^+$ и детализирующих $\left| d_{m,j} \right|_{p_i}^+$ коэффициентов, которые были получены на высшем уровне разложения H . Очевидно, что данные коэффициенты также представлены в МККВ, где $\left| c_{H,j} \right|_{p_i}^+ \equiv c_{H,j} \pmod{p_i}; \left| d_{m,j} \right|_{p_i}^+ \equiv d_{m,j} \pmod{p_i}; m = 1, \dots, H$. В этом случае часть входных блоков $(X_0, X_1, \dots, X_{U-1})^T$, представленных в МККВ, являются аппроксимирующими коэффициентами. Вторая половина входных блоков $(X_U, X_{U+1}, \dots, X_{2U-1})^T$, представленная в МККВ, является детализирующими коэффициентами наивысшего уровня $d_{m,j}$. Оставшиеся входные блоки $(X_{2U}, X_{2U+1}, \dots, X_{N-1})^T$ представляют собой детализирующие коэффициенты $d_{m,n}$, где $m = 1, \dots, H$.

В каждый вычислительный тракт по модулю входят блоки цифровых фильтров, которые реализуют ОДВП в МККВ (на схеме они показаны блоками ОДВП). Коэффициенты цифровых фильтров подобраны таким образом, чтобы выполнилось обратное ЦДВП

$$\begin{cases} \left| S_q(n) \right|_{p_1}^+ = \left| \sum_j c_{M,j} \phi_{M,j}(n) + \sum_j d_{M,j} \psi_{M,j}(n) + \dots + \sum_j d_{1,j} \psi_{1,j}(n) \right|_{p_1}^+, \\ \vdots \\ \left| S_q(n) \right|_{p_k}^+ = \left| \sum_j c_{M,j} \phi_{M,j}(n) + \sum_j d_{M,j} \psi_{M,j}(n) + \dots + \sum_j d_{1,j} \psi_{1,j}(n) \right|_{p_k}^+, \end{cases} \quad (12)$$

где $c_{H,j}$ – аппроксимирующие коэффициенты на уровне разложения H ; $d_{m,j}$ – коэффициенты детализации; $m = 1, \dots, H$; $\phi_{M,j}$ – скейлинг функция; $\psi_{m,j}$ – вейвлет-функция; $j = 0, 1, \dots, 2^m - 1$ – диапазоны сдвига; $H = \log_2 N$ – число уровней разложения; $q = 0, 1, \dots, N-1$.

Результаты выполнения выражения (12), которые представляют собой модулярные комбинации $\left| S_q(n) \right|_{p_i}^+$ отсчетов сигналов, подаются на входы преобразователя МККВ-ПСС. С помощью такого преобразователя вычисляется

$$S_q(n) = \sum_{i=1}^k \left| S_q(n) \right|_{p_i}^+ B_i \text{ mod } P_k, \quad (13)$$

где $q = 0, 1, \dots, N-1$.

Вычисленные значения

$$(S_0(n), S_1(n), S_2(n), \dots, S_{N-1}(n))^T,$$

представленные в коде ПСС, поступают на входы мультиплексора (MUX). Он осуществляет объединение всех N блоков в единый сигнал $S(n)$. Затем сигнал $S(n)$ с выхода передатчика поступает в дискретный канал связи $h(n)$. В модели выбран дискретный канал с шумом, в качестве которого был выбран аддитивный белый гауссовский шум (АБГШ) $Z(n)$. Наличие шума в канале связи приводит к появлению ошибок в передаваемом сигнале. Пусть $Z(n)$ обладает нулевым средним и дисперсией, равной σ_z^2 . Пусть в разработанной структурной модели системы передачи данных обеспечена идеальная синхронизация. В результате на входе приемника системы OFDM поступает сигнал

$$R(n) = \sum_{q=0}^{N-1} h(q)S(n-q) + Z(n). \quad (14)$$

Затем сигнал $R(n)$ поступает на вход демультимплексора (DEMUX). Он делит последовательный сигнал на N блоков $R(n) = (R_0(n), \dots, R_{N-1}(n))^T$, которые преобразуются в МККВ с помощью преобразователя ПСС-МККВ при $q = 0, 1, \dots, N-1$.

$$R_q(n) = \left(\left| R_q \right|_{p_1}^+, \left| R_q \right|_{p_2}^+, \dots, \left| R_q \right|_{p_k}^+ \right). \quad (15)$$

Данные значения поступают на входы k вычислительных трактов, которые выполняют прямое ЦДВП по модулю

$$\left| Y_{m,j} \right|_{p_i}^+ = \left| \tilde{c}_{m,j} \right|_{p_i}^+ = \left| \sum_j \left| h_j \right|_{p_i}^+ \left| \tilde{c}_{m-1,2n+j} \right|_{p_i}^+ \right|_{p_i}^+, \quad (16)$$

$$\left| Y_{m,j}^* \right|_{p_i}^+ = \left| \tilde{d}_{m,j} \right|_{p_i}^+ = \left| \sum_j \left| g_j \right|_{p_i}^+ \left| \tilde{c}_{m-1,2n+j} \right|_{p_i}^+ \right|_{p_i}^+. \quad (17)$$

где $Y_{m,j} = c_{m,j}$ – аппроксимирующие коэффициенты ДВП, соответствующие уровню m ; $\left| Y_{m,j} \right|_{p_i}^+ \equiv Y_{m,j} \text{ mod } p_i$; $Y_{m,j}^* = d_{m,j}$ – детализирующие коэффициенты ДВП, соответствующие уровню m ; $m = 1, \dots, H$; $\left| Y_{m,j}^* \right|_{p_i}^+ \equiv Y_{m,j}^* \text{ mod } p_i$; где h_j, g_j – коэффициенты НЧ-фильтра и ВЧ-фильтра; $\left| h_j \right|_{p_i}^+ \equiv h_j \text{ mod } p_i$; $\left| g_j \right|_{p_i}^+ \equiv g_j \text{ mod } p_i$; $i = 1, 2, \dots, k$.

Результаты вычислений, представленные в МККВ, поступают на входы преобразователя из МККВ-ПСС. На выходе данного преобразователя генерируется выходной сигнал $Y = (Y_0, Y_1, Y_2, \dots, Y_{N-1})^T$.

Результаты исследования и их обсуждение

Разработанные структурные модели системы передачи OFDM, использующие целочисленные дискретные вейвлет-преобразования (ЦДВП) Добеши в GF(M) и МККВ, были реализованы на ПЛИС *Kintex UltraScale xcku 0.25*.

Преобразования ПСС-МККВ и МКВ-ПСС реализованы согласно (7) и (10). В результате временные затраты на передающей стороне классической 8-разрядной системы OFDM составили 485 нс. При использовании разработанной струк-

турной модели системы OFDM на основе ЦДВП в конечном поле при $M=262147 - 241$ нс, а при применении МККВ – 183 нс, что в 2,650 раза меньше, чем в системах, использующих БПФ. Таким образом, использование представленных в статье структурных моделей системы OFDM Добеши в конечных полях и МККВ позволяет за счет сокращения временных затрат на цифровую обработку сигналов повысить скорость передачи данных.

Заключение

В статье представлены структурные модели системы передачи OFDM, использующей ЦДВП Добеши в GF(M) и МККВ. Рассмотрены принципы работы данной модели. Проведена реализация структурных моделей с использованием ПЛИС *Kintex UltraScale xsku 0.25*.

Разработанные структурные модели имели меньшие временные затраты по сравнению с БПФ. Значит, использование этих моделей системы OFDM за счет сокращения временных затрат на цифровую обработку сигналов позволит повысить скорость передачи данных

Список литературы

1. Пехтерев С.В., Макаренко С.И., Ковальский А.А. Описательная модель системы спутниковой связи Starlink // Системы управления, связи и безопасности. 2022. № 4. С. 190–255. DOI: 10.24412/2410-9916-2022-4-190-255.
2. Wavelets and signal processing // Springer International Publishing Switzerland. 2005. 254 p.
3. Шоберг А.Г. Современные методы обработки изображений: модифицированное вейвлет-преобразование. Хабаровск: Издательство Тихоокеанского государственного университета, 2014. 125 с.
4. Чистоусов Н.К., Калмыков М.И., Духовный Д.В., Юрданов Д.В. Математические модели реализации вейвлет-преобразований Добеши в целочисленных полях Галуа // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 2. С. 71–76.
5. Калмыков И.А., Чистоусов Н.К., Калмыкова Н.И., Духовный Д.В. Ортогональная обработка сигналов с использованием математических моделей целочисленных вейвлет-преобразований, реализованных в модулярных кодах классов вычетов // Инженерный вестник Дона. 2023. № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2023/8273 (дата обращения: 11.05.2023).
6. Червяков Н.И., Коляда А.А., Ляхов П.А. Модулярная арифметика и ее приложения в инфокоммуникационных технологиях. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017. 400 с.
7. Ananda Mohan Residue Number Systems. Theory and Applications // Springer International Publishing Switzerland. 2016. 351 p.
8. Amir Sabbagh Molahosseini Embedded Systems Design with Special Arithmetic and Number Systems // Springer International Publishing AG. 2017. 390 p.

УДК 004:658.5
DOI 10.17513/snt.39736

НАПРАВЛЕНИЯ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ И АВТОМАТИКИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМЫ «ВИБРОТЕКС»

Шумкин А.В., Жуков Д.В., Агапов А.Ю., Демина В.В.

АО «Научно-производственное предприятие «Рубин», Пенза,
e-mail: shumkin05@mail.ru, 1140@npp-rubin.ru, 1300@npp-rubin.ru, 1400@npp-rubin.ru

Актуальность исследования обоснована тенденциями внутреннего и глобального рынка: непрерывной диагностикой, приходящей на смену планово-предупредительному ремонту; трендом на импортозамещение узлов и целых систем; интенсификацией развития отечественного направления мониторинга состояния оборудования. Целью статьи является определение направлений импортозамещения существующего оборудования, используемого на объектах критической инфраструктуры в нефтегазовом секторе, путем совершенствования контрольно-измерительных приборов и автоматики на примере системы «Вибротекс», что приведет к повышению качества и надежности систем обеспечения инфраструктуры в целом. В исследовании обоснована актуальность применения программно-технического комплекса виброзащиты и вибродиагностики отечественного производства; определены целевые сегменты его применения: перекачка газа, добыча нефти, вспомогательное оборудование ТЭС, химия, нефтехимия, металлургическое производство и др.; выявлены конкурентные преимущества предлагаемой системы по сравнению с российскими и зарубежными аналогами; представлены возможности системы «Вибротекс». Ключевым преимуществом разработки является сочетание стоимости и технических параметров, а также независимость от импорта. Полученные результаты исследования будут способствовать реализации полного цикла производства, проектирования, монтажа, пуска-наладки и сервисного обслуживания систем вибрационной защиты, вибрационной диагностики, а также дополнительных стационарных систем оценки состояния работы мощного роторного оборудования.

Ключевые слова: импортозамещение, система вибрационной защиты, вибрационная диагностика «Вибротекс», подсистема тахометрирования, контрольно-измерительные приборы, нефтегазовая промышленность

DIRECTIONS OF IMPORT SUBSTITUTION OF CONTROL AND MEASURING DEVICES AND AUTOMATION IN THE OIL AND GAS INDUSTRY ON THE EXAMPLE OF THE VIBROTEX SYSTEM

Shumkin A.V., Zhukov D.V., Agapov A.Yu., Demina V.V.

AC “Scientific and Production Enterprise “Rubin”, Penza,
e-mail: shumkin05@mail.ru, 1140@npp-rubin.ru, 1300@npp-rubin.ru, 1400@npp-rubin.ru

The relevance of the study is justified by the trends of the domestic and global market: continuous diagnostics is replacing scheduled preventive repairs; the trend towards import substitution of nodes and entire systems; intensification of the development of the domestic direction of monitoring the condition of equipment. The purpose of the article is to determine the directions of import substitution of existing equipment used at critical infrastructure facilities in the oil and gas sector by improving instrumentation and automation on the example of the Vibrotex system, which will lead to an increase in the quality and reliability of infrastructure support systems as a whole. The study substantiates the relevance of the use of a software and hardware complex of vibration protection and vibration diagnostics of domestic production; the target segments of its application are identified – gas pumping, oil production, auxiliary equipment of thermal power plants, chemistry, petrochemistry, metallurgical production, etc.; the competitive advantages of the proposed system compared with Russian and foreign analogues are revealed; the capabilities of the Vibrotex system are presented. The key advantage of the development is the combination of cost and technical parameters, as well as independence from imports. The obtained research results will contribute to the implementation of a full cycle of production, design, installation, commissioning and maintenance of vibration protection systems, vibration diagnostics, as well as additional stationary systems for assessing the state of operation of powerful rotary equipment.

Keywords: import substitution, vibration protection system, vibration diagnostics “Vibrotex”, tachometry subsystem, instrumentation, oil and gas industry

В отрасли газодобычи и транспортировки газа присутствует большое количество иностранного программного обеспечения, обслуживающего контрольно-измерительные приборы и аппаратуру. Данные объекты являются объектами критической инфраструктуры Российской Федерации. Масштабная работа со стороны государства

и компаний топливно-энергетического комплекса по импортозамещению технологий и оборудования в отечественном нефтегазовом комплексе началась после введения санкций со стороны западных стран. Однако ограничения, которые должны были затормозить развитие отечественной экономики, в итоге стали стимулом ее развития,

в том числе в секторе нефтегазового машиностроительного комплекса.

Вопросам инновационных разработок в области импортозамещения программных комплексов особое внимание уделено в работах отечественных ученых. Так, например, разработки АО «АтлантикТрансгазСистема» для газовой и нефтяных отраслей в области автоматизации и диспетчеризации непрерывных технологических процессов проанализированы в работе Л.И. Бернер и др. [1]; М.В. Черняев, А.В. Корневская, Н.А. Соколов, С.Н. Ларин проводят оценку эффективности планов импортозамещения, а также представляют прогноз возможных путей развития отечественного нефтегазового комплекса. Ими также обоснованы перспективные направления его развития на основе разработки и внедрения инновационных технологий и механизмов импортозамещения [2, 3]. Процесс совершенствования управления температурными режимами относительно давления на газораспределительных станциях газодобывающего предприятия АО «Алроса-Газ» в западной Якутии рассматривается в исследовании Д.П. Беркаръ [4]. Анализ основных зарубежных поставщиков специализированного программного обеспечения для нефтегазовой отрасли, а также отечественных производителей, разрабатывающих аналогичное программное обеспечение в рамках процесса импортозамещения, проводится в работе Д. Хитрых [5]. О.В. Жданевым, С.С. Зуевым представлены текущие ситуации в электроэнергетической отрасли в части обеспеченности собственными технологическими решениями, определены необходимые меры государственной поддержки и организационные механизмы стимулирования инновационной деятельности [6]. А.Н. Дмитриевским и другими учеными изложены вопросы цифровой модернизации газового производства в условиях снижения углеродного следа [7].

Указом Президента Российской Федерации от 30.03.2022 № 166 «О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» [8]:

а) с 31 марта 2022 г. запрещается закупка иностранного программного обеспечения, в том числе в составе программно-аппаратных комплексов, в целях его использования на значимых объектах критической информационной инфраструктуры Российской Федерации;

б) с 1 января 2025 г. запрещается использовать иностранное программное обеспечение на значимых объектах критической информационной инфраструктуры.

С целью исполнения требований Указа Президента Российской Федерации, а также с целью импортозамещения существующего оборудования, используемого на объектах критической инфраструктуры в нефтегазовом секторе, нами предлагается совершенствование контрольно-измерительных приборов и автоматики в нефтегазовой отрасли на примере системы «Вибротекс», что приведет к повышению качества и надежности систем обеспечения инфраструктуры в целом.

Реализация поставленной цели предполагает решение следующих задач:

– обоснование актуальности применения программно-технического комплекса виброзащиты и вибродиагностики отечественного производства и определение целевых сегментов его применения;

– выявление конкурентных преимуществ предлагаемой системы по сравнению с российскими и зарубежными аналогами.

Эффективность системы диагностирования газоперекачивающего оборудования (один из сегментов рынка) не только основа высокой надежности газотранспортной сети, но и путь к существенному снижению материальных затрат на ее техническое оборудование.

Материалы и методы исследования

С целью предупреждения выхода из строя оборудования и связанных с этим простоев основным методом диагностики состояния различных механизмов выступает вибродиагностика. Чаще всего вибродиагностика применяется для определения состояния вращающегося оборудования и основывается на анализе параметров вибрации.

Вибродиагностику применяют для широкого спектра оборудования, например насосов, вентиляторов, механизмов буровых установок, качалок, компрессоров.

Целевые сегменты применения разработки:

- перекачка газа;
- добыча нефти;
- вспомогательное оборудование ТЭС;
- химия;
- нефтехимия;
- металлургическое производство и др.

На сегодняшний день производственные предприятия РФ имеют в эксплуатации большое количество динамических машин различной мощности, все эти машины участвуют в технологическом цикле компаний. Разрушение даже одного агрегата технологического цикла может привести к остановке предприятия, значительным финансовым издержкам, техногенным катастрофам,

гибели людей. Одним из важнейших мероприятий по исключению рисков, связанных с внезапными отказами оборудования, является оснащение средствами технического контроля состояния агрегатов.

Результаты исследования и их обсуждение

В последние годы в теории и практике организации производственных процессов все чаще обсуждаются вопросы автоматизации управления и контроля обслуживающих операций, оказывающих существенное влияние на общепроизводственную эффективность. Рациональная организация данных операций на предприятии в определенной мере позволяет без существенного капиталоемкого изменения технологического процесса снизить себестоимость продукции за счет уменьшения продолжительности производственного цикла изготовления продукции и сокращения затрат. Совершенствование организации обслуживающих производственных операций требует, в свою очередь, разработки и внедрения автоматизированных систем управления.

Мониторинг состояния машин и оборудования является важной частью профилактического обслуживания. Создание и развитие защищенных облачных вычислительных платформ, применяемых для мониторинга состояния машин, склонности к профилактическому обслуживанию промышленного оборудования, позиционированию автоматизированных технологий мониторинга состояния на интеллектуальных заводах, увеличит их спрос на мировом рынке. Прогнозируется, что к концу 2025 г. глобальный рынок мониторинга состояния машин будет оценен в 2887,1 млн долл. США, зарегистрировав CAGR в размере 5,6 % в течение прогнозируемого периода.

Ведущими игроками на мировом рынке мониторинга состояния машин, Market Research Future (MRFR) выделены следующие компании: Emerson Electric Co. (США), General Electric (США), Parker Hannifin Corp (США), Analog Devices, Inc. (США), Rockwell Automation, Inc. (США), Amphenol, Inc. (Мэриленд), SKF (Швеция), National Instruments Corp (США), Allied Reliability (США), Meggitt PLC (Великобритания), Fluke Corporation (США).

Наибольшая доля рынка приходится на Северную Америку. Это связано с растущим развитием производственных подразделений в этом регионе, что создало значительный спрос на рынке мониторинга состояния машин. На долю Германии приходится наибольшая доля европейского рынка в 32,93 %. Ожидается, что Европа зарегистрирует вто-

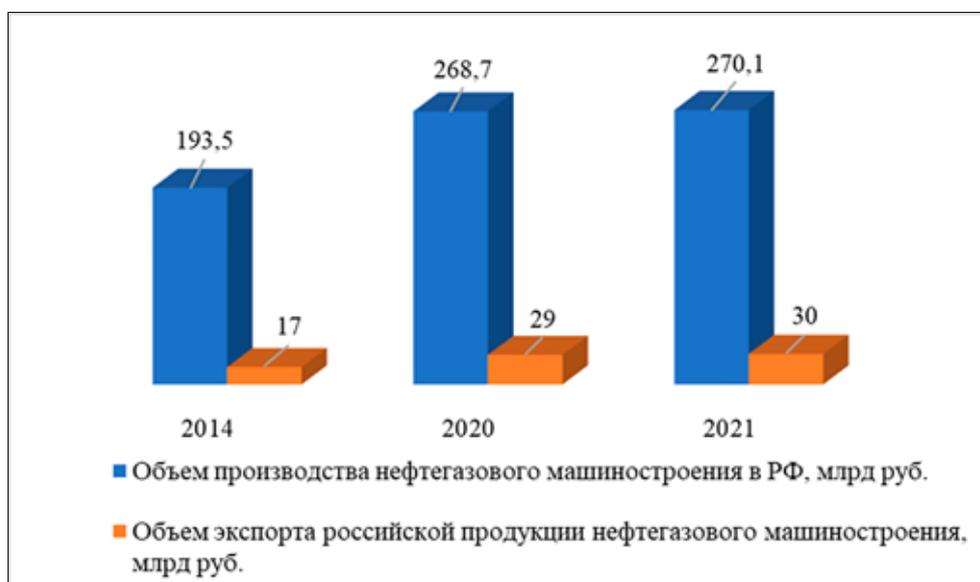
рой по величине рынок. Рынок Азиатско-Тихоокеанского региона регистрирует значительный рост из-за увеличения инвестиций в развитие машин в таких секторах, как автомобилестроение, нефть и газ, производство электроэнергии, аэрокосмическая и оборонная промышленность и др., как ожидается, будут способствовать росту рынка.

К 2035 г. доля созданного или локализованного на территории РФ передового оборудования должна достигнуть 70–80 % в каждой из отраслей ТЭК (рисунок). Рынок вибродиагностики РФ составляет порядка 9 % от общемирового, что соответствует уровню 12,4 млрд руб. в 2021 г.

Как отмечалось на заседании Координационного совета по импортозамещению нефтегазового оборудования 19 июля 2023 г. под председательством Министра промышленности и торговли, на сегодняшний день в России определены семь приоритетных высокотехнологичных направлений ускоренного развития производства оборудования в нефтегазохимии [9]. За последние десять лет отечественные предприятия нарастили компетенции в области производства оборудования для геологоразведки, бурения, работы с трудноизвлекаемыми запасами нефти. С целью достижения технологического суверенитета, который определен как один из основных направлений развития России, определение стратегических планов по развитию нефтяной и газовых отраслей на новых рынках, включая развитие трубопроводной и СПГ-инфраструктуры, является ключевым фактором.

Наибольшее развитие за последние пять лет получили производственные информационные системы, предназначенные для управления производственными операциями, в том числе хранения, структуризации и анализа больших объемов информации. Параллельно с производственными информационными системами наблюдается рост числа устройств для интегрированного управления и контроля. Данные технологии выполняют схожие задачи в производственных системах, являются взаимодополняющими.

И существенная роль в этом принадлежит программному обеспечению, которое будет способно обеспечивать защиту, мониторинг и диагностику приборов с повышенными вибронагрузками. К числу такого программно-технического комплекса относится система «Вибротекс», которая является разработкой НПП «Рубин» (входит в «Росэлектронику» Госкорпорации Ростех). Система может применяться на агрегатах газоперекачки, конвейерном, насосном, крановом и других типах тяжелого промышленного оборудования.



Ключевые показатели импортозамещения в нефтегазовой отрасли (построено авторами на основе данных Минэнерго РФ, Минпромторга РФ)

Подсистема тахометрирования является одним из составных элементов системы вибрационной защиты и вибрационной диагностики «Вибротекс» и предназначена для применения в составе оснащения газотурбинных двигателей газоперекачивающих агрегатов.

Актуальность разработки вызвана потребностями нефтегазового сектора в продукции импортозамещения и локализации производства наиболее важных видов продукции. Так, в число продукции, востребованной с целью технологического развития ПАО «Газпром» в утвержденном приказом ПАО «Газпром» от 20.05.2021 г. № 240, наиболее важным видом продукции в автоматизированных системах управления технологи-

ческого процесса (АСУ ТП) и контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИ-ПиА) указана система BN3500 BentlyNevada.

Система «Вибротекс» в полной мере отвечает вышеперечисленным требованиям, а также способна работать с широким спектром технологического оборудования как отечественного, так и ранее смонтированного импортного производства, устраняя ряд проблем и потребностей рынка. Интерес к подсистеме тахометрирования и к системе вибрационной защиты «Вибротекс» проявлен компаниями, входящими в состав Холдинговой компании Объединенной двигателестроительной корпорации.

Подсистема тахометрирования системы «Вибротекс» позволяет подключаться

и с высокой точностью производить измерения бесконтактным магнитно-индукционными датчиками частоты вращения разных производителей, входящих в состав системы автоматического управления газоперекачивающим агрегатом (САУ ГПА).

Конкурентными преимуществами предлагаемой системы также являются:

- широкий диапазон измерений от 1 до 180000 об./мин.;
- низкий уровень допускаемой основной абсолютной погрешности измерения частоты вращения до 30 000 включительно об./мин.;
- высокая максимально допустимая частота следования меток вала, до 32 кГц.

Заключение

Система «Вибротекс» с контроллерами «WARP» имеет:

- полноценную виброзащиту и вибродиагностику;
- измерение и расчет гораздо более широкого круга показателей по сравнению с аналогами;
- среднеквадратическое значение виброскорости корпуса двигателя ГПА;
- размах и энергию подшипниковых частот компрессора низкого давления (используется для диагностики дефектов подшипников качения ГПА);
- непрерывный контроль за толщиной масляного клина ЦБН, всплытием (или зазора при магнитном подвесе);
- точное измерение фазы оборотной составляющей;
- размах и энергию подшипниковых частот турбины низкого давления (используется для диагностики дефектов подшипников качения ГПА);
- энергию низкочастотной вибрации ЦБН (используется как один из основных показателей детектирования ослабления опор компрессора ГПА) и другие показатели.

Разработанная подсистема тахометрирования и непосредственно сама система

«Вибротекс» позволит приблизить предприятие АО «НПП «Рубин» с имеющимися компетенциями проектирования, монтажа, пуска-наладки и сервисного обслуживания к реализации полного цикла предоставления услуг на рынке систем вибрационной защиты, вибрационной диагностики и системы оценки состояния работы мощного роторного оборудования.

Список литературы

1. Бернер Л.И., Рошин А.В., Ковалев А.А., Зельдин Ю.М., Лавров С.А. Инновационные решения и разработки АО «АтлантГрансГазСистема» в области автоматизации для газовой и нефтегазовой промышленности // ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2021. № 2 (18). С. 8–19.
2. Черняев М.В., Корневская А.В. Инструменты поддержки нефтегазового комплекса России в условиях санкционных ограничений Запада // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. 2018. Т. 26, № 4. С. 620–629.
3. Соколов Н.А., Ларин С.Н. Перспективы развития нефтегазового сектора российской экономики в условиях реализации программ импортозамещения // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4, № 1. С. 191–206.
4. Баркарь Д.П. Бизнес-процесс по усовершенствованию управления температурными режимами в зависимости от давления на газораспределительных станциях // Бизнес-образование в экономике знаний. 2020. № 3 (17). С. 19–21.
5. Хитрых Д. Вопросы программного обеспечения для российской нефтегазовой отрасли в период санкций // Энергетическая политика. 2022. № 4 (170). С. 32–45.
6. Жданев О.В., Зуев С.С. Вызовы для энергосектора России до 2035 года // Энергетическая политика. 2020. № 3 (145). С. 12–23.
7. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Столяров В.Е., Черников А.Д. Развитие цифровой газовой экосистемы на основе комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2023. № 1. С. 173–189.
8. Указ Президента Российской Федерации от 30.03.2022 № 166 «О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202203300001> (дата обращения: 21.08.2023).
9. Министерство промышленности и торговли России: официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://minpromtorg.gov.ru/> (дата обращения: 21.08.2023).

УДК 681.51:004.421
DOI 10.17513/snt.39737

АДАПТИВНЫЕ АЛГОРИТМЫ В ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Яшин В.Н.

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара,
e-mail: vlyashin@yandex.ru*

В статье рассматриваются вопросы, связанные с применением адаптивных алгоритмов в информационно-измерительных системах, в частности автором предложен адаптивный алгоритм, реализуемый в информационно-измерительной системе для измерения и контроля метрологических характеристик наручных механических часов. В предлагаемой к рассмотрению статье автором предложен адаптивный алгоритм принятия решения для обоснованного подхода к выбору необходимого набора метрологических характеристик наручных механических часов, позволяющий автоматизировать процесс их оценки. Научная новизна предложенного адаптивного алгоритма состоит в том, что без предварительных статистических измерений основных характеристик процесса накопления погрешности часов достаточно трудно обосновать необходимое количество метрологических характеристик часов, подлежащих измерению и контролю с заданной степенью достоверности. Отсутствие такого обоснования приводит к значительному удорожанию организационно-технических мероприятий, связанных с измерением и контролем наручных механических часов, и, как следствие, к значительному повышению цены на часы в целом. Особенность наручных механических часов состоит в том, что, являясь средствами измерения времени (интервалов времени), они сами выступают в качестве объектов измерения, и измерению подвергаются их метрологические характеристики. В работе автором представлена общая информационная модель накопления погрешности измерения времени в наручных механических часах, позволяющая путем наложения на нее соответствующих ограничений получить частные информационные модели. На основе полученных частных информационных моделей информационно-измерительной системой выбирается необходимый набор метрологических характеристик, подлежащих измерению и контролю, который изменяется в зависимости от принятой частной модели накопления погрешности наручных механических часов.

Ключевые слова: адаптивный алгоритм, информационно-измерительная система, средства измерения, метрологические характеристики, механические часы, информационная модель

ADAPTIVE ALGORITHMS IN INFORMATION AND MEASUREMENT SYSTEMS

Yashin V.N.

Samara State Technical University, Samara, e-mail: vlyashin@yandex.ru

The article discusses problems related to using of adaptive algorithms in information and measurement systems, in particular, the author proposed an adaptive algorithm implemented in an information and measurement system for measuring and monitoring of mechanical wristwatches metrological characteristics. In the discussed article proposed for consideration, the author proposes an adaptive decision-making algorithm for a reasoned approach to choosing the necessary set of metrological characteristics of mechanical wristwatches, which allows to automate the process of their evaluation. The scientific novelty of the proposed adaptive algorithm lays in fact that it is quite difficult to justify the required number of metrological characteristics of the clock to be measured and monitored with a given degree of reliability without preliminary statistical measurements of the main characteristics of the process of accumulating the error of the clock. The absence of such justification leads to significant raising in price of organizational and technical measures related to the measurement and control of mechanical wristwatches, and, as a result, to a significant increase in price of watches in general. The peculiarity of mechanical wristwatches is that being means of time measuring (time intervals), they themselves act as measurement objects, and their metrological characteristics are measured. In this work, the author presents a general information model of accumulation of time measurement error in a mechanical wristwatch, which allows to obtain private information models by imposing appropriate restrictions on them. Based on the obtained private information models, the information and measurement system select the necessary set of metrological characteristics to be measured and monitored, which vary depending on the accepted private model of error accumulation of mechanical wristwatches.

Keywords: adaptive algorithm, information and measurement system, metrological characteristics, measuring instruments, technical means of chronometry, information technology

Адаптивные алгоритмы принятия решений находят широкое применение в современной науке, технике, в управлении технологическими процессами и производствами. Единого определения адаптивных алгоритмов не существует, поэтому на практике его заменяют многочисленными понятиями [1, с. 67]. В данном случае под адаптивным

алгоритмом будем понимать такой алгоритм принятия решения [2, с. 33], при реализации которого используется предварительный анализ информации об исследуемом объекте с последующим получением оценок о его состоянии. Применение адаптивных алгоритмов в информационно-измерительных системах (ИИС) [3, с. 53] позволяет при ре-

шении ряда задач, связанных с количественной оценкой физических величин, повысить правильность принятия решения о количестве измеряемых или контролируемых характеристик за счет повышения адекватности принимаемой модели информационного процесса реальному процессу, и является одной из важных задач, стоящих перед разработчиками и производителями ИИС. Применение адаптивных алгоритмов в ИИС можно отнести к одному из направлений искусственного интеллекта, широко востребованному в настоящее время. В предлагаемой статье рассматривается возможность применения разработанного автором адаптивного алгоритма принятия решения в конкретной ИИС измерения основных точностных показателей механических часов.

Целью исследования является разработка и реализация адаптивного алгоритма принятия решения для обоснованного подхода к выбору необходимого набора показателей точности наручных механических часов, подлежащих измерению и контролю с помощью ИИС, позволяющего автоматизировать технологический процесс их измерения и контроля.

Материалы и методы исследования

В настоящее время для оценки точностных показателей средств измерений (СИ) используется достаточно большое количество метрологических характеристик (МХ) [4]. Известно, что МХ СИ – это характеристики, влияющие на погрешность результата измерения. Для каждого вида СИ в нормативно-технической документации указываются свои особенности измерения физических величин и соответствующие им наборы МХ. Однако количество МХ СИ в ряде случаев без какого-либо научного обоснования устанавливается принудительно в соответствующих стандартах. Достаточно большое количество МХ, указанных в стандартах, приводит к усложнению и удорожанию технологического процесса измерения и контроля. Поэтому одной из актуальных задач современных ИИС является установление набора показателей точности различных видов СИ, минимально необходимых для описания их метрологических свойств с заданной степенью достоверности.

Автором решается конкретная задача выбора и измерения научно обоснованного набора МХ наручных механических часов с применением адаптивного алгоритма принятия решения, что является научной новизной данной работы.

Существующие подходы выбора системы показателей точности для наручных механических часов, основанные на приме-

нии соответствующих стандартов, не позволяют оценить качество механических часов по точностным показателям с заданной степенью достоверности. Это связано с тем, что процесс накопления погрешности измерения времени в наручных механических часах носит нестационарный характер и получаемые оценки МХ зависят от времени и изменяются по случайному закону. Более удобные, независимые от времени числовые оценки, описывающие процесс накопления погрешности в механических часах, достаточно сложно пока получить на основе теории нестационарных процессов. Поэтому требуемую систему числовых оценок точностных показателей механических часов возможно получить при применении специальных классов нестационарных процессов, которые могут служить статистической моделью процесса накопления погрешности в наручных механических часах. В качестве объекта исследования в данной работе рассматриваются наручные механические часы для измерения времени, относящиеся к техническим средствам хронометрии (ТСХ). Особенность часов (механических, кварцевых, электронных) состоит в том, что, являясь средствами измерения времени (интервалов времени), они сами выступают в качестве объектов измерения, и измерению подвергаются их МХ. Анализ процессов эволюции МХ механических наручных часов, проведенный автором, подтверждает, что среди указанных процессов наиболее близкими для описания процесса накопления погрешности являются случайные (нестационарные) процессы со стационарными приращениями (СПСП) [5, с. 79]. Теоретический и экспериментальный анализ статистической динамики ТСХ [6, с. 21] подтверждает достаточную эффективность такой идентификации, что позволяет принять ее в качестве основной модели процесса накопления погрешности наручных механических часов.

Рассмотрим возможность применения такой модели на основе анализа погрешности измерения времени (интервалов времени) наручных механических часов с последующей реализацией полученных результатов в ИИС. Погрешность измерения интервалов времени является важнейшей МХ часов и представляет собой разность между отсчетами времени t_i и истинным значением (эталонный интервал времени) t_{i0} в момент времени t_i .

$$\Delta t_i = t_i - t_{i0} \quad (1)$$

Погрешность измерения времени в механических часах и погрешность генератора, формирующего эталонные интервалы времени, не остаются постоянными и нака-

пливаются во времени по некоторому случайному закону. Погрешность механических часов обусловлена погрешностью измерения времени. Анализ погрешности наручных механических часов показывает, что накопление погрешности является нестационарным случайным процессом [5, с. 81; 6, с. 21], а формулы для оценки математического ожидания и дисперсии этого процесса можно записать в виде полиномов [6, с. 30]:

$$M[\Delta t(t)] = \sum_{k=0}^n a_k t^k; \quad (2)$$

$$D[\Delta t(t)] = \sum_{k=0}^n c_k t^k,$$

где $\Delta t(t)$ – погрешность измерения интервалов времени ТСХ;

a_k, c_k – постоянные величины.

Формула (2) показывает, что для описания погрешности измерения времени механическими часами необходимо знать значения всех коэффициентов [5, с. 82]. Поскольку

$$\Delta t(t) = \Delta t(t_0) + \sum_{k=0}^{n-1} \{ M[\Delta_k(t_0)] t^k \} + M[\Delta_n] t^n + \overset{\circ}{\xi}(t), \quad (4)$$

где $\Delta t(t_0)$ – начальное значение погрешности.

Результаты исследования и их обсуждение

Информационная модель процесса накопления погрешности, представленная формулой (4), позволяет оценить характер накопления погрешности и на ее основе получить частные информационные модели накопления погрешности в наручных механических часах. Частные информационные модели будут зависеть от стационарности соответствующих приращений погрешности измерения времени часами. Так, если стационарными являются первые приращения погрешности, для которых выполняются условия

$$M[\Delta_1(t)] = M[\Delta_1], \quad (5)$$

$$R_{\Delta_1}(t_1, t_2) = R_{\Delta_1}(\tau); \tau = t_2 - t_1, \quad (6)$$

где $M[\Delta_1(t)]$ – математическое ожидание первого приращения;

$R_{\Delta_1}(t_1, t_2)$ – корреляционная функция первого приращения;

$\Delta_1(t) = \Delta t(t+dt) - \Delta t(t)$ – приращение погрешности за достаточно малое время dt , то получим первую частную модель процесса накопления погрешности, определяемую выражениями

$$M[\Delta t(t)] = M[\Delta t(t_0)] + M[\Delta_1] ft = a_0 + a_1 t, \quad (7)$$

ку накопление погрешности носит характер нестационарного случайного процесса, то автором для описания этого процесса применен специальный вид случайного нестационарного процесса со стационарными приращениями (СПСП). В этом случае выражение (2) заменяется приближенными оценками на основе процессов вида СПСП [6, с. 31]. И процесс накопления погрешности в часах, с учетом этих допущений, может быть записан в виде

$$\Delta t(t) = \sum_{k=0}^n a_k t^k + \overset{\circ}{\xi}(t), \quad (3)$$

где $\overset{\circ}{\xi}$ – центрированный случайный стационарный процесс.

С учетом выражения (2) можно записать выражение (3) в виде $\Delta t(t) = M[\Delta t(t)] + \overset{\circ}{\xi}(t)$.

Следовательно, общая информационная модель процесса накопления погрешности в механических часах может быть представлена в виде [6, с. 24]:

$$D[\Delta t(t)] = D[\Delta t(t_0)] + D[\Delta_1] ft = c_0 + c_1 t, \quad (8)$$

где f – номинальная частота колебаний осциллятора часового механизма часов, определяющая дискретность отсчетов времени. Представленная частная модель процесса накопления погрешности определяется коэффициентами a_0, a_1, c_0, c_1 , где a_0 и c_0 – аддитивные составляющие, не изменяющиеся во времени [5, с. 81].

В качестве примера рассмотрим расчет коэффициента a_1 для механических наручных часов. Основой расчета послужили статистические испытания наручных механических часов отечественного производства, проведенные автором и описанные им в монографии [6, с. 25]. При начальных значениях

$$M_1[\Delta_1] = 2 \text{ мкс}, M_2[\Delta_1] = 4 \text{ мкс}, M_3[\Delta_1] = 6 \text{ мкс},$$

$$M_4[\Delta_1] = 8 \text{ мкс}, M_5[\Delta_1] = 10 \text{ мкс} \text{ и } f = 2,5 \text{ Гц},$$

коэффициенты a_1 будут принимать соответственно значения

$$a_{11} = 0,5 \cdot 10^{-5}, a_{12} = 1,0 \cdot 10^{-5}, a_{13} = 1,5 \cdot 10^{-5},$$

$$a_{14} = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ и } a_{15} = 2,5 \cdot 10^{-5}.$$

Графики процессов накопления погрешности $M[\Delta t(t)]$, при условии стационарности первых приращений [7, с. 58] и рассчитанных значениях коэффициента a_1 и $a_0 = 0$, представлены на рис. 1.

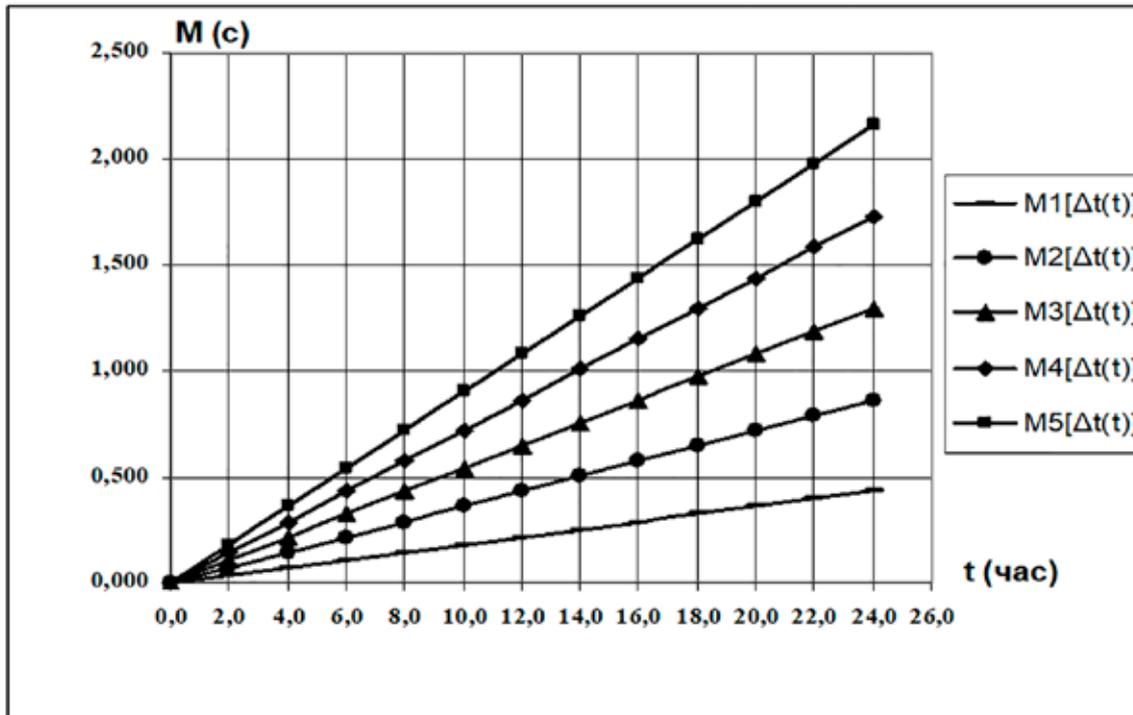


Рис. 1. Графики зависимости $M[\Delta t(t)]$

Аналогично рассчитываются и строятся графики дисперсии процессов накопления погрешности $D[\Delta t(t)]$ [5, с. 84].

Если стационарными являются вторые приращения погрешности, для которых выполняются условия

$$M[\Delta_2(t)] = M[\Delta_2], \tag{9}$$

$$R_{\Delta_2}(t_1, t_2) = R_{\Delta_2}(\tau); \tau = t_2 - t_1, \tag{10}$$

где $\Delta_2(t) = \Delta t(t + 2dt) - 2\Delta t(t + dt) + \Delta t(t)$, то получим вторую частную модель процесса накопления погрешности, определяемую выражениями (9) и (10).

Определим математическое ожидание и дисперсию для второй частной математической модели процесса накопления погрешности, определяемую выражениями

$$M[\Delta t(t)] = M[\Delta t(t_0)] + \frac{1}{2}M[\Delta_2]ft + \frac{1}{2}M[\Delta_2]f^2t^2 = a_0 + a_1t + a_2t^2, \tag{11}$$

$$D[\Delta t(t)] = D[\Delta t(t_0)] + \frac{1}{6}D[\Delta_2]ft + \frac{1}{2}D[\Delta_2]f^2t^2 + \frac{1}{3}D[\Delta_2]f^3t^3 = c_0 + c_1t + c_2t^2 + c_3t^3, \tag{12}$$

где $a_0, a_1, a_2, c_0, c_1, c_2, c_3$ — коэффициенты второй частной модели процесса накопления погрешности в часах.

Также рассмотрим пример расчета коэффициентов a_1 и a_2 для механических наручных часов [6, с. 26]. При тех же начальных значениях, что и для первой модели, коэффициент a_1 будет принимать соответственно значения:

$$a_{11} = 0,25 \cdot 10^{-5}, a_{12} = 0,5 \cdot 10^{-5}, a_{13} = 0,75 \cdot 10^{-5}, a_{14} = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ и } a_{15} = 1,25 \cdot 10^{-5},$$

а коэффициент a_2 будет принимать соответственно значения:

$$a_{21} = 6,25 \cdot 10^{-5}, a_{22} = 12,5 \cdot 10^{-5}, a_{23} = 18,75 \cdot 10^{-5}, a_{24} = 25 \cdot 10^{-5}, a_{25} = 31,25 \cdot 10^{-5}.$$

Графики процессов накопления погрешности $M[\Delta t(t)]$, при рассчитанных значениях коэффициентов a_1 и a_2 и при $a_0 = 0$, показаны на рис. 2. Аналогично рассчитываются и строятся графики дисперсии процессов накопления погрешности $D[\Delta t(t)]$.

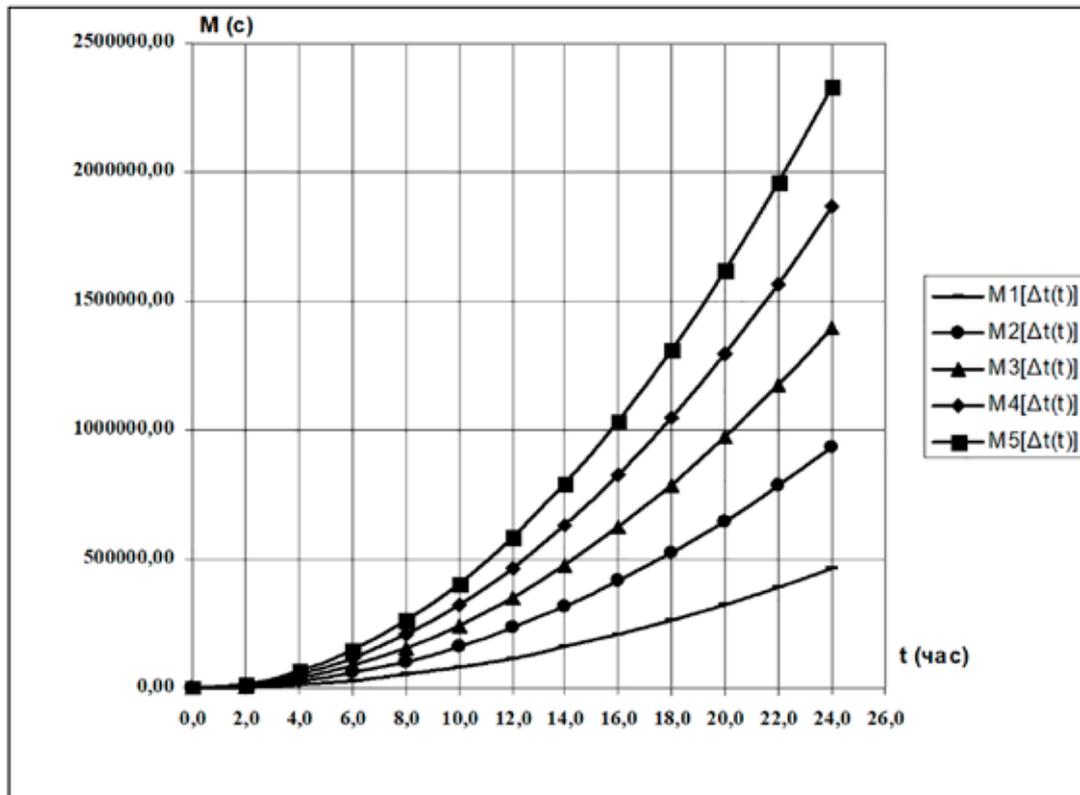


Рис. 2. Графики зависимости $M[\Delta t(t)]$

Третья частная модель накопления погрешности определяется стационарностью третьих приращений, которые можно записать в виде выражений

$$M[\Delta_3(t)] = M[\Delta_3], \quad (13)$$

$$R_{\Delta_3}(t_1, t_2) = R_{\Delta_3}(\tau); \quad \tau = t_2 - t_1, \quad (14)$$

где $\Delta_3(t) = \Delta t(t + 3dt) - 3\Delta t(t + 2dt) + 3\Delta t(t + dt) - \Delta t(t)$.

Математическое ожидание и дисперсия для третьей частной модели определяются формулами

$$M[\Delta t(t)] = M[\Delta t(t_0)] - \frac{1}{6}M[\Delta_3]ft + \frac{1}{6}M[\Delta_3]f^3t^3 = a_0 + a_1t + a_2t^2 + a_3t^3, \quad (15)$$

$$D[\Delta t(t)] = D[\Delta t(t_0)] + \frac{1}{30}D[\Delta_3]ft + \frac{1}{4}D[\Delta_3]f^2t^2 - \frac{21}{36}D[\Delta_3]f^3t^3 +$$

$$+ \frac{1}{2}D[\Delta_3]f^4t^4 + \frac{1}{20}D[\Delta_3]f^5t^5 = c_0 + c_1t + c_2t^2 + c_3t^3 + c_4t^4 + c_5t^5, \quad (16)$$

где $a_0, a_1, a_2, a_3, c_0, c_1, c_2, c_3, c_4, c_5$ – коэффициенты третьей частной модели процесса накопления погрешности в часах. Примером расчета коэффициентов a_1, a_2, a_3 для механических наручных часов послужили статистические испытания наручных механических часов, проведенные автором и описанные в его монографии [6, с. 27], при тех же начальных значениях, что и для первой модели. Коэффициент a_1 будет принимать соответственно значения:

$$a_{11} = 0,083 \cdot 10^{-5}, \quad a_{12} = 0,16 \cdot 10^{-5}, \quad a_{13} = 0,25 \cdot 10^{-5}, \quad a_{14} = 0,33 \cdot 10^{-5} \text{ и } a_{15} = 0,42 \cdot 10^{-5},$$

коэффициент $a_2 = 0$, коэффициент a_3 будет принимать соответственно значения:

$$a_{31} = 0,052 \cdot 10^{-5}, \quad a_{32} = 0,104 \cdot 10^{-5}, \quad a_{33} = 0,156 \cdot 10^{-5}, \quad a_{34} = 0,2 \cdot 10^{-5}, \quad a_{35} = 0,26 \cdot 10^{-5}.$$

Графики процессов накопления погрешности $M[\Delta t(t)]$ при рассчитанных значениях коэффициента a_1 и a_3 , также при $a_0 = 0, a_2 = 0$ приведены на рис. 3. Аналогично рассчитываются и строятся графики дисперсии процессов накопления погрешности $D[\Delta t(t)]$.

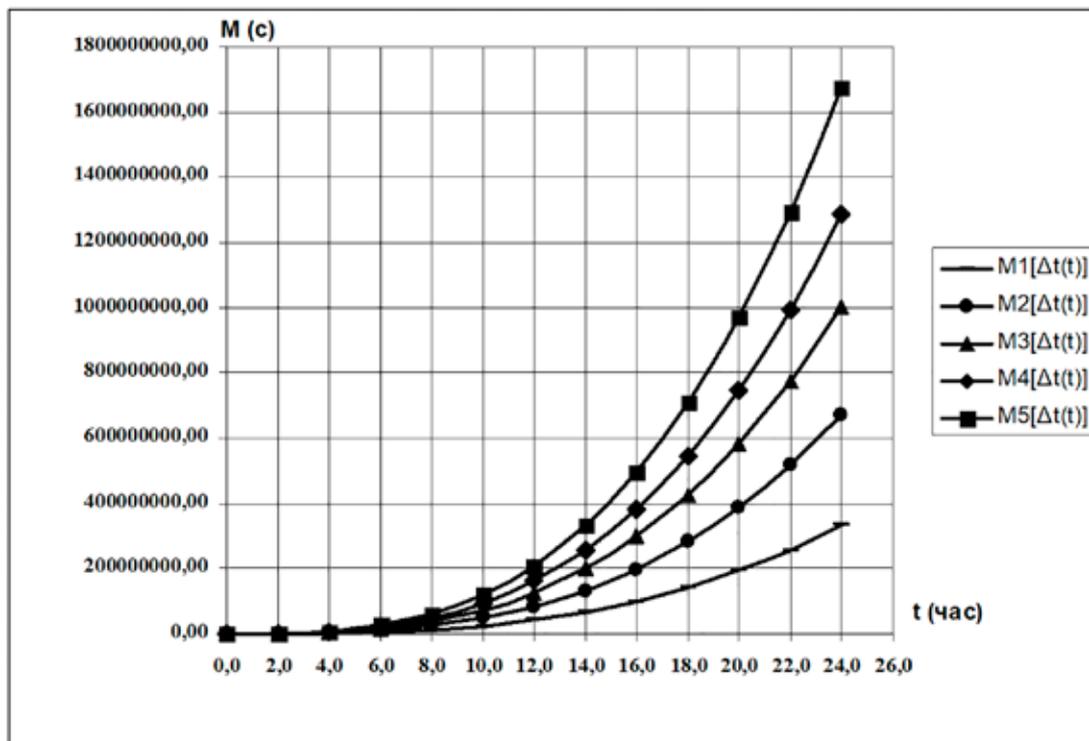


Рис. 3. Графики зависимости $M[\Delta t(t)]$

Коэффициенты $a_0, a_1, a_2 \dots a_n$ и $c_0, c_1, c_2 \dots c_n$ частных моделей процессов накопления погрешности отражают точностные показатели качества механических наручных часов и могут быть приняты в качестве их МХ. На основании вышеизложенного адаптивный алгоритм принятия решения о выборе соответствующего набора МХ наручных механических часов может быть представлен в виде следующих этапов:

1 этап. С помощью блока формирования временных интервалов, разработанного автором, структурная схема которого приведена в монографии автора [6, с. 72], и являющегося частью ИИС, реализуется процесс измерения погрешности интервалов времени в соответствии с формулой (1), далее определяются математические ожидания и дисперсии на всем интервале измерения, равном 24 ч, и определяется с помощью ИИС вид их изменения во времени (тренды). По полученному виду их изменений на интервале измерения осуществляется выбор частной модели процесса накопления погрешности в часах.

2 этап. Выбранная посредством ИИС конкретная частная модель процесса накопления погрешности подвергается проверке на адекватность: выбирается метод измерения информационного параметра,

определяется объем выборки часов из партии часов для проведения статистических испытаний, формируются однородные выборки по полученным в ходе эксперимента значениям информационных параметров, обосновывается шаг дискретизации при выборе ряда значений информационных параметров на всем интервале измерений (например, 1 ч), выбирается критерий, подтверждающий стационарность n -х приращений, делается заключение по выбору процесса накопления погрешности на основе проведенных статистических испытаний.

3 этап. Если на втором этапе проверки модели на адекватность она признана адекватной и соответствует частным моделям, то вычисляются коэффициенты $a_0, a_1, a_2 \dots a_n$ и $c_0, c_1, c_2 \dots c_n$, которые принимаются за точностные показатели (МХ) механических часов.

4 этап. Полученные значения МХ нормируются, т.е. определяются допустимые значения для принятых МХ.

5 этап. ИИС реализует два основных метода измерения (контроля) часов: выборочный и сплошной. При выборочном контроле определяется вид частной математической модели и соответствующие ей МХ часов. При сплошном контроле ИИС

производит контроль всей партии часов по установленным на предварительном этапе наборам МХ.

Заключение

В настоящей работе рассмотрены вопросы, связанные с применением адаптивного алгоритма в ИИС для измерения и контроля наручных механических часов. Применение данного алгоритма в ИИС позволяет при решении ряда задач, связанных с измерением МХ механических наручных часов, повысить правильность принятия решения о количестве измеряемых характеристик точности часов на основании принятой модели процесса накопления погрешности. Предложенный автором адаптивный алгоритм идентифицирует процессы накопления погрешности механических часов и на их основе изменяет количество МХ, подлежащих измерению или контролю с заданной степенью достоверности.

Список литературы

1. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект. Современный подход. М.: Вильямс, 2018. 1408 с.
2. Головин О.К., Супрун А.С. Технологии адаптивного планирования в системах поддержки принятия решений. СПб.: Университет ИТМО, 2020. 88 с.
3. Бабак В.П., Бабак С.В., Еременко В.С., Куц Ю.В., Марченко Н.Б., Мокийчук В.М., Монченко Е.В., Орнатский Д.П., Павлов В.Г., Пустовойтов Н.А., Щербак Л.Н. Теоретические основы информационно-измерительных систем. К., 2014. 832 с.
4. ГОСТ 8.009-84. Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений. М.: Стандартинформ, 2006. 26 с.
5. Яшин В.Н. Алгоритмизация процесса нормирования метрологических характеристик технических средств хронометрии // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2011. № 4 (32). С. 79–87.
6. Яшин В.Н. Информационно-измерительные подходы для оценки технических средств хронометрии. М.: ИНФРА-М, 2017. 120 с.
7. Ланге П.К. Коррекция динамической погрешности инерционного измерительного преобразователя // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2017. № 2 (54). С. 58–63.

СТАТЬИ

УДК 378

DOI 10.17513/snt.39738

**САМОРЕАЛИЗАЦИЯ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ ВУЗА:
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЯ****Абдалина Л.В., Моу Ш.***ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж,
e-mail: ablava11@rambler.ru, shuran.mu@mail.ru*

В представленной статье отражены результаты выявления и обоснования наиболее актуальных вопросов изучения самореализации иностранных студентов в образовательной среде. Отмечено многообразие научных исследований, касающихся анализа, понимания сути феномена «самореализация» с философских, психологических, педагогических позиций, и отсутствие теоретико-прикладных исследований применительно к объяснению существенных характеристик процесса самореализации иностранных студентов в образовательной среде вуза. Показана целесообразность исследования самореализации иностранных студентов как деятельности, со свойственными ей характеристиками – мотивами, целями, задачами, интенциональностью, двойной детерминированностью предметом и собственной имманентной логикой; этапностью освоения, сензитивностью возрастного периода и др., как сознательно-активное взаимодействие/воздействие с окружающей действительностью. Обоснованы приоритетные вопросы и направления исследования и оптимизации процесса самореализации иностранных студентов в образовательной среде вуза: дифференциация, конкретизация изучаемого феномена, поиск общепринятой точки зрения; целенаправленное формирование готовности иностранных студентов к актуализации, воплощению собственных способностей и имеющихся возможностей в учебно-профессиональной деятельности и взаимодействии со всеми субъектами; педагогическое сопровождение самореализации студентов с применением инновационных технологий персонализированного образования и реализацией преподавателями востребованных иных ролей; совершенствование, обогащение образовательной среды вуза как системы влияний, создающей возможности и условия для развития, самореализации всех участников образовательного процесса. Отмечены направления дальнейшего научного поиска.

Ключевые слова: самореализация, самореализация иностранного студента и его готовность к самореализации, психологические особенности иностранных студентов, образовательная среда вуза

**SELF-REALIZATION OF FOREIGN STUDENTS IN THE EDUCATIONAL
ENVIRONMENT OF UNIVERSITIES: CURRENT RESEARCH ISSUES****Abdalina L.V., Mou Sh.***Voronezh State University, Voronezh, e-mail: ablava11@rambler.ru, shuran.mu@mail.ru*

The presented article reflects the results of identifying and substantiating the most pressing issues of studying the self-realization of foreign students in the educational environment. A variety of scientific studies concerning the analysis, understanding the essence of the phenomenon of “self-realization” from philosophical, psychological, pedagogical positions and the lack of theoretical and applied research in relation to explaining the essential characteristics of the process of self-realization of foreign students in the educational environment of the university are noted. The expediency of studying the self-realization of foreign students as an activity with its characteristic characteristics – motives, goals, objectives, intentionality, double determinism of the subject and its own immanent logic is shown; stages of development, sensitivity of the age period, etc., as a consciously active interaction / impact with the surrounding reality. The priority issues and directions of research and optimization of the process of self-realization of foreign students in the educational environment of the university are substantiated: differentiation, concretization of the phenomenon under study, search for a generally accepted point of view; purposeful formation of the readiness of foreign students for actualization, the embodiment of their own abilities and available opportunities in educational and professional activities and interaction with all subjects; pedagogical support for self-realization of students with the use of innovative technologies of personalized education and the implementation by teachers of other roles in demand; improvement, enrichment of the educational environment of the university, as a system of influences that creates opportunities and conditions for the development, self-realization of all participants in the educational process. Directions for further scientific research are noted.

Keywords: self-realization, self-realization of a foreign student and his readiness for self-realization, psychological characteristics of foreign students, educational environment of the university

Глобальные изменения в системе российского образования обострили проблемы подготовки специалистов нового образца, готовых отстаивать собственную индивидуальность через активную учебную, а затем и профессиональную деятельность. Персонализация становится общемировым трендом в системе высшего образования,

что ставит перед исследователями задачи понимания самой сути данного тренда и направляет научную мысль на инициацию личностного роста, на мобилизацию духовного и физического потенциала студентов как самореализующихся субъектов. Обострение вопросов, касающихся конкурентоспособности вузов в подготовке ино-

и иностранных студентов, усилило внимание исследователей к проблеме самореализации не только отечественных, но и иностранных студентов, к пониманию определяющей роли самореализации в развитии личности отечественных и иностранных субъектов образовательного процесса, к их саморазвитию и самосовершенствованию, к способности выполнять в дальнейшем профессиональные функции. Очевидно, что концептуальные вопросы, касающиеся возможностей самореализации в образовательной среде вуза современных студентов, особенно актуальны и социально значимы для иностранных студентов, удельный вес которых постоянно увеличивается, выступая целевым показателем современного российского вуза. Поэтому необходима направленность научно-практической мысли на поиск большей определенности в теоретико-методологических основаниях понимания самореализации, на исследование и обоснование развивающего потенциала и возможностей образовательной среды современного вуза для подготовки самореализующихся субъектов.

Актуальность исследования обостряется многообразием теоретических подходов к пониманию сути самого феномена «самореализация», отсутствием единой концепции самореализации (С.И. Кудинов), недостаточной разработанностью изучаемого понятия применительно к студентам, включая иностранных, при его социальной, научной и практической значимости [1]. Теоретический анализ научных исследований, проведенные опросы, опыт взаимодействия с иностранными студентами позволяют констатировать неполную сформированность у большинства из них концептуального представления о сути самореализации в образовательной среде вуза – о ее природе, механизмах развития, условиях и факторах, влияющих на полноценность и успешность процесса. Для большинства обучающихся (61 %) «самореализация» – это успех в карьере, конкурентоспособность, высокая оплата труда. Несмотря на достаточное количество научных исследований, касающихся процесса самореализации личности, нужно принципиально отметить отсутствие и востребованность разработки теоретических и научно-практических положений изучаемого процесса уже на этапе профессиональной подготовки будущих специалистов в образовательной среде вуза. На сегодняшний день данный процесс носит не организованный и скорее стихийный характер, все еще отсутствует его эффективное организационно-методическое обеспечение.

Цель статьи состояла в рассмотрении актуальных вопросов исследования самореализации иностранных студентов в образовательной среде вуза на основе более глубокого понимания и целостного представления о сущности данного феномена и о возможностях образовательной среды для обеспечения их успешной самореализации. Трансформация российского образования, обновленные ФГОС ВО устанавливают иные требования к организации образовательного процесса в высшей школе, порождая потребность и неизбежную необходимость в актуализации личностного и профессионального потенциалов студентов, как отечественных, так и иностранных. Несмотря на данные требования, иностранные студенты, выпускники современных вузов, демонстрируют все еще недостаточную сформированность представлений о своем потенциале и готовности к воплощению нравственных, интеллектуальных, творческих, коммуникативных, волевых, эмоциональных способностей в учебно-профессиональной деятельности, несформированность концептуальных представлений о сущностных характеристиках самореализации с точки зрения ее функциональных возможностей.

Материалы и методы исследования

При исследовании самореализации иностранных студентов в образовательной среде вуза были изучены различные точки зрения в понимании данного феномена с философских позиций, рассматривающих данный феномен как выбор жизненного пути, где поиск подходящей культурной ниши и различных социальных ролей, самость и самосознание, целостность личности являются определяющими путь самореализации; с психологической точки зрения, раскрывающей самореализацию как полноценное проявление индивидуальных и личностных возможностей «Я» в творческой деятельности с другими; с педагогических позиций, представляющих самореализацию как деятельность, направленную на наиболее полное выявление личностью своих индивидуальных и профессиональных возможностей в условиях взаимодействия/воздействия окружающего социума. Анализируя позиции ученых, занимающихся различными аспектами актуальных вопросов самореализации (личностной, профессиональной, социальной), следует отметить отсутствие единой общепринятой точки зрения на данный феномен и научно-практическую значимость дифференциации, конкретизации данного феномена (Л.А. Коростылева, С.И. Кудинов и др.).

В работах ученых самореализация анализируется как полисистемное психологическое образование (С.И. Кудинов) [1]; системное образование (Э.В. Галаджинский) [2]; как опредмечивание, осуществление своих возможностей и способностей [3, с. 52]; как процесс (Н.М. Коннова [4], К.А. Абульханова-Славская [5]); как ступень самоосуществления личности И.И. Витковская [6]; и др.

Вслед за учеными в настоящем исследовании самореализацию студентов, в том числе иностранных, возможно изучать как специально организованную деятельность, направленную на воплощение ими своего предназначения посредством реализации актуальных и потенциальных способностей; опредмечивания сущностных сил личности в учебно-профессиональной, социальной деятельности. Самореализация предстает как деятельность со свойственными ей характеристиками: мотивами, целями, задачами, интенциональностью, двойной детерминированностью предметом и собственной имманентной логикой; этапностью освоения, сензитивностью возрастного периода и др., как сознательно-активное взаимодействие/воздействие с окружающей действительностью. Не менее перспективным направлением может выступать представление о самореализации студентов – будущих специалистов как о свойстве личности в единстве взаимодействия ее инструментально-стилевых и мотивационно-смысловых характеристик (С.И. Кудинов).

Как свидетельствует обзор литературы, несмотря на довольно устойчивый интерес ученых и практиков к вопросам самореализации различных категорий будущих специалистов, в том числе иностранных, до сих пор отсутствуют исследования системного уровня, моделирующие целостный процесс их самореализации в ходе профессионального становления и личностного развития в вузе (С.И. Кудинов [1], А.А. Стерхов [7], К.А. Ащеулова, Н.В. Нятина [8]). Логика дальнейшего исследования различных сторон самореализации студентов предполагает рассмотрение проблемного поля их готовности к актуализации и демонстрации, к проявлению своих способностей и возможностей в учебно-профессиональной деятельности при взаимодействии со всеми участниками образовательного процесса. Это требует от обучающихся наличия определенных личностных свойств, качеств. Прежде чем обратиться к сути готовности студентов к самореализации, проанализируем имеющееся многообразие точек зрения ученых, рассматривающих феномен готовности, как активно-действенное состояние

личности, включающее установки, мотивы, знания, навыки, умения, настроенность на определенное поведение; существенную предпосылку успешного выполнения деятельности (М.И. Дьяченко, Л.А. Кандыбович и др.) [9, с. 60–61]; проявление способностей к высокопродуктивной деятельности (Б.Г. Ананьев) [10, с. 142]; и др.

Результаты исследования и их обсуждение

Готовность, как многогранный феномен, закрепляется в деятельности, преобразуется в ней в характеристику личности. Следовательно, формирование готовности к самореализации, в том числе иностранных студентов, следует рассматривать как последовательный, поэтапный, длительный процесс овладения ими соответствующими установками, интересами, ценностным отношением, знаниями и умениями (профессиональные, специальные), качествами (социально, профессионально и личностно важные). Конкретизируя отмеченное, необходимо начинать данный процесс с прогнозирования и постановки цели, выработки программы, плана (алгоритма) действий, а затем приступать к воплощению готовности в предметных действиях, к сравнению хода и результата деятельности с целью внесения корректив.

Подтверждение проблемы недостаточной сформированности готовности к самореализации у студентов, включая иностранных, находим в результатах их опроса, показавшего, что почти 49% не имеют целостного представления и понимания сути готовности к самореализации в учебно-профессиональной деятельности. Это указывает на высокую социальную значимость решения вопросов подготовки к самореализации именно иностранных студентов с учетом обеспечения их психолого-педагогического сопровождения в определенной образовательной среде (А.А. Стерхов [7], Ю.С. Мануйлов [11]). Значимость категории «образовательная среда», ее многочисленные ресурсы в решении педагогических задач, ее влияние на самореализацию студентов подтверждают многочисленные исследования, где данный феномен получил широкое рассмотрение в средовом подходе к образованию. С точки зрения ученых, образовательная среда вуза – система влияний и условий формирования личности иностранных студентов по заданному образцу, создающая возможности для ее развития, содержащиеся в социальном и пространственно-предметном окружении; за счет подвижности, многокомпонентности среда создает возможности/условия для проявле-

ния активности, самостоятельности, креативности ее субъектам (Ю.С. Мануйлов [11], В.А. Ясвин [12]). Актуален вопрос использования возможностей цифровой образовательной среды вуза для оптимизации процесса самореализации будущих специалистов в ходе учебно-профессиональной деятельности, в общении (Т.Н. Мартынова, А.А. Пфетцер [13], В.В. Лоренц [14], О.В. Якимов [15]).

В настоящем исследовании обеспечения (педагогического сопровождения) процесса самореализации иностранных студентов были изучены характерные признаки, важные для понимания и учета объективно существующего воздействия образовательной среды на изучаемый процесс: принятие студентами вуза с его характеристиками (функциональными, эстетическими, возможностями профессионального и межличностного общения и др.); переживание своего пребывания в образовательной среде в виде чувств привязанности, принадлежности к «своему» профессиональному сообществу; разносторонность вхождения в среду, полнота вхождения в образовательную среду; открытие для себя возможностей самореализации на всех уровнях и во всех сферах образовательной среды (учебной, информационной, межличностного общения – от эпизодического партнерства до дружбы и любви); определение студентами устойчивой сферы взаимодействия, обеспечивающей открытое, творческое, неформальное общение, ощущение себя членом «команды»; отношение к образовательной среде вуза как к «достраиваемой» образованию до целостности, как к источнику учебно-профессионального, личностного опыта.

В своей совокупности отмеченные особенности реализуются в ходе выполнения образовательной средой ее ведущих функций, таких как интегративная, адаптивная, социокультурная, профессионально-личностного развития и саморазвития индивида. Успешная реализация данных функций в значительной степени обусловлена профессионализмом профессорско-преподавательского состава, педагогической компетентностью преподавателей вуза, к которым в условиях реализации нового тренда в образовании (персонализация) предъявляются повышенные требования к обеспечению продуктивного педагогического сопровождения не только образовательного процесса, но и к содействию в овладении каждым студентом установочно-целевыми и компетентностно-личностными аспектами: ценностно-смысловыми установками, знаниями, способами, приемами воплощения своих способностей, возможностей.

При этом анализ научной литературы по данной проблематике, опыт профессионально-педагогической деятельности, проводимые эмпирические исследования, наблюдения дают основание говорить о том, что многие преподаватели (43%) все еще не владеют инновационными технологиями персонализированного образования (цифровыми, смешанными, гуманитарными); затрудняются в реализации новых ролей – тьютора, наставника, менеджера, коуча, супервизора и т.д., наблюдается недостаточная сформированность многих качеств – критичности, креативности, корпоративности и коммуникабельности, обеспечивающих полноценную индивидуализацию, дифференциацию.

Преодоление возникающих сложностей и препятствий на пути реализации персонализированного образования направляет научно-практическую мысль на поиск и реализацию адекватных параметров качественного (само)преобразования образовательной среды (включая ее участников), необходимых для их прогрессивного развития. При этом именно иностранные студенты, попавшие в новую культурную среду, испытывают особые трудности и преграды, «культурный шок», связанный первоначально с адаптацией к новой социокультурной и образовательной среде; далее с индивидуализацией и в определенном смысле с полноценной интеграцией в иную профессиональную, социальную, культурную среду (Чжан Пэн Хао [1], В.А. Ясвин [12], А.М. Ключина, М.А. Торгашева [16], Е.В. Махмутова [17]). Иностранные студенты нуждаются в целенаправленной усиленной педагогической поддержке, сопровождении в их самовыражении в образовательной среде вуза на уровне полезности, удовлетворенности учебно-профессиональной деятельностью и взаимодействием с сокурсниками. Поскольку самореализация в концепте гуманистической психологии устанавливается как врожденная потребность личности, потребность непреходящая, не насыщаемая, детерминирующая успешность и достижения на протяжении всего индивидуального жизненного пути любой личности, сложения истории своей жизни (К.А. Абульханова-Славская).

Обобщая наиболее актуальные вопросы изучения самореализации иностранных студентов в вузе, необходимо иметь целостное четкое представление о ее особенностях именно у данной категории обучающихся, которые могут как способствовать, так и препятствовать их полноценной самореализации. Ученые обращают внимание на такие специфические черты иностранных студентов, как присутствие у них стремления

к самореализации (потребности не всегда осознаваемой). Несмотря на то, что им, как правило, свойственна склонность к внутреннему напряжению, ностальгии по родине, ситуативная тревожность, вызываемая отрывом от национальных традиций, они достаточно ориентированы на социальное одобрение, готовы к принятию ценностей, норм поведения новой культуры (А.М. Ключина, М.А. Торгашева [16], Е.В. Махмутова [17]). Для позитивной самореализации иностранных студентов предполагается реализация следующих направлений: в информационном – посредством тьюторского сопровождения и в рамках программы познавательных, профилактических мероприятий; в психологическом – в виде мониторинга удовлетворенности учебно-профессиональной деятельностью, взаимодействием с ее участниками; в социокультурном за счет специально организованного знакомства, реализуемого в рамках исследовательской деятельности – знакомство с культурой, традициями, историей, ценностями принимающей страны.

Заключение

Обращение к проблеме оптимизации процесса самореализации иностранных студентов в образовательной среде российского вуза интегрирует важные, требующие учета аспекты ее исследования: многогранность и недостаточная определенность понятия «самореализация», в том числе иностранного студента, использование в научной литературе достаточного количества его синонимичных понятий, требующих дифференциации, конкретизации; недостаточная сформированность концептуальных представлений студентов, включая иностранных представлений о сущности и возможностях самореализации в образовательном процессе вуза; о своем потенциале (способностях, возможности) и готовности к самореализации; нет комплексного описания самореализации иностранного студента как системного образования, реализация которого требует от образовательной среды вуза соответствующих условий и готовности участников образования к этому; не разработаны научно-практические положения педагогического сопровождения процесса самореализации иностранных студентов; не изучена образовательная среда вуза с точки зрения ее функциональных возможностей для обеспечения самореализации студентов, стихийность характера самореализации иностранных студентов и отсутствие должного организационного, дидактического, методического обеспечения; эмпирическое изучение особенностей самореализации именно иностранных студентов

в сфере воплощения, опредмечивания своих способностей и готовности их реализовать на личностном, профессиональном и социальном уровне жизнедеятельности.

Дальнейший научный поиск может быть направлен на выявление педагогического конструкта самореализации иностранных студентов, на разработку психолого-педагогического сопровождения и определение детерминант, способствующих эффективности процесса самореализации.

Список литературы

1. Кудинов С.И., Чжан Пэн Хао Сравнительный анализ самореализации российских и иностранных студентов // Вестник РУДН, серия Психология и педагогика. 2013. № 1. С. 12–18.
2. Галаджинский Э.В. Системная детерминация самореализации личности: дис. ... докт. психол. наук. Томск, 2002. 320 с.
3. Коростылева Л.А. Психология самореализации личности: затруднения в профессиональной сфере. СПб.: Речь, 2005. 222 с.
4. Коннова Н.М. Понятие «самореализация личности»: междисциплинарный анализ // Известия ВГПУ. 2021. № 8 (161). С. 13–20.
5. Абульханова-Славская К.А., Славская А.Н., Леванова Е.А., Пушкарева Т.В. Общие подходы к изучению личности // Педагогика и психология образования. 2018. № 4. С. 178–189.
6. Витковская И.И. Самореализация как неотъемлемая степень самореализации личности // Современные исследования социальных проблем. 2015. № 11 (55). С. 545–553.
7. Стерхов А.А. Педагогическое сопровождение духовно-нравственного развития обучающихся общеобразовательной организации: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Челябинск, 2020. 26 с.
8. Ащеулова К.А., Нятина Н.В. Специфика профессиональной самореализации современного студента // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2019. № 4 (36). С. 17–23.
9. Дьяченко М.И., Кандыбович Л.А. Краткий психологический словарь: Личность, образование, самообразование, профессия. Минск: Хэлтон, 1998. 399 с.
10. Ананьев Б.Г. Человек как предмет познания. М., 1968. 340 с.
11. Мануйлов Ю.С. Концептуальные основы средового подхода в воспитании // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. СоциокINETика. 2008. № 4. С. 21–27.
12. Ясвин В.А. Отношение педагогов к учащимся как фактор качества образовательной среды // Социальная психология и общество. 2013. Т. 4, № 3. С. 143–152.
13. Мартынова Т.Н., Пфетцер А.А. Психолого-педагогическое сопровождение профессионально-личностного развития студентов в условиях цифровой образовательной среды вуза // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2022. № 1 (45). С. 145–151.
14. Лоренц В.В. Педагогическое сопровождение профессиональной и личностной самореализации студента в образовательной среде вуза // Современный ученый. 2019. № 2. С. 101–105.
15. Якимов О.В. Педагогическое сопровождение профессиональной самореализации студентов // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2016. № 2 (36). С. 101–104.
16. Ключина А.М., Торгашева М.А. Психолого-педагогические особенности процесса адаптации иностранных студентов к условиям обучения в вузе в России // Современное педагогическое образование. 2019. № 1. С. 109–112.
17. Махмутова Е.В. Особенности интеграции иностранных студентов в российское образовательное пространство // Власть. 2020. № 1. С. 77–84.

УДК 372.851
DOI 10.17513/snt.39739

ФОРМИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УМЕНИЙ В КУРСЕ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ 10–11 КЛАССОВ

Аргунова Н.В., Лазарева А.А.

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», Якутск,
e-mail: nargunova@yandex.ru, a-lita.laz@mail.ru

Цель исследования – теоретически обосновать и экспериментально проверить формирование исследовательских умений обучающихся 10–11 классов в курсе внеурочной деятельности «Многогранники вокруг нас». На основе анализа психолого-педагогической и методической литературы рассмотрены понятия «исследовательские умения», «учебно-исследовательские умения» и их компоненты. В ходе исследования разработана авторская программа курса внеурочной деятельности по математике, рассчитанная на 16 ч, составлены задачи, основанные на реальных пространственных предметах, окружающих нас. Авторами предоставляются данные диагностики уровня сформированности исследовательских умений обучающихся, которые основываются на результатах исследования Н.А. Шевцовой, а также приводятся результаты экспертной оценки учителей-предметников формирования исследовательских умений на констатирующем и контрольном этапах педагогического эксперимента. Опросный метод и метод анализа научной литературы позволили сделать вывод о целесообразности разработки и внедрения в практику обучения курса внеурочной деятельности «Многогранники вокруг нас», способствующего формированию исследовательских умений обучающихся старшей школы, закрепленного в Федеральных государственных образовательных стандартах. Разработанный курс представляет собой методически обеспеченную учебную единицу, содержащую теоретическую и практическую части, систематизированные средства промежуточного и итогового контроля.

Ключевые слова: школа, математика, исследовательские умения, курс внеурочной деятельности

FORMATION OF RESEARCH SKILLS IN THE COURSE OF EXTRA COURSE ACTIVITIES OF STUDENTS OF 10–11 GRADES

Argunova N.V., Lazareva A.A.

North-Eastern Federal University, Yakutsk, e-mail: nargunova@yandex.ru, a-lita.laz@mail.ru

The purpose of the study: to theoretically substantiate and experimentally test the formation of research skills of students in grades 10-11 in the course of extracurricular activities "Polyhedra around us". Based on the analysis of psychological, pedagogical and methodological literature, the concepts of "research skills", "educational and research skills" and their components are considered. In the course of the research, an author's program of extracurricular activities in mathematics was developed, designed for 16 hours, tasks based on real spatial objects surrounding us were compiled. The authors provide diagnostic data on the level of formation of students' research skills, which are based on the results of N. A. Shevtsova's research, as well as the results of expert evaluation of subject teachers of the formation of research skills at the ascertaining and control stages of the pedagogical experiment. The survey method and the method of analyzing scientific literature allowed us to conclude that it is expedient to develop and implement in practice the extracurricular activity course "Polyhedra around us", which contributes to the formation of research skills of high school students, enshrined in Federal State Educational Standards. The developed course is a methodically provided educational unit containing a theoretical and practical part, systematized means of intermediate and final control.

Keywords: school, mathematics, research skills, extracurricular activities course

Одним из основных направлений образования в современном мире является формирование умений и навыков проведения исследования, умений ставить перед собой и решать исследовательские задачи. ФГОС среднего общего образования выдвигает требования к овладению обучающимися базовыми исследовательскими действиями, которые должны быть отражены в метапредметных результатах освоения основной образовательной программы среднего общего образования.

Проблемами формирования исследовательских умений школьников занимались С.А. Гуревич, Н.В. Иванкова, П.И. Пидка-

систый. Особенности формирования исследовательских умений учащихся на различном предметном содержании рассматриваются в трудах методистов И.Я. Лернера, В.И. Андреева, В.А. Качалко. Вопросами формирования исследовательских умений обучающихся во внеурочной деятельности занимались Е.В. Колобова, Е.М. Беликова, Т.А. Безусова.

Люди в повседневной жизни используют пространственные формы, свойства геометрических фигур и их взаимное расположение в пространстве. Множество реальных объектов окружающей действительности имеют форму различных много-

гранников. Таким образом, сами по себе многогранники представляют собой чрезвычайно содержательный материал исследования. О связях многогранников с объектами окружающего мира в рамках обучения математике пишут Д.Р. Сайфутдинов, А.В. Заречнев и С.В. Микова, Н.Ю. Клабукова, С.С. Волчков, О.И. Дубинина, К.А. Пальчиковская, Д.К. Ланецкая.

Цель исследования – теоретически обосновать и экспериментально проверить формирование исследовательских умений обучающихся 10–11 классов в курсе внеурочной деятельности «Многогранники вокруг нас».

Материалы и методы исследования

Соглашаясь с определением, данным С.Д. Максименко, который под «умением» понимает «готовность человека успешно выполнять определенную деятельность, основанную на знаниях и навыках» [1], можем утверждать, что исследовательские умения необходимы для успешного выполнения исследовательской деятельности. В данном исследовании терминологические словосочетания «исследовательские умения» и «учебно-исследовательские умения» использовались как синонимы. Анализ психолого-педагогической литературы позволяет утверждать, что однозначного определения этих понятий не существует. Представим краткий обзор трудов исследователей, которые работали над данной проблемой.

А.И. Савенков рассматривает исследовательские умения (способности) со стороны отечественной психологии и определяет их «как индивидуально-психологические особенности личности, являющиеся субъективными условиями успешного осуществления исследовательской деятельности» [2, с. 38]. К таким особенностям школьников он относит следующие умения: видеть проблемы; ставить вопросы; выдвигать гипотезы; давать определение понятиям; классифицировать; наблюдать; проводить эксперименты; делать умозаключения и выводы; структурировать материал; объяснять, доказывать и защищать свои идеи [2, с. 50]. Следовательно, их формирование будет способствовать дальнейшему осуществлению исследовательской деятельности. Как считает Е.В. Хоменко, «исследовательские умения – это совокупность интеллектуальных и практических умений, позволяющих школьникам успешно решить творческую, исследовательскую задачу», и выделяет четыре основные группы: организационные; информационно-поисковые;

презентационные; рефлексивно-оценочные [3, с. 86]. Э.Г. Сабирова, В.Г. Закирова в своей монографии [4, с. 19] рассматривают «исследовательские умения» как «способность учащихся сознательно выполнять умственные и практические действия, соответствующие логике научного исследования». Авторы также выявляют связь исследовательских умений с универсальными учебными действиями школьников.

Н.А. Шевцова [5] на основе анализа основных компонентов исследовательских умений обучающихся старшей школы выделяет навыки исследовательской деятельности старшеклассников: когнитивный, операционно-деятельностный, креативный и ценностно-мотивационный. Кроме этого, при выявлении принципов формирования исследовательских умений старшеклассников она опиралась на основные критерии и показатели развития исследовательских умений. Формирование исследовательских умений возможно осуществить при реализации принципов развития познавательных умений и навыков учащихся, ориентирования в информационном пространстве, самостоятельного конструирования собственных знаний, интеграции знания из различных областей, критического мышления.

В условиях реализации ФГОС СОО формирование исследовательских умений будет осуществлено при достижении метапредметных результатов освоения основной образовательной программы, в частности при овладении универсальными учебными познавательными действиями, в которые включены базовые исследовательские действия.

Таким образом, формирование исследовательских умений может быть реализовано в процессе учебно-исследовательской деятельности школьников. В условиях реализации ФГОС оно отражается в метапредметных результатах освоения основной образовательной программы. Необходимой представляется реализация принципов развития познавательных умений и навыков учащихся, ориентирование в информационном пространстве, самостоятельное конструирование собственных знаний, интеграция знаний из различных областей, развитие критического мышления, которые способствуют формированию исследовательских умений старшеклассников.

Анализ педагогического опыта позволяет утверждать, что применение задач с практическим содержанием, поисковой и творческой деятельности по предмету будет условием для формирования исследовательских умений учащихся старших классов.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследования был проведен педагогический эксперимент в МБОУ «Сунтарская средняя общеобразовательная школа им. А.П. Павлова» в три этапа.

На констатирующем этапе исследования была проведена диагностика уровня сформированности исследовательских умений обучающихся, которая основывалась на методике, описанной Н.А. Шевцовой [5], выделяющей три критерия развития исследовательских умений: мотивационно-ценностный, содержательно-результативный, рефлексивно-оценочный.

Формирующий этап экспериментальной работы предполагал реализацию программы курса внеурочной деятельности «Многогранники вокруг нас», рассчитанный на 16 ч, по следующим темам: исторические сведения из теории о правильных многогранниках; многогранник и его элементы; великолепная пятерка многогранников; геометрия Египетских пирамид; развертки куба; кристаллы вокруг нас; геометрия в элементах культуры народа Саха; геометрия в архитектуре народа Саха; многогранники в металлургии; полуправильные многогранники; многогранники вокруг нас.

Приведем примеры авторских задач, предложенных на занятиях данного курса. На занятии «Геометрия Египетских пирамид» была предложена задача «Одному знаменитому мастеру заказали музейную копию пирамиды Хеопса. "Вот беда!" – воскликнул мастер, с ужасом обнаружив пропажу бумажки, на которой содержались данные о высоте и стороне основания будущего изделия, а также дополнительные расчеты самого мастера, которые включали длину ребер, площадь основания изделия и т.д. Он точно помнил, что пирамида Хеопса имеет форму правильной четырехугольной пирамиды, сторона оснований которой – 230 м, высота достигает 147 м, а параметры копии были заданы в сантиметрах. Через некоторое время мастер вспомнил еще кое-что: один из элементов изготавливаемой копии равен 36. К несчастью, он так и не вспомнил, что это был за элемент. Связаться с заказчиком мастеру не удалось, а отказать в изготовлении изделия – наилучший вариант. Как быть мастеру?»

При прохождении темы «Кристаллы вокруг нас» были решены, например, такие задачи:

1. Природный алмаз – самый твердый минерал на нашей планете. После тщательной обработки, называемой огранкой, он превращается в один из самых дорого-

стоящих камней в ювелирной промышленности – бриллиант. Найдите вес бриллианта, который получили огранкой алмаза, имеющего форму октаэдра и весящего 12 карат. Известно, что после обработки алмаза потеря веса составило 60 % (1 карат – 200 мг).

2. В некотором царстве, в некотором государстве жил-был Царь. Однажды к нему во дворец прибыл известный всему миру своей хитростью Купец с двумя предметами из золота, имеющими форму правильного октаэдра. Царь, взвесив на руках оба предмета, тут же определил, что один из предметов вовсе не из золота, а из минерала под названием «ширит», который за внешнюю схожесть с золотом окрестили «золото дураков». Царь разгневался на Купца за его обман и приказал бросить его в темницу ровно на столько дней, на сколько вес настоящего золота отличается от минерала. Сколько дней придется пробыть Купцу в темнице, если известно, что ребра тетраэдров составляют 4 см, плотность ширита 5 г/см^3 , а плотность золота $19,3 \text{ г/см}^3$?

При изучении темы «Геометрия в элементах культуры народа Саха» были составлены следующие задачи:

1. *Бастыҥа* – традиционное серебряное украшение якутской женщины, надеваемое на голову. Их изготавливали из серебряных пластинок, украшенных орнаментом, обтягивая их по размеру окружности головы в форме обруча. Посередине прикрепляли серебряную круглую пластинку, которая называется *туоһахта*. К бастыҥе, как правило, прикрепляли и дополнительные украшения. Найдите, сколько серебра (в кг) понадобилось для изготовления обруча толщиной 2 мм, если известно, что высота украшения составляет 4 см и надевается оно на голову девушки, окружность головы которой – 54 см, плотность серебра – $10,5 \text{ г/см}^3$. Примечание: масса тела находится по формуле: $m = V \cdot \rho$, где m – масса тела, V – объем тела, ρ – плотность тела.

2. Ньургун от своего деда получил задание: из деревянных палочек, которые имели форму прямоугольного параллелепипеда, изготовить зубья цилиндрических форм для ручных граблей, используемых в сенокосе. Дед оставил ему 3 одинаковые палки, длины которых были равны 30 см. Концы палок представляли собой форму квадрата размером $1 \times 1 \text{ см}$. Какую часть от этих палок Ньургун обрезал, чтобы изготовить зубья, длина каждого из которых равна 6 см, а диаметр – 1 см?

3. *Мээрэй* (мера) – якутский берестяной сосуд, имеющий форму усеченного конуса, использовался якутами в виде домашней утвари при приготовлении пищи и для сбо-

ра ягод. В основном использовался для измерения массы пищи. Говорили, например, мера масла, мера муки и т.д. Бабушка Ааныс пользуется мерой, высота которой составляет 17 см, площадь доньшка равна 49л, а диаметр верхнего основания – 18 см. Найдите, сколько мер муки удастся поместить бабушке Ааныс в сосуд, имеющий форму прямоугольного параллелепипеда, основание которого есть квадрат, а диагональ параллелепипеда, равная 1 м, образует с плоскостью основания угол 60°.

Изучая тему «Геометрия в архитектуре народа Саха», обучающиеся не только решали задачи, но и знакомились с укладом жизни и бытом своих предков, им предлагалось, например, решить следующие задачи:

1. *Ураһа* (ураса) – тип старинного летнего жилища якутов, конусообразный шалаш из жердей, обтянутый берестой. Как правильно, урасу обтягивали берестой в два слоя. Найдите, сколько бересты понадобится (в квадратных метрах), чтобы обтянуть урасу высотой в 4 сажени и диаметром основания 3 сажени? Примечание: сажень (на якут. «саһаан») – старорусская единица измерения, примерно равная 2,13 м.

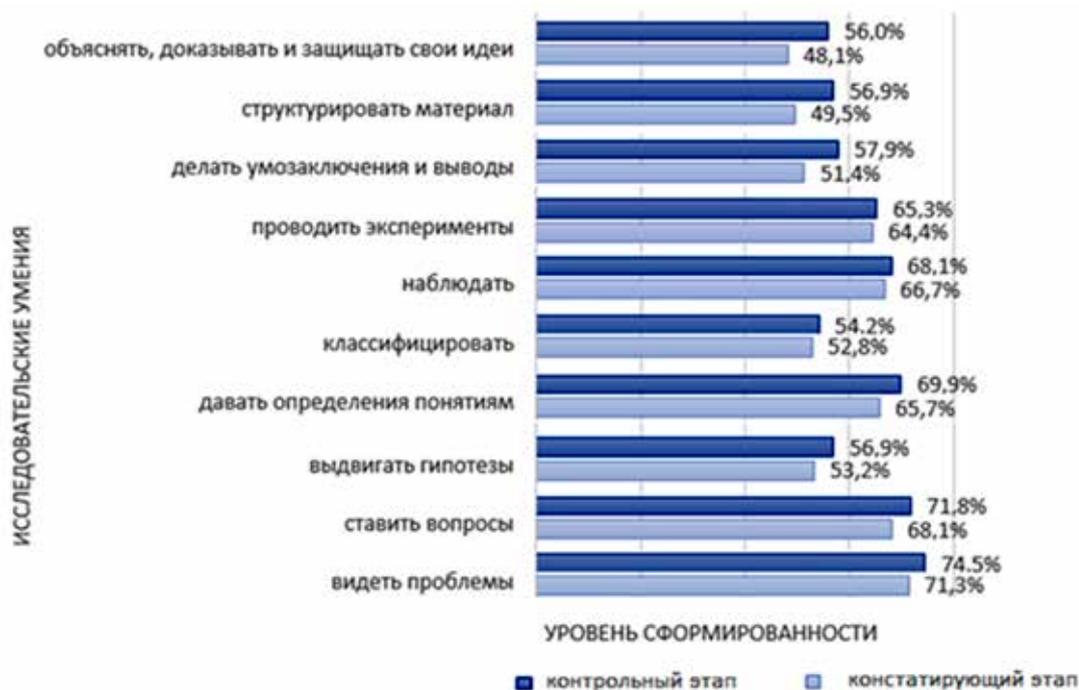
2. *Балаган* – зимнее жилище якутов. Известный этнограф-сибириевед В. Л. Серошевский в своем труде «Якуты. Опыт этнографического исследования. Том 1» на с. 352–355 описывает устройство балагана, называя его юртой. Изучите приведен-

ный отрывок из книги ученого и придумайте вопросы, превращающие данный текст в условие задачи о многограннике.

На контрольном этапе эксперимента для определения уровня сформированности исследовательских умений после реализации курса внеурочной деятельности «Многогранники вокруг нас» была проведена диагностика исследовательских умений по методикам, использованным на констатирующем этапе экспериментальной работы.

Приведем сравнение результатов экспертной оценки формирования исследовательских умений на констатирующем и контрольном этапах педагогического эксперимента, которое проведено на основе заполнения карты наблюдения учителями-предметниками (рисунок).

Для того чтобы выяснить, насколько достоверны изменения уровня сформированности исследовательских умений обучающихся в экспериментальной группе, воспользовались t-критерием Стьюдента для зависимых выборок. Эмпирическое значение t-критерия при числе степеней свободы равно 9 и уровне значимости 0,001 составляет 4,781. В данном экспериментальном исследовании полученное значение t-критерия Стьюдента равно 4,803. Так как полученное значение больше критического, делаем вывод о наличии статистически значимых различий.



Сравнительный анализ экспертной оценки

Результаты формирования исследовательских умений

Критерии	Уровни	Количество обучающихся	
		До педагогического воздействия	После педагогического воздействия
Мотивационно-ценностный	Высокий	1	2
	Средний	12	13
	Низкий	11	9
Содержательно-результативный	Высокий	2	3
	Средний	13	14
	Низкий	9	7
Рефлексивно-оценочный	Высокий	2	3
	Средний	10	10
	Низкий	12	11

На основе представленных результатов, можно сделать вывод, что наше предположение о том, что использование на занятиях внеурочной деятельности реальных пространственных предметов, окружающих нас, способствует формированию исследовательских умений, подтвердилось.

Количественная оценка уровня сформированности исследовательских умений обучающихся на начальном и конечном этапах исследования представлена в таблице.

Отмечается рост процента уровня исследовательских умений обучающихся после проведенных внеурочных занятий с применением составленных задач.

Заключение

В ходе исследования на основе изучения теоретических основ формирования исследовательских умений во внеурочной деятельности, разработана программа внеурочной деятельности «Многогранники вокруг нас» для обучающихся 10–11 классов, разработаны авторские задачи, отражающие исполь-

зование многогранников в реальной жизни, в элементах культуры и архитектуры народа Саха. Педагогический эксперимент показал, что целенаправленное использование на занятиях внеурочной деятельности реальных пространственных предметов, окружающих нас, способствует формированию исследовательских умений обучающихся.

Список литературы

1. Максименко С.Д. Генетическая психология (методологическая рефлексия проблем развития в психологии): монография. М.: Рефл-бук; Киев: Ваклер, 2000. 80 с.
2. Савенков А.И. Педагогика. Исследовательский подход в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для вузов. 2-е изд., испр. и доп. М.: Юрайт, 2023. 232 с.
3. Хоменко Е.В. Исследовательское обучение: к вопросу конститутивных признаков понятий «исследовательская деятельность», «исследовательские умения» // Гуманитарная парадигма. 2021. № 4 (19). С. 79–87.
4. Сабирова Э.Г., Закирова В.Г. Формирование исследовательских умений учащихся в информационно-образовательной среде начальной школы. Казань: КФУ, 2015. 167 с.
5. Шевцова Н.А. Исследовательская деятельность старшеклассников: анализ практики и перспективы // Современное педагогическое образование. 2020. № 11. С. 94–97.

УДК 376.2/.3:159.99
DOI 10.17513/snt.39740

РЕЧЕВЫЕ НАРУШЕНИЯ И КАЧЕСТВО ЖИЗНИ ЛИЦ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА

Бердникович Е.С., Мясникова М.С.

ФГБНУ «Научный центр неврологии», Москва,
e-mail: berdnickovitch.elena@yandex.ru, myasnikova.ms@mail.ru

Статья посвящена вопросу психолого-педагогической диагностики пациентов с болезнью Паркинсона (БП). Изучены нарушения речи, голоса и глотания лиц данной нозологии и рассмотрены данные по качеству жизни пациентов на примере специфического опросника. Исследована взаимосвязь между речевыми нарушениями и параметрами качества жизни. 80 пациентов с БП обследованы по шкале оценки дизартрии. Приводятся сведения по результатам логопедического обследования времени максимальной фонации, состояния функции глотания, а также данные заполнения пациентами шкалы «Индекс голосовых нарушений – 10», опросника качества жизни PDQ-39. Общими и наиболее выраженными симптомами дизартрии являлись снижение силы голоса (87%) и снижение четкости артикуляции и изменения темпа речи. Зафиксированы низкие значения времени максимальной фонации у лиц с БП как в группе мужчин, так и в группе женщин. Представленность дисфагии легкой степени выраженности составляла 52%. Выявлено, что низкое качество жизни, обусловленное физическим компонентом заболевания, соотносится с выраженными нарушениями социально-психологического функционирования. Выраженность гипокинетической дизартрии достоверно связана с качеством жизни в характеристике «Общение». Низкие показатели времени максимальной фонации и высокая степень выраженности голосовых нарушений у лиц с БП соотносятся с низким качеством жизни. Авторы отмечают целесообразность проведения коррекционных логопедических занятий не только для устранения или нивелирования речевого дефицита, но и для изменения субъективного восприятия больными тяжести своего физического состояния.

Ключевые слова: болезнь Паркинсона, речевые нарушения, качество жизни, дизартрия, Международная классификация функционирования ограничений жизнедеятельности и здоровья, индекс голосовых нарушений

SPEECH DISORDERS AND QUALITY OF LIFE OF PERSONS WITH PARKINSON'S DISEASE

Berdnikovich E.S., Myasnikova M.S.

Scientific Center of Neurology, Moscow,
e-mail: berdnickovitch.elena@yandex.ru, myasnikova.ms@mail.ru

The article is devoted to the issue of psychological and pedagogical diagnostics of patients with Parkinson's disease (PD). Speech, voice and swallowing disorders of individuals of this nosology were studied and data on the quality of life of patients were examined using the example of a specific questionnaire. The relationship between speech disorders and quality of life parameters is investigated. 80 patients with PD were examined according to the dysarthria assessment scale. Information is provided on the results of speech therapy examination of the maximum phonation time, the state of swallowing function, as well as data on patients filling in the scale "Voice Handicap Index-10", the quality of life questionnaire PDQ-39. The common and most pronounced symptoms of dysarthria were a decrease in the strength of the voice (87%), a decrease in the clarity of articulation and changes in the tempo of speech. Low values of the maximum phonation time were recorded in individuals with PD both in the group of men and in the group of women. The representation of mild dysphagia was 52%. It was revealed that the low quality of life caused by the physical component of the disease correlates with pronounced disorders of socio-psychological functioning. The severity of hypokinetic dysarthria is significantly associated with the quality of life in the characteristic "Communication". Low indicators of maximum phonation time and a high degree of severity of vocal disorders in people with PD correlate with poor quality of life. The authors note the expediency of carrying out correctional speech therapy classes not only to eliminate or level the speech deficit, but also to change the subjective perception of the severity of their physical condition by patients.

Keywords: Parkinson's disease, speech disorders, quality of life, dysarthria, voice handicap index, The International Classification of Functioning, Disability and Health

Вопросам научной разработки проблемы дизартрии в отечественной логопедии посвящены работы специалистов в области неврологии, специальной педагогики, психологии, нейрофизиологии, психиатрии. Традиционно данное речевое расстройство рассматривалось преимущественно у лиц детского и подросткового возраста, при этом клиническая картина и психоло-

го-педагогическая характеристика детей и взрослых с дизартрией существенно различаются. У взрослых дизартрия развивается на фоне сформированных механизмов речевой деятельности и является приобретенным речевым нарушением в постнатальном онтогенезе.

Среди органических и функциональных расстройств, вызывающих дизартрию, зна-

чительное место занимают нейродегенеративные процессы головного мозга. Болезнь Паркинсона (БП) является вторым наиболее распространенным прогрессирующим заболеванием после болезни Альцгеймера и диагностируется у 10 млн чел. во всем мире [1]. Помимо тремора покоя, замедленности движений, ригидности мышечного тонуса и постуральной неустойчивости, БП часто сопровождается депрессией, когнитивным дефицитом, нарушениями речи, голоса и глотания. В области отечественной логопедии присутствуют единичные публикации, посвященные речевой диагностике лиц взрослого возраста с БП [2–4]. Гипокинетическая дизартрия, являясь преобладающим речевым нарушением у пациентов рассматриваемой нозологии [5, с. 81], представляет собой серьезную социальную проблему и оказывает влияние на качество жизни пациентов и их родственников.

Качество жизни (КЖ) – интегральная характеристика физического, психологического, эмоционального и социального функционирования здорового или больного человека, основанная на его субъективном восприятии. Определение понятия «качество» жизни логично и структурно связано с дефиницией здоровья, данной Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ): «Здоровье – это полное физическое, социальное и психологическое благополучие человека, а не просто отсутствие заболевания» [6, с. 8]. В соответствии с разработанной ВОЗ Международной классификацией функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ), при диагностике специалист определяет и описывает: 1) нарушения структур и функций; 2) ограничения личности в активности и участии, включая статус в общении, межличностных взаимодействиях, самообслуживании и обучении; 3) факторы окружающей среды и личностные факторы, которые служат барьерами или способствуют успешному общению и участию в жизни; 4) влияние коммуникативных нарушений на качество жизни и функциональные ограничения по отношению к социальному функционированию человека. Применение уровневой оценки обследования по МКФ позволяет оценить клиническую картину и определить механизм речевого нарушения.

В клинической практике проблема коррекционно-педагогической помощи освещена фрагментарно по сравнению с другими направлениями реабилитации при болезни Паркинсона, не обоснован порядок логопедической диагностики с позиции Международной классификации функционирования и учета качества жизни.

Целью настоящего исследования являлось изучение роли речевого дефицита в формировании качества жизни у пациентов с болезнью Паркинсона. Для реализации поставленной цели были обозначены следующие задачи: 1) исследовать нарушения речи и голоса у лиц с БП; 2) изучить данные по качеству жизни пациентов на примере специфического опросника; 3) исследовать взаимосвязь речевых расстройств и параметров качества жизни у пациентов с БП.

Материалы и методы исследования

В исследование были включены 80 чел., проходивших курс нейрореабилитации в отделении нейрогенетики с лабораторией молекулярной диагностики ФГБНУ «Научный центр неврологии» (учредитель: Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России)) в 2020–2022 гг. В их числе: мужчин – 34 (42,5%), женщин – 46 (57,5%). Средний возраст больных на момент осмотра $61,1 \pm 9,2$ лет, средняя продолжительность заболевания по общей группе – $8,8 \pm 5,7$ лет. Пациенты со 2-й стадией заболевания – 15 чел. (18,75%), с 3-й стадией – 85 чел. (81,25%). Акинетико-ригидная форма БП была диагностирована у 12 чел. (15,0%), смешанная форма – у 68 чел. (85,0%). Среди критериев включения были обозначены: акинетико-ригидная, смешанная формы болезни Паркинсона при 2–3-й стадиях заболевания по шкале Хен – Яра; наличие показаний для консультации логопеда; доступность продуктивному речевому контакту; отсутствие выраженных когнитивных нарушений, затрудняющих понимание инструкции; добровольность участия; наличие информированного согласия. Критериями не включения больных в исследование являлось следующее: эпизоды острого нарушения мозгового кровообращения в анамнезе; клинически значимая симптоматика депрессии, грубые нарушения психики; двигательные флуктуации; онкологическая патология; выраженное снижение слуха и зрения; судорожный синдром; выраженные когнитивные расстройства, не позволяющие понять предлагаемые задания, тяжелые сопутствующие заболевания.

Степень выраженности речевого дефицита определяли в соответствии с балльной оценкой дизартрии [7]. Согласно интерпретации теста, результат «0–5 баллов» соответствует речи в норме; «6–19» баллов – дизартрии легкой степени выраженности; «20–39» баллов – умеренной степени; «40–56» баллов – тяжелой степени; «57–76» баллов – анартрии.

Изучение времени максимальной фонации (ВМФ) проходило в следующем порядке: логопед предлагал пациенту сделать вдох, затем произнести как можно длительнее гласный звук «А». Для объективизации показателя измерение производили трижды, после чего высчитывали средний показатель. Полученные результаты сравнивали с данными Ю.С. Василенко, согласно которым средние нормы ВМФ для женщин 14–16 с, для мужчин 20–21 с [8, с. 134].

Логопедическое обследование функции глотания у лиц с БП включало: 1) исследование черепно-мозговых нервов (шкала дизартрии); 2) оценку «сухого» глотка; 3) тест на произвольный и/или рефлексорный кашель; 4) тест трех унций.

Оценку влияния дизартрии на психологические и социальные аспекты жизни пациента осуществляли при использовании опросника «Индекс голосовых нарушений – 10» (Voice Handicap Index – 10, VHI-10), который отражает степень восприятия тяжести состояния самим пациентом [9]. Обследуемый отмечал частоту возникновения голосовых нарушений в градации: 0 – никогда, 1 – почти никогда, 2 – иногда, 3 – почти всегда, 4 – всегда.

Для исследования качества жизни лиц с БП применяли рекомендуемый международными протоколами стандартизованный опросник Parkinson's Disease Quality of Life Questionnaire (PDQ-39) [10]. Опросник состоит из 39 вопросов и включает 8 субшкал: «мобильность», «повседневная активность», «эмоциональное благополучие», «стигма», «социальная поддержка», «когнитивная сфера», «коммуникабельность», «телесный дискомфорт», описывающих различные аспекты КЖ пациента.

Статистическая обработка полученных данных производилась с использованием программного пакета «Статистика 12.0», а также аналитических возможностей программы Microsoft Office Excel. Анализ взаимосвязей производился с использованием R-критерия Спирмена. В случае несоответствия данных нормальному распределению для анализа значимости различий в уровне выраженности количественного признака в несвязанных выборках использовался H-критерий Крускалла – Уоллиса. Описательная статистика представлена в категориях среднего значения (M) и стандартного отклонения (SD). Сопоставление средневыборочных значений осуществлялось с использованием критерия χ^2 . Анализ значимости различий в пропорциональной представленности бинарного признака в группах производился по критериям Фишера. Выявленные связи и различия считались

достоверными при достижении уровня статистической значимости $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам балльной оценки дизартрии легкой степени выраженности была диагностирована у 38 чел. (47,5%), дизартрия умеренной степени выраженности – у 42 чел. (52,5%). Достоверных различий степени выраженности речевых нарушений в группах мужчин и женщин не наблюдалось ($p \geq 0,05$).

При дизартрии легкой степени выраженности наиболее распространенными симптомами были нарушения голоса: снижение громкости и качества голоса, что согласуется с исследованиями международных данных [11, 12], свидетельствующих о том, что голосовая дисфункция может быть потенциальным прогностическим маркером при данном заболевании. У пациентов отмечали незначительные изменения артикуляции, нарастание напряжения мышц при воспроизведении той или иной оральной позы в процессе речепроизводства. При выполнении диагностических заданий объем артикуляционных движений (языка, губ, мягкого неба) фиксировали как недостаточный. У пациентов были нарушены тонкие дифференцированные движения артикуляционного аппарата, отмечалась гипомимия легкой степени выраженности. В 21% случаев присутствовал тремор языка, губ, нижней челюсти. В единичных случаях наблюдали неярко выраженные пропульсии, паузы при инициации речи, легкую монотонию, что не противоречит исследованиям S. Skodda, W. Grönheit, N. Mancinelli, U. Schlegel [13].

В нашем исследовании умеренная дизартрия сопровождалась выраженной гипомимией (маскообразным лицом), ригидностью и тремором (36%). В процессе диагностики отмечали изменение темпа речи (то ускорение, то его замедление), внезапные остановки, прерывание речевой продукции, повторы слогов и слов, изменения голоса (слабый, глухой, монотонный), нарушения артикуляции, выраженную монотонию. Нарушения произношения чаще всего проявлялись при воспроизведении взрывных звуков [б, п, д, т, г, к], аффрикатов [ц, ч], вибранта «р». Звуковысотный диапазон фиксировали как значительно сниженный, были изменены тембр голоса и временные параметры пауз.

Сопоставление средних значений ВМФ, представленных в таблице, с нормативными показателями выявило, что данные параметры у лиц с БП могут быть интерпретированы как низкие и в группе мужчин, и в группе женщин.

Показатели времени максимальной фонации (ВМФ)
в группах с умеренной и легкой дизартрией в зависимости от пола

Распределение пациентов по полу	Мужчины N = 34			Женщины N = 46		
	Легкая дизартрия N = 15	Умеренная дизартрия N = 19	p	Легкая дизартрия N = 23	Умеренная дизартрия N = 23	p
ВМФ, с (M±s)	14,9 ± 6,77	13,8 ± 6,22	0,625	12 ± 6,07	10 ± 2,81	0,079*
Частота встречаемости нормативных и ненормативных показателей (чел.)	Норма – 3 Снижено – 12	Норма – 2 Снижено – 17	0,629	Норма – 11 Снижено – 12	Норма – 2 Снижено – 21	0,007*

Полученный результат согласуется с имеющимися в литературе данными М.С. Valenza, Е. Prados-Román [14] о снижении времени максимальной фонации у лиц с БП. Снижение времени максимальной фонации отмечалось у 29 мужчин с БП (85,3%), у 33 женщин с БП (71,7%). При этом на высоком уровне статистической значимости отмечались различия показателей ВМФ в группе женщин: у пациентов с умеренной дизартрией чаще выявлялось снижение показателей ВМФ – у 21 чел. (91,3%), что, по критерию Фишера, отличало их от пациентов с легкой дизартрией: снижение показателей ВМФ наблюдалось у 12 чел. (52,0%) ($\varphi^*_{эм} = 3,176$, $p = 0,007$).

Представленность дисфагии в группах с легкой и умеренной дизартрией существенно не различалась: в группе с легкой дизартрией дисфагия диагностирована в 55,26%, в группе с умеренной дизартрией – в 52,38%. Субъективные жалобы пациентов заключались в увеличении времени приема пищи, дискомфорте при глотании и остатков еды в горле, влажном голосе и поперхивании при приеме жидкости на фоне повышенного слюноотделения и предъявлялись только в 33,75% случаев, что согласуется с данными J.A. Simons [15] о разночтениях в экспертной оценке и оценке пациентами своего состояния.

При сопоставлении средних значений характеристик речи обследованных групп пациентов с использованием параметрического критерия χ^2 обнаружены достоверные различия: $p = 0,0000$. Оценка VHI-10 в группе пациентов с умеренной дизартрией превышает соответствующие значения группы пациентов с дизартрией легкой степени выраженности (13,2±7,5 в сопоставлении с 4,1±3,8). Влияние умеренной дизартрии, голосовых нарушений на психологические и социальные аспекты жизни пациента достоверно более выражено.

Анализ структуры качества жизни у обследованных пациентов по критерию Крускала – Уоллиса выявил, что наиболее выраженное снижение показателей наблюдается по шкалам «Мобильность», «Телесный дискомфорт» и «Повседневная физическая составляющая качества жизни». Получены достоверные различия: $H(7, N = 336) = 26,40967$, $p = ,0004$. Корреляционный анализ с использованием коэффициента корреляции Спирмена показал, что все шкалы, отражающие эмоционально-психологическое состояние пациентов выборки, возможности общения, положительно на очень высоком уровне достоверности коррелируют с физическими показателями, то есть низкое качество жизни, обусловленное физическим компонентом заболевания, соотносится с выраженными нарушениями социально-психологического функционирования.

Для изучения взаимосвязи характеристик качества жизни PDQ-39 с параметрами речи: дизартрия (балл), ВМФ, VHI-10 использовался коэффициент корреляции Спирмена. Результаты представлены на рис. 1.

Связь показателей ВМФ и указанных на рис. 1 параметров КЖ носит отрицательный характер: мобильность ($R = -0,54$, $p = 0,000$), повседневная деятельность ($R = -0,48$, $p = ,001$), эмоциональное благополучие ($R = -0,46$, $p = 0,002$), стигма ($R = -0,36$, $p = 0,02$), социальная поддержка ($R = -0,55$, $p = 0,000$), когнитивная сфера ($R = -0,32$, $p = 0,04$), общение ($R = -0,34$, $p = 0,03$), телесный дискомфорт ($R = -0,30$, $p = 0,05$). В данном случае знак «-» свидетельствует об обратной корреляции шкал, поскольку исходно высокий балл по шкалам опросника КЖ означает высокую степень нарушения, а высокие показатели по ВМФ означают отсутствие нарушения, содержательная интерпретация выявленных взаимосвязей должна носить положительный характер. Снижение времени ВМФ соотносится с низким КЖ по шкалам опросника PDQ – 39.

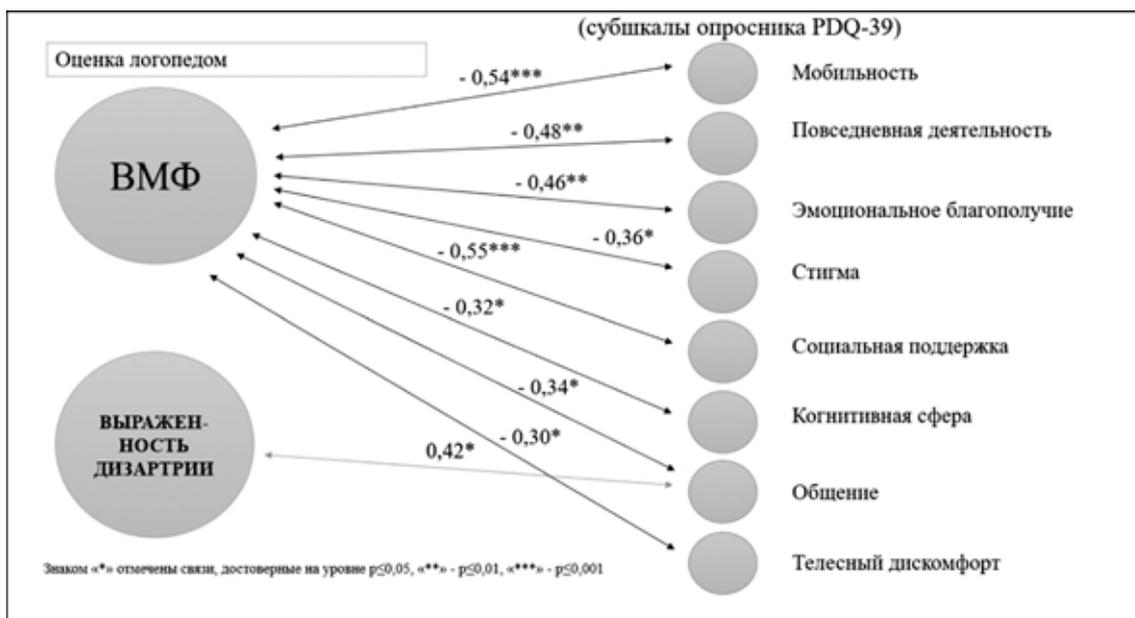


Рис. 1. Взаимосвязь речевого дефицита и параметров качества жизни (оценка логопедом)

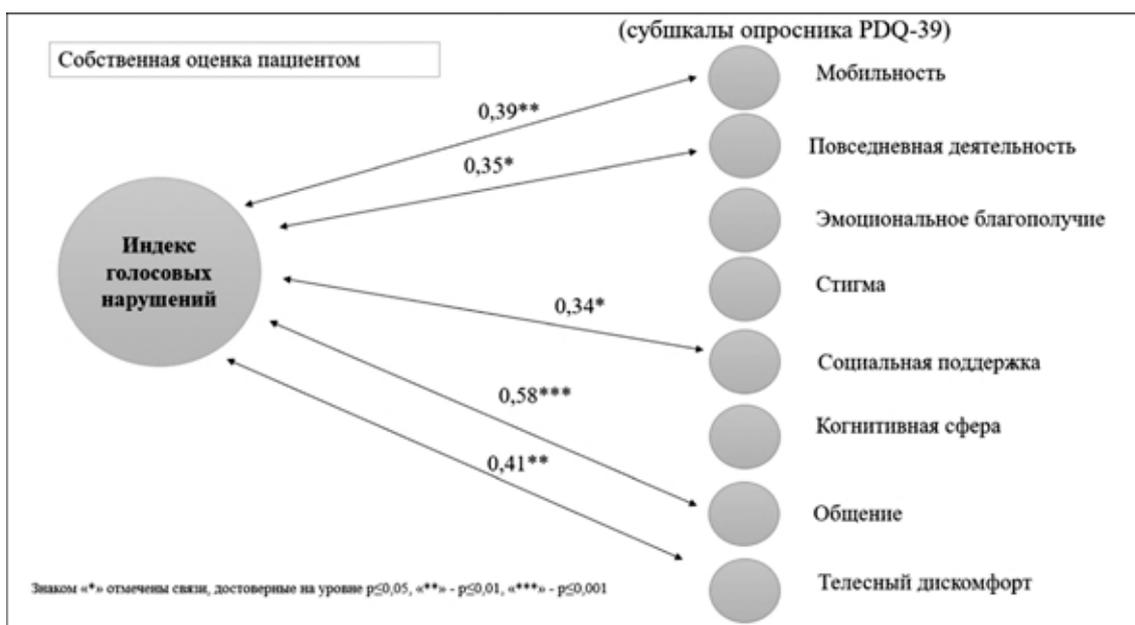


Рис. 2. Взаимосвязь речевого дефицита и параметров качества жизни (собственная оценка пациента)

Выраженность гипокинетической дизартрии достоверно связана с качеством жизни в характеристике «Общение» ($R = 0,42$, $p = 0,01$).

Результаты исследования взаимосвязи характеристик качества жизни PDQ-39 с данными шкалы VHI-10 представлены на рис. 2.

Как следует из рис. 2, самооценка пациентами выраженности голосовых наруше-

ний (VHI-10) достоверно связана с качеством жизни: мобильность ($R = 0,39$, $p = 0,01$), повседневная деятельность ($R = 0,35$, $p = 0,02$), социальная поддержка ($R = 0,34$, $p = 0,03$), общение ($R = 0,58$, $p = 0,000$), телесный дискомфорт ($R = -0,30$, $p = 0,05$). Таким образом, высокая степень выраженности голосовых нарушений у лиц с БП соотносится с низким качеством жизни. Важно подчеркнуть целесообразность проведения

коррекционных логопедических занятий не только для устранения или нивелирования речевого дефицита, но и для изменения субъективного восприятия больными тяжести своего физического состояния.

Заключение

Нарушения речи при болезни Паркинсона проявляются в виде гипокинетической дизартрии и сочетаются с нарушениями дыхания и глотания. Представленная в нашем исследовании батарея диагностических шкал дает возможность логопеду определить не только степень выраженности нарушений речи, голоса и глотания у лиц с БП, но и уровень качества жизни. Своевременная оценка выраженности речевых нарушений необходима как для предоставления персонифицированной реабилитации, так и мониторинга эффективности логопедического воздействия на всех этапах нейрореабилитации.

Список литературы

1. De Miranda B.R., Greenamyre J.T. Etiology and Pathogenesis of Parkinson's Disease // *Oxidative Stress and Redox Signalling in Parkinson's Disease*. 2017. P. 1–26. DOI: 10.1039/9781782622888-00001.
2. Федорова Н.В., Текаева Ф.К., Орлова О.С. Нарушения речи и голоса, их влияние на качество жизни пациентов с болезнью Паркинсона // *Российская оториноларингология*. 2009. № 4. С. 152–155.
3. Бердникович Е.С., Мясникова М.С. Комплексная оценка речевой функции при разных формах болезни Паркинсона // *Современный ученый*. 2022. № 5. С. 163–170. URL: <https://su-journal.ru/archives/10632> (дата обращения: 14.05.2023).
4. Бердникович Е.С. Оптимизация логопедической работы по диагностике гипокинетической дизартрии у лиц с болезнью Паркинсона // *Педагогика. Вопросы теории и практики*. 2022. № 7. С. 740–746.
5. Винарская Е.Н. *Дизартрия*. М.: АСТ, 2006. 141 с.
6. Бондарчук С.В., Ионова Т.И., Один В.И., Поляков А.С., Ковалев А.В. Принципы и методы исследования качества жизни в медицине: учебное пособие для врачей-специалистов военно-медицинских организаций / Под ред. В.В. Тыренко. СПб.: ВМедА. 2020. 102 с.
7. Балашова И.Н. Шкала оценки дизартрии как инструмент клинической работы логопеда // *Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта*. 2016. № 1 (131). С. 312–317.
8. Василенко Ю.С. *Вопросы патологии верхних дыхательных путей: сб. науч. тр. М., 1973. Вып. XIX. С. 133–136.*
9. Rosen C.A., Lee A.S., Osborne J., Zullo T., Murry T. Development and validation of the voice handicap index – 10 // *Laryngoscope*. 2004. № 114. P. 1549–1556. DOI: 10.1097/00005537-200409000-00009.
10. Peto V., Jenkinson C., Fitzpatrick R. PDQ-39: A review of the development, validation and application of a Parkinson's Disease quality of life questionnaire and its associated measures // *Journal of neurology*. 1998. Vol. 245. Suppl 1. P. 10–14. DOI: 10.1007/PL00007730.
11. Ma A., Lau K.K., Thyagarajan D. Voice changes in Parkinson's disease: What are they telling us? // *Journal of clinical neuroscience: official journal of the Neurosurgical Society of Australasia*. 2020. Feb. Vol. 72. P. 1–7. DOI: 10.1016/j.jocn.2019.12.029.
12. Steurer H., Schalling E., Franzén E., Albrecht F. Characterization of Mild and Moderate Dysarthria in Parkinson's Disease: Behavioral Measures and Neural Correlates // *Front Aging Neurosci*. 2022. Vol. 14. P. 1–13. DOI: 10.3389/fnagi.2022.870998.
13. Skodda S., Grönheit W., Mancinelli N., Schlegel U. Progression of voice and speech impairment in the course of Parkinson's disease: a longitudinal study // *Parkinson's Dis*. 2013. P. 1–8. DOI: 10.1155/2013/389195.
14. Valenza M.C., Prados-Román E., Granados-Santiago M., Cabrera-Martos I. Respiratory repercussions of neurological diseases and how best to manage them // *Expert Review of Respiratory Medicine*. 2020. Vol. 14 (1). P. 89–102. DOI: 10.1080/17476348.2020.1689124.
15. Simons J.A. Swallowing Dysfunctions in Parkinson's Disease // *Int Rev Neurobiol*. 2017. Vol. 134. P. 1207–1238. DOI: 10.1016/bs.irn.2017.05.026.

УДК 378.14.015.62
DOI 10.17513/snt.39741

РОЛЬ СТУДЕНЧЕСКОГО НАУЧНОГО ОБЩЕСТВА В ФОРМИРОВАНИИ КОМПЕТЕНЦИЙ СОВРЕМЕННОГО ВРАЧА

Вишнева Е.М., Вишнева К.А., Подлесный Н.А.

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Екатеринбург,
e-mail: e.m.vishneva@mail.ru*

В данном исследовании рассматриваются различные виды деятельности студенческого научного общества одной из старейших кафедр медицинского вуза и их роль в формировании знаний, навыков и клинического мышления будущего специалиста. Представлены данные об истории создания СНО и его достижениях за период работы. Продемонстрирована роль личности педагога – руководителя научного общества как примера для участников студенческой ассоциации в достижении клинических и научных успехов. Представлены общие сведения о характерных аспектах научно-образовательного процесса и успехах внедрения электронной среды обучения в него. Целью авторов явилось исследование всех компонентов педагогической, воспитательной, клинической роли студенческого научного сообщества в формировании будущих специалистов, проанализированы возможности взаимодействия со студентами в очном и дистанционном форматах, оценена эффективность различных вариантов работы СНО и удовлетворенность участников процессом научной деятельности в рамках дистанционного образования. Выявлены основные преимущества и недостатки, связанные с подобной формой обучения. Предложены новые возможности повышения мотивации и образовательных возможностей студентов в рамках СНО. Полученные данные могут представлять интерес для различных кафедр медицинских вузов и их научных групп.

Ключевые слова: студенческое научное общество, дистанционное образование, клиническое мышление, электронная образовательная среда, современный врач

ROLE OF THE STUDENT SCIENTIFIC COMMUNITY IN THE DEVELOPMENT OF THE MODERN DOCTOR'S COMPETENCIES

Vishneva E.M., Vishneva K.A., Podlesnyy N.A.

*Ural State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Yekaterinburg,
e-mail: e.m.vishneva@mail.ru*

In this work, various aspects of the activities of the student scientific community (SSC) of medical university students were reviewed, as well as the SSC's role in the formation of knowledge, skills and clinical thinking of a future specialist; provides general data on the features of the educational process, as well as on the experience of introducing an electronic educational environment into it during the pandemic. Information about the history of the creation of the SSC and its achievements during the period of activity is presented. Role of the tutor's personality as the leader of the scientific society acting as an example for the participants of the students' association in achieving clinical and scientific success is demonstrated. General data on the features of the scientific and educational process and the experience of introducing an electronic educational environment into it is provided. The aim of the work was to study various aspects of students' activities within the scientific community. The offline and online activity of the participants of the SSS was studied, followed by an assessment of their success; the attitude of the circle members to the pre-school system was determined; the main negative aspects associated with this form of training were identified. The data obtained are of interest to employees of various departments of medical universities and their scientific circles. The main advantages and disadvantages associated with this form of learning are revealed. New possibilities of increasing students' motivation and educational opportunities have been suggested. The data obtained are of interest for the staff of various departments of medical universities and their scientific communities.

Keywords: student scientific community, distance learning/education, clinical thinking, e-learning environment, modern doctor

Обучение современного специалиста в медицинском вузе сопряжено с освоением студентом значительного количества теоретического материала и практических умений. В отличие от гуманитарных наук, визуализация играет ключевую роль в обучении медицинским специальностям. Без работы в секционной невозможно освоить анатомию, без работы с микропрепаратами невозможно изучить гистологию, наблюдение за операциями необходимо для освоения хирургии и т.д. Теоретические знания

должны быть дополнены обязательным освоением практических материалов: навыков физикального обследования, примеров результатов лучевых и функциональных исследований, умений в проведении лечебных манипуляций. Без данного компонента обучения формирование полноценного врача становится невозможным.

С другой стороны, студенты, ординаторы и курсанты должны не только освоить практические навыки в своей области, но и быть в курсе последних научных от-

крытий, достижений и будущих возможностей в данной сфере, что позволит усовершенствовать свой опыт и развить творческую составляющую в медицине [1]. Однако отведенное для практических занятий время не всегда позволяет преподавателю продемонстрировать необходимый объем материала. Кроме того, перевод части образовательных дисциплин в дистанционный формат затрудняет получение практической части информации [2–4].

Применение практических умений врача возможно только при наличии у него достаточного объема и глубины базовых знаний. Разумеется, для развития практических навыков необходимо проведение очных встреч с преподавателями, однако обучение теоретическим знаниям и подготовка по принятию решений и диагностике заболеваний могут проходить онлайн. Такой формат обучения в сравнении с заочным предполагает ряд преимуществ, таких как улучшенная система доставки информации и возможность внедрения инновационных технологий в учебный процесс. Эта возможность расширяет географию студентов, присоединяющихся к курсу, и увеличивает разнообразие тем без снижения их качества. С использованием дистанционных технологий можно ускорить процесс обучения благодаря удобству связи между преподавателем и учеником, а также возможности доступа к различным методам подготовки [1].

В современном мире непрерывное развитие медицины, создание новых технологий и расширение арсенала современных методов лечения, формирование новых и пересмотр имеющихся клинических рекомендаций требует от специалистов навыков работы с литературой и аналитического мышления. Использование дистанционного обучения в здравоохранении особенно важно, поскольку именно здоровье человека является наиболее ценным ресурсом. Образование в этой сфере должно соответствовать современным международным стандартам, и медицинские работники всех уровней и направлений должны постоянно повышать квалификацию [2, 4].

В последние годы в систему образования высших учебных заведений активно и достаточно успешно внедряются технологии дистанционного обучения. Определенные работы по введению дистанционных форм обучения были сделаны и в УГМУ, в том числе в деятельности студенческих научных обществ, основываясь на накопленном авторами теоретическом и практическом опыте [3, 5].

Научно-исследовательская деятельность формирует у студента навыки анали-

тической работы, позволяет овладеть первичными способностями статистической обработки данных, повышает мотивацию к научным изысканиям. Роль студенческого научного общества в этом незаменима. Умение поставить задачи, провести информационный поиск, обработать базы данных, сделать вывод из полученных результатов формируется на этапе самых первых научных шагов – выполнении студенческой научной работы. Активное участие педагогов в формировании личности будущего врача, повышение интереса к образовательной и научной деятельности студентов является важным аспектом деятельности студенческого научного общества [6].

Цель исследования – изучить различные аспекты деятельности студентов в рамках научного сообщества: аналитической, познавательной, клинической, освоение первичных навыков статистической обработки данных; изучить деятельность СНО офлайн и онлайн; выяснить отношение студентов к системе дистанционного образования в сфере научной деятельности на примере студентов Уральского государственного медицинского университета.

Материалы и методы исследования

Проанализирована работа СНО кафедры факультетской терапии, эндокринологии, аллергологии и иммунологии Уральского государственного медицинского университета за 2022 г. Исследовано влияние перевода на дистанционный формат обучения во время пандемии COVID-19 на эффективность и режим работы СНО, а также на вовлеченность и качество работы студентов. Оценка деятельности студенческого сообщества была выполнена на основании отчета о деятельности СНО за учебный год, протоколов заседаний кружка, публикациях научных статей и выступлениях на конференции молодых ученых и студентов.

Результаты исследования и их обсуждение

Профессор В.М. Каратыгин основал студенческий научный кружок при кафедре факультетской терапии, эндокринологии, аллергологии и иммунологии в 1936 г., в последующем его возглавляли лучшие сотрудники кафедры. Из числа бывших участников кружка 26 чел. получили степень кандидата медицинских наук, 8 стали докторами медицинских наук (Т.Г. Ренёва, Г.С. Мармолевская, И.М. Хейнонен, А.В. Иванова, Е.Д. Рождественская, А.Н. Андреев, О.М. Лесняк, Е.М. Вишнева), 5 – руководителями здравоохранения. Указанные данные подтверждают: формирование будущего ученого

начинается со студенческой скамьи. Именно те, кто делает свои первые шаги в науке еще в студенческие годы, достигают значимых научных высот в последующей жизни.

По итогам конкурса СНК кружок КФТЭАиИ неоднократно признан лучшим в номинации «За многогранность деятельности», в номинации «Студенческая наука УГМУ на российском уровне» [1].

Согласно Федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования по специальности 31.05.01 Лечебное дело (уровень специалитета), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 9 февраля 2016 г. № 95, и с учетом требований профессионального стандарта 02.009 Врач-лечебник (Врач-терапевт участковый), утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 марта 2017 г. № 293н, изучение внутренних болезней на КФТЭАиИ Уральского государственного медицинского университета определено как обязательная вариативная часть прикладных естественнонаучных циклов, ориентированная на достижение перечисленных выше целей и направленная на формирование следующих профессиональных компетенций [2]. Формирование общекультурных компетенций (ОК), обще-профессиональных компетенций (ОПК) и профессиональных компетенций (ПК), включающих не только практические лечебно-диагностические задачи, но и готовность к просветительской деятельности по устранению факторов риска и формированию навыков здорового образа жизни, достигается не только в процессе теоретических занятий.

Однако в рамках рабочих программ преподаваемых дисциплин ни семинарские, ни практические, ни лекционные формы обучения не могут включить в себя полноценное обучение студентов аналитическому восприятию полученных ими литературных и практических знаний, ни аспектам углубленного изучения методов статистической обработки материалов. Во многом эти задачи берут на себя студенческие научные общества как при теоретических, так и при клинических кафедрах медицинских вузов. Научным руководителем кружка кафедры факультетской терапии, эндокринологии, аллергологии и иммунологии, доктором медицинских наук и доцентом кафедры Е.М. Вишневой, практикующим кардиологом и исследователем в сфере научных и клинических международных исследований, проводится обучающая работа по медицинской статистике, правилам обработки

литературных данных, правилам подготовки презентации. Данная работа является значимой и актуальной, поскольку члены научного сообщества неизбежно сталкиваются с проблемами подготовки и подачи материала. Основы медицинской статистики необходимы современному врачу для понимания представленных в доступных литературных источниках данных доказательной медицины, умения вычлнить наиболее значимые и второстепенные статистические результаты. Умение правильно презентовать материал для современных врачей является важным навыком, который будет полезен студентам в их будущей карьере, особенно если они планируют выступать на медицинских и научных конференциях местного и международного уровней.

Кроме того, студенты проявили интерес к созданию видеоконтента. Было создано 15 учебных фильмов, посвященных различным темам медицины, таким как подагра, патологии пищеварительной системы при болезни Реклингхаузена, электронное учебное пособие по кардиологии, учебные фильмы по навыкам физикального обследования пациентов. Наиболее развитой формой в дистанционном обучении является телемедицина, которая включает в себя видеоконференции, видеоконсультации и т.д.

Во время пандемии большую часть времени СНО кафедры факультетской терапии, эндокринологии, аллергологии и иммунологии, как и другие студенческие объединения, работало удаленно. Большинство встреч СНК состоялись через платформы Microsoft Teams и Zoom. Студенты с разных курсов и факультетов, а также ординаторы и преподаватели кафедры присутствовали на мероприятиях, предоставив возможность всем желающим принять участие в деятельности кружка и создать интересное и актуальное научное исследование. В этот сложный период было отмечено увеличение числа студентов, посещающих научные мероприятия, и количество выполненных ими научных работ. Так, если посещаемость заседаний СНО в 2019 г. составляла в среднем 15–20 студентов на 1 заседании, дистанционный формат проведения заседаний в период пандемии позволял собрать аудиторию 120–130 студентов. Было заслушано 46 докладов, из которых 21 был посвящен анализу клинических случаев.

Подавляющее число студентов, исследования которых опубликованы в международных медицинских журналах, продемонстрировали заинтересованность в клинических работах. Была опубликована 21 статья, 11 статей имели клинический характер. Данная деятельность способствует раз-

витию клинического мышления, что в будущем оказывает положительное влияние на врачебную практику.

На заседаниях СНО, проходивших под руководством доцента кафедры докт. мед. наук Е.М. Вишневой, изучение болезней и клинических случаев сопровождалось фотоматериалами, что способствовало формированию более ясного представления о рассмотренных заболеваниях. Вопреки ограничениям, вызванным пандемией COVID-19, научное сообщество успешно организовало семь онлайн-мероприятий с привлечением до 150 студентов.

С возможностью присутствовать на заседании онлайн увеличилось и количество людей, желающих посетить кружок. Это произошло по нескольким причинам:

1. Доступность. Студенты, обучающиеся удаленно, имеют возможность получать знания в любой части мира. Ограничения в континентах и странах не волнуют участников системы дистанционного обучения. Основное преимущество дистанционного обучения – свобода доступа. Занятия проводятся онлайн и представлены в двух форматах: видеоуроки, записанные заранее, или вебинары в прямом эфире, неотличимые от привычных занятий, которые позволяют учащимся видеть преподавателя и презентацию, общаться с однокурсниками и задавать вопросы.

2. Гибкость. Для тех, кто предпочитает нестандартный образ жизни, дистанционное обучение может быть настоящим спасением, так как оно гибко адаптируется к любому рабочему графику.

3. Экономия денег и времени. Отсутствие необходимости использования транспорта при дистанционном обучении помогает экономить деньги и время, затрачиваемые во время перемещения до мест проведения занятий.

4. Самообразование. Позволяет достичь личной и профессиональной реализации и приспособиться к быстро меняющимся условиям в современном мире, что особенно важно в профессии врача.

5. Застенчивые студенты стали более инициативными во время дистанционных занятий.

6. Повышение вариативности в выборе примеров иллюстраций, аудио- и видеоматериалов, которые помогают не только удерживать внимание, но и развить мышление.

7. Получение доступа к необычному информационному материалу, а также использование новых методов в творческой работе, развитие и укрепление различных профессиональных умений, улучшение эффективности самостоятельной работы.

8. Возможность ознакомления студентов и ординаторов с последними научными тенденциями, международными достижениями, перспективами будущей специализации.

Данные инновационные технологии не только гарантируют высокое качество обучения, но и дают возможность объективного оценивания навыков и теоретических знаний студентов, ординаторов и врачей, учитывая их уровень подготовки, благодаря чему возможно разноуровневое сертифицирование [7–9].

К преимуществам дистанционной формы проведения заседаний СНО можно отнести эффективное развитие общеучебных навыков, в частности компьютерной грамотности, благодаря постоянной работе с различными типами носителей информации, интернет-ресурсами, телекоммуникационными сетями. В то же время необходимо отметить некоторые недостатки дистанционного обучения. Их можно разделить на две категории: первая – психологические, обусловленные отсутствием возможности личного контакта с преподавателем, высокими требованиями к самостоятельности и способностям студента к грамотному планированию времени. Вторую категорию составляют технические минусы, ассоциированные с недостаточной информативностью публикуемого контента, невозможностью полноценно использовать технологии и телекоммуникационную инфраструктуру [1, 10, 11].

В работу СНО в 2022 г. внедрены новые активности.

В рамках каждого заседания в повестку включены новостные обзоры (обзор новых клинических рекомендаций, препаратов, приказов Минздрава и т.д.), позволяющие студентам получать современные и актуальные данные.

В программу заседаний включены клинические разборы, которые проводятся доцентами и профессорами кафедры. Это способствует расширению знаний студентов за пределами образовательной программы, формированию клинического мышления, профориентации будущего специалиста.

В структуру работы СНО включен раздел «Практикум врача». Данный вид деятельности направлен на обучение ключевым функциональным методикам для верификации диагноза (например, ЭКГ, спирометрия, УЗИ-методы исследования (ознакомительно) и т.д.), что позволяет повысить мотивацию студентов и дополнить знания, полученные на практических занятиях.

Разработан и внедрен курс обучающих занятий по медицинской статистике, формированию у студентов ключевых навыков обработки данных.

Выводы

1. Участие в работе студенческого научного общества позволяет студенту медицинского вуза овладеть рядом навыков и компетенций, которые дополняют и углубляют его базовое образование.

В первую очередь это углубление профессиональных знаний, формирование клинического мышления. Практикующий врач должен иметь навыки непрерывного образования «у постели больного», и задачей СНО является привитие данного навыка будущему специалисту.

Во-вторых, умение работать с информацией, привыкать к необходимости изучать обновления клинических рекомендаций и знакомиться с результатами новых клинических исследований в век доказательной медицины, новые технологии в сфере диагностики и лечения.

В-третьих, в современном мире врач должен обладать аналитическим складом ума, уметь систематизировать наблюдения и структурировать данные, как в практической медицине, так и в научной деятельности. Для решения указанных задач участие в работе СНО становится прекрасным стартом.

2. С развитием технологий, способных создать реалистичное виртуальное пространство, процесс интеграции дистанционного образования в повседневную жизнь будет играть все более важную роль.

Так как формирование автономности студентов тесно связано с необходимостью демонстрации учащимся познавательной активности, самостоятельности, инициативности, ответственности, то внедрение онлайн-обучения в практику высшего профессионального образования даст дополнительный стимул к развитию навыков самоконтроля, мотивации и овладению новыми знаниями. ДО способствует реализации принципа непрерывного образования, а также принципа «образование для всех». Внедрение телекоммуникационных технологий поспособствовало развитию деятельности научного кружка: число участников значительно возросло, студенты стали более активными в поиске материалов для исследований, что стимулировало интересные обсуждения клинических случаев, улучшение качества научных презентаций и привлечение новых студентов. Сочетание дистанционных и очных форматов обучения помогает оптимизировать и дополнить научно-образовательный процесс.

В нашей работе мы постарались отразить методы и практической, и научно-исследовательской, и педагогической деятельности студенческого научного общества. В педагогической работе порою долгие годы прохо-

дят до получения конечных результатов, бывает сложно представить ее в количественном выражении. Однако мы постарались поделиться результатами своего многолетнего труда и его вклада в формирование будущих молодых специалистов, предложили новые возможности повышения мотивации и образовательных возможностей студентов в рамках СНО. Воспитанию в медицинском вузе разносторонних, обладающих достойным набором профессиональных и культурных компетенций современных врачей активно помогают студенческие научные общества.

Список литературы

1. Вишнева Е.М., Куприянова И.Н., Цориева А.А., Смоленская О.Г. Студенческий научный кружок и его деятельность в период пандемии и дистанционного образования // Актуальные вопросы заболеваний внутренних органов: материалы конференции, посвященной 85-летию кафедры факультетской терапии, эндокринологии, аллергологии и иммунологии (Екатеринбург, 16 марта 2021 г.). Екатеринбург: Уральский государственный медицинский университет, 2021. С. 21–27.
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки (специальности) 060101 Лечебное дело. (Утвержден приказом Министерства образования и науки РФ от 8 ноября 2010 г. № 1118) [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/58162403/> (дата обращения: 29.06.2023).
3. Михеева Н.М., Лобанов Ю.Ф., Беседина Е.Б., Иванов И.В. Учебная практика студентов медицинского вуза – новый стандарт овладения профессиональными компетенциями // Успехи современного естествознания. 2012. № 7. С. 41–45.
4. Кудашов В.И., Думов А.В. Информатизация и цифровизация – сложный подход к оценке трансформации образования // Профессиональное образование в современном мире. 2019. Т. 9, № 4. С. 3176–3186. DOI: 10.15372/PEMW20190404.
5. Татаринев К.А. Методические аспекты разработки мультимедийных курсов электронного обучения // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2020. Т. 9. № 1 (30). С. 227–280. DOI: 10.26140/anip-2020-0901-0065.
6. Чайковская М.А. Роль студенческого научного общества в формировании профессиональных компетенций будущих врачей // I Республиканский форум молодых ученых учреждений высшего образования: сборник материалов форума (Витебск, 25–27 мая 2022 г.). Минск: БНТУ, 2022. С. 157–158.
7. Ефремова О.Н., Плотникова И.В., Павлик Н.Б. Оценка использования дистанционных технологий в образовательном процессе с позиции удовлетворенности студентов // Alma Mater (Вестник высшей школы). 2017. № 5. С. 70–74. DOI: 10.20339/AM.05-17.070.
8. Salta K., Paschalidou K., Tsetseri M., Koulougliotis D. Shift From a Traditional to a Distance Learning Environment during the COVID-19 Pandemic: University Students' Engagement and Interactions // Sci Educ (Dordr). 2022. Vol. 31, Is. 1. P. 93–122. DOI: 10.1007/s11191-021-00234-x.
9. Моисеев П.С., Сысоев П.В., Сорокин Д.О. Векторы развития молодежной науки в классическом вузе на современном этапе // Вестник ТГУ. 2022. № 6. С. 1467–1482. DOI: 10.20310/1810-0201-2022-27-6-1467-1482.
10. Emanuel E.J. The Inevitable Reimagining of Medical Education // JAMA. 2020 Mar. Vol. 24, Is. 323 (12). P. 1127–1128. DOI: 10.1001/jama.2020.1227.
11. Vermisli S., Cevik E., Cevik C. The Effect of Perceived Stress and Digital Literacy on Student Satisfaction with Distance Education // Rev Esc Enferm USP. 2022. Vol. 56. P. e20210488. DOI: 10.1590/1980-220X-REEUSP-2021-0488en.

УДК 378:372.881.1
DOI 10.17513/snt.39742

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЛИНГВОПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ В УСЛОВИЯХ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММАМ БАКАЛАВРИАТА И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Гвоздева Н.В., Проценко Е.А., Смолина Л.В.

*ФГКОУ ВО «Воронежский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации»,
Воронеж, e-mail: smolina@inbox.ru*

Статья посвящена актуальным проблемам преподавания иностранных языков по образовательным программам бакалавриата. Авторы уделяют особое внимание ситуации в ведомственных вузах МВД России. В статье обозначен основной круг проблем, связанных с переходом на программы бакалавриата, в частности сокращение количества учебных часов при сохранении высоких требований к уровню подготовки выпускников. Авторы указывают на необходимость пересмотра учебно-методического обеспечения дисциплины «Иностранный язык» при переходе на обучение по программам бакалавриата и приводят основные положения, которыми они руководствовались при их переработке. Проведен сравнительный анализ результатов освоения дисциплины «Иностранный язык» курсантами Воронежского института МВД России, обучающимися по программам специалитета и бакалавриата. В статье изложены результаты исследования с точки зрения сформированности компетенций, предусмотренных федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования, и показателей качества обучения у курсантов, обучающихся по анализируемым программам. Авторы приходят к выводу, что для повышения качества языковой подготовки обучающихся по программам бакалавриата и оптимизации учебного процесса необходима координация обучения иностранному языку с профилирующими дисциплинами, а также переработка учебных планов в сторону увеличения аудиторной нагрузки.

Ключевые слова: обучение иностранному языку, программы бакалавриата, учебно-методическое обеспечение, сформированность компетенций, повышение качества языковой подготовки, курсант МВД

CURRENT ISSUES OF TEACHING A PROFESSIONAL FOREIGN LANGUAGE IN BACHELOR'S DEGREE PROGRAMS AND THEIR POSSIBLE SOLUTIONS

Gvozdeva N.V., Protsenko E.A., Smolina L.V.

Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Voronezh, e-mail: smolina@inbox.ru

The article focuses on topical issues in foreign language teaching in Bachelor's degree educational programs. The authors pay special attention to the situation in higher educational institutions sponsored by the Ministry of Internal Affairs of Russia. The article outlines the range of issues relevant to the implementation of bachelor's programs, in particular, the reduction of teaching hours along with maintaining high requirements for the graduates' level of competence. The authors point out the need to revise the educational and methodological support of the discipline "Foreign Language" for successful Bachelor's degree educational programs implementation and give the principles they were guided by. A comparative analysis of the study results in mastering the discipline "Foreign Language" by cadets of the Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, studying in specialist's and bachelor's programs, has been carried out. The article presents the results of the research in the light of the development of competencies stipulated in Federal state educational standard of higher education, and quality indicators of training for cadets studying in both programs. The authors come to the conclusion that in order to improve the quality of teaching a foreign language in Bachelor's degree educational programs and make the educational process more efficient, it is necessary to coordinate teaching a foreign language with major disciplines, as well as revise the curricula to increase teaching hours.

Keywords: foreign language teaching, Bachelor's degree educational programs, educational and methodological support, development of competencies, improving the quality of teaching a foreign language, cadet of the Ministry of Internal Affairs

В последние десятилетия российская система образования постоянно реформируется. Вступление в Болонскую систему, переход на новые образовательные стандарты, цифровизация образовательного процесса, внедрение технологий дистанционного обучения – это лишь основные вехи данного процесса. На сегодняшний день, кажется, и государство, и общество осознали, что для эффективного функционирования образовательной системы

необходимо выработать комплексную, глубоко продуманную и логично выстроенную модель, которая могла бы обеспечить, с одной стороны, преемственность при переходе от каждой ступени образования к последующей, а с другой – обладала бы определенной гибкостью к специфике получаемой специальности или направления подготовки. В своем послании Федеральному собранию президент России В.В. Путин заявил об отмене Болонской

системы и возвращении «к традиционной для России базовой подготовке специалистов» [1]. Подписан указ о пилотном проекте создания национальной системы образования, которая будет проходить тестирование в шести вузах.

Следует отметить, что ведомственные образовательные организации дольше других придерживались традиционной для нашей страны системы высшего образования в рамках специалитета. Однако в последние годы и в вузах МВД был осуществлен переход на программы бакалавриата по ряду специальностей. В связи с этим появилась возможность сравнить результаты обучения по программам специалитета и бакалавриата, что представляется весьма актуальным и целесообразным в условиях поиска и апробации новой национальной системы образования. Залогом ее эффективности может служить выявление и сохранение положительного опыта реализации образовательных программ на основе тщательного и, по возможности, всестороннего анализа результатов обучения.

В настоящей статье представлены результаты сравнительного анализа освоения дисциплины «Иностранный язык» по программам специалитета и бакалавриата курсантами Воронежского института МВД России. Целью проведенного исследования является выявление положительного опыта, а также факторов, затрудняющих получение прочных и глубоких знаний, с последующей выработкой рекомендаций по повышению эффективности обучения. Для достижения намеченной цели были поставлены следующие задачи: проанализировать учебно-планирующую документацию по дисциплине «Иностранный язык»; провести сравнительный анализ программ специалитета и бакалавриата; организовать тестирование курсантов, обучающихся по соответствующим программам, и сделать выводы по результатам освоения дисциплины; внести предложения по оптимизации учебного процесса и повышению его эффективности.

Материалы и методы исследования

В ходе исследования применялись следующие методы: изучение и анализ учебно-планирующей документации, включенное наблюдение за ходом реализации образовательных программ на юридическом факультете Воронежского института МВД России, тестирование курсантов, количественный анализ и сопоставление результатов освоения дисциплины, синтез и обобщение полученной информации, вероятностное прогнозирование.

Результаты исследования и их обсуждение

В Воронежском институте МВД России многие годы осуществлялось обучение курсантов юридического факультета по специальности 40.05.02 Правоохранительная деятельность по программам специалитета. В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом общая трудоемкость дисциплины «Иностранный язык» составляла 360 ч и занимала 2 года. В 2021 г. приказом Минобрнауки № 677 от 27.07.2021 г. был утвержден Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 40.03.02 Обеспечение законности и правопорядка, который ознаменовал переход на программы бакалавриата. Общий срок получения образования был сокращен до четырех лет, а период изучения иностранного языка – до одного года соответственно. Очевидно, что это привело к существенному сокращению учебной нагрузки, в том числе аудиторных занятий. Для сравнения в таблице приведены количественные показатели из соответствующих рабочих программ.

Сравнение основных требований к результатам освоения образовательных программ специалитета и бакалавриата показало, что в них не произошло существенных изменений. Выпускники должны быть готовы к решению различных задач в профессиональной деятельности, из списка которых исключена единственная позиция, а именно правотворческая деятельность. Что касается дисциплины «Иностранный язык», то ее изучение должно быть нацелено на формирование универсальной компетенции в сфере коммуникации: «УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)» [2], а также способствовать формированию общепрофессиональных компетенций. Другими словами, программа бакалавриата предполагает получение тождественных результатов в условиях сокращения срока обучения и общей трудоемкости дисциплины.

Исходя из необходимости реализации программы бакалавриата, преподавателям пришлось существенно пересмотреть рабочие программы и тематические планы. При этом стоит отметить, что примерная программа изучения дисциплины «Иностранный язык» включает достаточно широкий круг тем как общекультурного, страноведческого, так и профессионально-ориентированного характера.

Объем дисциплины «Иностранный язык» по программам специалитета и бакалавриата

Специальность 40.05.02 Правоохранительная деятельность (специалитет)					
Очная форма обучения (для 2021 года набора)					
Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 360 часов					
Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1	2	3	4
Аудиторные занятия	162	26	54	26	56
В том числе:					
Практические занятия	162	26	54	26	56
Самостоятельная работа	171	10	54	46	61

Направление подготовки 40.03.02 Обеспечение законности и правопорядка (бакалавриат)					
Очная форма обучения (для 2022 года набора)					
Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов					
Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1	2		
Аудиторные занятия	110	50	60		
В том числе:					
Практические занятия	110	50	60		
Самостоятельная работа	43	22	21		

При переработке учебно-методического обеспечения дисциплины «Иностранный язык» авторы исходили из следующих положений:

1) сокращение учебных материалов общелингвистического и страноведческого содержания со смещением акцента на профессионально-ориентированную информацию в ходе последовательной реализации принципа профессионализации языковой подготовки;

2) отбор материала с учетом его коммуникативной значимости, обеспечивающей развитие умений и навыков профессиональной коммуникации сотрудников полиции;

3) функциональный подход, который предусматривал подбор и подачу учебного материала, в особенности таких аспектов, как лексика и грамматика английского языка, с учетом особенностей их функционирования [3].

С учетом перечисленных выше принципов был подготовлен учебник английского языка «English: Basics for Law Enforcement» для обучающихся по направлению подготовки 40.03.02 Обеспечение законности и правопорядка. Однако в ходе апробации издания были выявлены некоторые сложности, на которых мы остановимся подробнее.

Во-первых, сокращение объема учебной нагрузки приводит к существенному перераспределению роли аудиторных занятий и самостоятельной работы. Если при обучении по программам специалитета возможно было предусмотреть вводный курс, создающий условия для выравнивания стартовых образовательных возможностей обучающихся [4], то в рамках программы бакалавриата курсантам с низким уровнем базовой языковой подготовки необходимо затрачивать значительное время и усилия для достижения уровня сформированности компетенций, обозначенного федеральными образовательными стандартами. Таким образом, возрастает значимость самостоятельной подготовки как принципиально важного фактора для успешного освоения дисциплины.

Для решения данной проблемы преподавателю необходимо уделять особое внимание слабоуспевающим курсантам, регулярно проводить с ними консультации, а также подбирать и предлагать разнообразные индивидуальные задания для самостоятельной работы, которые способствуют восполнению пробелов базовой языковой подготовки [5].

Во-вторых, в условиях интенсификации процесса обучения иностранному языку ов-

ладение разными видами речевой деятельности происходит комплексно и одновременно, зачастую на одном занятии. С одной стороны, это позволяет воспроизвести естественные условия коммуникации, но с другой, ставит преподавателя перед сложным выбором, фактически лишая его возможности более глубоко и детально остановиться на каком-то одном аспекте, особенно когда в этом возникает практическая необходимость. Опыт преподавания в неязыковом вузе показал, что в условиях ограниченного объема аудиторной нагрузки неизбежно приходится перераспределять предусмотренное в учебном плане время, отдавая приоритет, например, усвоению специальной лексики в ущерб повышению уровня грамматической компетенции; сокращать учебные часы, отведенные на развитие навыков письменной речи, в пользу формирования устойчивых навыков устной коммуникации, или наоборот. Думается, что выбор в данном случае должен основываться на значимости языкового и речевого материала для обеспечения поэтапного роста профессиональной компетенции обучающихся в процессе изучения иностранного языка, его практикообразности, значения для будущей профессиональной деятельности, а также уровня иноязычной языковой компетенции в конкретной учебной группе.

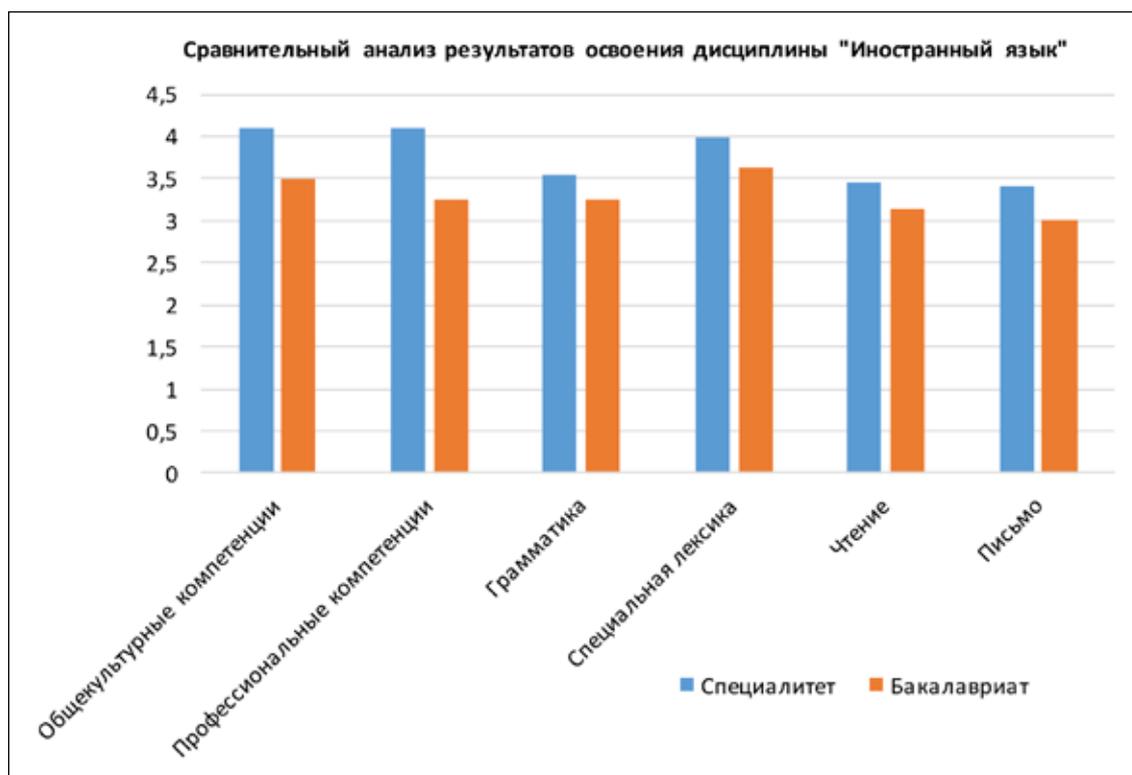
Еще одна и, по нашему мнению, наиболее важная проблема связана с реализацией лингвопрофессиональной подготовки курсантов в рамках программы бакалавриата. Она вызвана тем, что дисциплина «Иностранный язык» изучается только на первом курсе, то есть тогда, когда учебным планом еще не предусмотрено большинство специальных дисциплин, в частности таких, как гражданское право, уголовное и уголовно-процессуальное право или криминалистика. Подобная ситуация приводит к тому, что разрушается логическая последовательность изучения материала и меняется вектор междисциплинарных связей. Если изучение профессионально-ориентированных текстов на иностранном языке по программам специалитета способствовало закреплению знаний и умений, полученных в ходе освоения профильных дисциплин, то изучение того же иноязычного учебного материала с опережением создает дополнительные трудности для обучающихся [6].

Для оценки качества обучения в Воронежском институте МВД России регулярно проводится контроль знаний. В целях сравнительного анализа результатов изучения дисциплины «Иностранный язык» авторы провели тестирование курсантов второго курса, обучающихся по программе специ-

алитета, и курсантов первого курса, проходящих обучение по программе бакалавриата. Для получения объективных данных к тестированию привлекалось сопоставимое количество обучающихся разного уровня подготовки (по две группы курсантов, обучающихся по программам специалитета и бакалавриата, по специальностям / направлениям подготовки «Административная деятельность полиции» и «Оперативно-розыскная деятельность»). Учитывая различия в содержании и наполняемости рабочей программы дисциплины по программам специалитета и бакалавриата, использовался комплексный тест, содержащий задания на проверку уровня сформированности требуемых компетенций. В дальнейшем представленные задания были сгруппированы по разным аспектам обучения иностранному языку (лексика, грамматика, словообразование и т.п.) и видам речевой деятельности (чтение, письмо и т.п.). Каждый блок заданий оценивался отдельно для удобства проведения сравнительного анализа.

Анализ результатов тестирования показал, что у большинства обучающихся сформированы необходимые компетенции. Вместе с тем уровень сформированности различных компонентов неодинаков в контрольных группах бакалавриата и специалитета. Как видно на диаграмме, у курсантов, обучающихся по программе бакалавриата, чаще возникали сложности при выполнении заданий, направленных на контроль сформированности грамматических навыков, умений чтения и письма. И это вполне объяснимо ввиду того, что данным аспектам отводилось меньше времени. Обучающиеся с достаточным базовым уровнем языковой подготовки успешно справились с предложенными заданиями, тогда как слабоуспевающие курсанты допустили ошибки. Средний балл по таким видам, как чтение и понимание юридических текстов, письменная коммуникация, также оказался ниже у бакалавров, поскольку данные виды речевой деятельности требуют специальной и целенаправленной подготовки по формированию необходимых навыков и умений.

Курсанты, обучающиеся по программам бакалавриата, в целом успешно освоили специальную лексику: продемонстрировали знание базовых юридических понятий на иностранном языке, навыки подбора русских эквивалентов, употребления иноязычной лексики в профессионально-ориентированных ситуациях. Однако уровень сформированности общепрофессиональных компетенций у бакалавров оказался ниже, чем у обучающихся по программам специалитета.



Показатели сформированности компетенций по аспектам изучения иностранного языка

В частности, задание, которое предполагало дифференциацию типов преступлений на основе описываемой ситуации, безошибочно выполнили только 5% обучающихся. Разграничение специальных терминов представляет для бакалавров значительные трудности ввиду отсутствия у них на данный момент необходимых профессиональных знаний. Показательно, что курсанты, обучающиеся по программам специалитета, имеют более высокий средний балл по данному блоку заданий.

Заключение

Проведенное исследование позволило сделать следующие выводы. При правильной организации учебного процесса, применении эффективных педагогических технологий и современных средств обучения программы как бакалавриата, так и специалитета обеспечивают формирование компетенций, предусмотренных федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования. Вместе с тем показатели качества обучения в целом выше у курсантов, обучающихся по программам специалитета. Во многом это объясняется сокращением вдвое общей трудоемкости дисциплины и, что принципиально важно, отсутствием координации между обучени-

ем иностранному языку с профилирующими дисциплинами. Ситуация, при которой формирование общепрофессиональных компетенций на иностранном языке происходит до изучения большинства дисциплин профессионального цикла, создает дополнительные трудности для обучающихся и в перспективе приводит к снижению эффективности обучения.

Таким образом, для повышения качества языковой подготовки курсантов ведомственных образовательных организаций и оптимизации учебного процесса представляется необходимым продлить срок обучения иностранному языку либо реорганизовать структуру курса иностранного языка с перемещением его на старшие курсы, а также увеличить аудиторную нагрузку хотя бы на треть. Оптимальным решением, на наш взгляд, было бы распределение занятий по два часа в неделю, что, с одной стороны, создает условия для постепенного и последовательного нарастания сложности, а с другой, – позволяет сохранить разумный баланс между аудиторной и самостоятельной работой.

Список литературы

1. Лукьянова А. Бакалавриата не будет: Что означает указ Путина о переходе на национальную систему высшего обра-

зования // Комсомольская правда. 12 мая 2023 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kp.ru/daily/27502.5/4762085/> (дата обращения: 19.07.2023).

2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 40.03.02 Обеспечение законности и правопорядка [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/402637092/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/> (дата обращения: 19.07.2023).

3. Проценко Е.А., Смолина Л.В. Реализация лингвопрофессионального подхода при обучении иностранному языку по программе бакалавриата // Вестник педагогических наук. 2023. № 2. С. 68–72.

4. Горбачева С.С., Самойлова М.В. Инструментарий выравнивания стартовых образовательных возможностей обучающихся в рамках компетентного подхода // Современные проблемы гуманитарных и общественных наук. 2017. № 5 (18). С. 48–52.

5. Гольцова Т.А., Проценко Е.А. Инновационные подходы к организации самостоятельной работы по иностранному языку // Ярославский педагогический вестник. 2022. № 2 (125). С. 58–65.

6. Халяпина Л.П. Междисциплинарная координация в системе профессионально-ориентированного обучения иностранным языкам в вузе // Вестник ПНИПУ. Проблемы языкознания и педагогики. 2017. № 2. С. 149–155.

УДК 378.046.4
DOI 10.17513/snt.39743

АНАЛИЗ ОПЫТА ОРГАНИЗАЦИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ: ДОСТИЖЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ

Димитриев Р.А., Гаврилов П.Г.

*Негосударственное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Научно-образовательный центр «ЭКРА»,
Чебоксары, e-mail: dimitriev_ra@ekra.ru, gavrilo pg@ekra.ru*

В статье рассматриваются вопросы компетентности и квалификации инженеров электроэнергетической отрасли, как наиболее важные проблемы в сфере подготовки кадров в быстроизменяющихся тенденциях развития техники и технологии. Проведен анализ работы научно-образовательных центров как современных учреждений дополнительного профессионального образования на примере НОУ НОЦ «ЭКРА». Рассмотрены образовательные программы научно-образовательных центров в Чувашской Республике и в нашей стране в целом, выявлены их особенности и одинаковые черты. Дано уточнение понятию «интеграционный подход» в рамках осуществления дополнительного профессионального образования инженерно-технических специалистов в области электроэнергетики и электротехники. Проведен анализ компетентности инженеров-энергетиков методом анкетирования, а также уточнен уровень их подготовки и квалификации непосредственно методом экспертной оценки вышестоящих руководителей. Результаты диагностики уровня компетентности инженеров-энергетиков методами анкетирования и экспертной оценки, а также уровня их подготовки и квалификации до и после прохождения курсов повышения квалификации свидетельствуют о преимущественно среднем исходном уровне их квалификации. Необходимо продолжить поиск и апробирование как организационных, так и педагогических путей совершенствования деятельности научно-образовательных центров по повышению уровня квалификации специалистов в области электроэнергетики и электротехники.

Ключевые слова: специалисты в области электроэнергетики, повышение квалификации, ЭКРА, научно-образовательный центр, профессиональная компетентность, компетенция

ANALYSIS OF EXPERIENCE IN ORGANIZING ADDITIONAL PROFESSIONAL EDUCATION FOR SPECIALISTS IN THE FIELD OF ELECTRIC POWER INDUSTRY: ACHIEVEMENTS AND PROBLEMS

Dimitriev R.A., Gavrilo P.G.

*Non-State Educational Institution of Additional Professional Education
«Scientific and Educational Center «EKRA», Cheboksary,
e-mail: dimitriev_ra@ekra.ru, gavrilo pg@ekra.ru*

The article deals with the issues of competence and qualification of electric power engineers as the most important issues in the field of personnel training in the rapidly changing trends of engineering and technology development. The analysis of scientific and educational centers as modern institutions of additional professional education on the example of REC "EKRA" has been carried out. The educational programs of the existing scientific and educational centers in the Chuvash Republic and in our country were considered, their features and similarities were revealed. The notion of "integration approach" within the framework of additional professional education of engineering and technical specialists in the field of electric power engineering and electrical engineering was specified. The competence of electric power engineers has been analyzed by questionnaire survey method, and their level of training and qualification has been clarified directly by the method of expert evaluation of the supervisors. The results of diagnostics of the competence level of power engineers by the methods of questionnaires and expert evaluation, as well as their training and qualification level before and after taking qualification improvement courses testify to their mostly average initial qualification level. It is necessary to continue searching and testing both organizational and pedagogical ways to improve the activities of scientific and educational centers for advanced training of specialists in the field of electric power engineering and electrical engineering.

Keywords: specialists in the field of electric power industry, advanced training, EKRA, scientific and educational center, professional competence, competence

Электроэнергетика – одна из составляющих частей экономики нашей страны, в которой реализуется процесс производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии. Продукция электроэнергетики используется на всех этапах производства и продажи товаров общего потребления, обеспечивает полную

автоматизацию и регулирование процессов, способствуя значительному увеличению производительности труда, уменьшению расхода материальных ресурсов и повышению качества продукции [1].

Одними из основных компонентов, обеспечивающих бесперебойное электроснабжение потребителей, являются устройства

релейной защиты и автоматики. Чувашская Республика является центром «релестроения» России и ближайшего зарубежья [2]. Именно здесь за последние 40 лет были сделаны главные научные открытия в данной области. Быстрый прогресс научных школ и технических производств ставит задачу обучить пользователей и эксплуатирующий персонал. За короткий срок произошел переход от электромеханических аппаратов релейной защиты к полупроводниковым, так и не получившим особой популярности.

В 2003 г. начался переход на микропроцессорные аппараты релейной защиты, продолжающийся до сих пор, претерпевший ряд глобальных изменений в течение всего времени реализации и означающий для электроэнергетики России начало перехода в цифровую эру [3]. Частным случаем «цифровизации» является появление высокоавтоматизированных объектов электроэнергетики под названием «Цифровые подстанции», которых за последние три года было построено около 30 на территории нашей страны [4].

Однако, как бы быстро ни изменялась техническая сторона вопроса перевооружения и развития средств релейной защиты и автоматики, компетенции обслуживающего персонала не успевают сформироваться и трансформироваться должным образом [6]. Сложность аппаратной и программной реализации устройств увеличивается, и «старая» подготовка персонала уже не является полной и достаточной.

Можно сделать вывод, что одной из важнейших задач в сфере профессионального образования на данный момент является формирование конкурентоспособного выпускника, обладающего высокоразвитой профессиональной компетентностью [7]. Зачастую организации высшего профессионального образования не могут обеспечить нужный уровень подготовки к выполнению высококвалифицированных работ, выполняемых на предприятиях. Встает вопрос о получении специалистами дополнительного профессионального образования. Решением этих задач в настоящее время занимаются учебные и научно-образовательные центры [8].

Цель исследования – изучить опыт организации дополнительного профессионального образования специалистов в области электроэнергетики на примере НОУ НОЦ «ЭКРА».

Материалы и методы исследования

Материалами для проведения исследования послужил опыт организации допол-

нительного профессионального образования и повышения квалификации специалистов в области электроэнергетики на примере учебных и научно-образовательных центров нашей страны. Изучена деятельность данных центров, проведен анализ информации, выложенной в открытом доступе. В рамках проведения исследования подробно рассмотрен опыт негосударственного образовательного учреждения НОЦ «ЭКРА». Был проведен опрос обучающихся, направленный на изучение их осведомленности в области профессиональной компетентности современного специалиста-электроэнергетика, самооценки ими уровня сформированности профессиональных компетенций. Для обработки полученных результатов применялся контент-анализ ответов обучающихся.

Результаты исследования и их обсуждение

Учебный центр – общее название специализированных образовательных учреждений, создаваемых при организациях, предприятиях и их объединениях в целях повышения квалификации или переподготовки персонала, а также для обучения новых работников и других лиц, нуждающихся в образовательных услугах данного профиля. Научно-образовательный центр – это учебный центр, который в дополнение к образовательной деятельности ведет научные исследования и интегрирует их в образовательный процесс.

Целью функционирования НОЦ является проведение фундаментальных и прикладных научных исследований, разработка новых программ и методов, развивающих и интегрирующих фундаментальные научные исследования и учебный процесс, методическое обеспечение образовательного процесса, подготовка и переподготовка специалистов высшей квалификации, повышение профессиональности и компетентности обучающихся.

Под компетентностью в рамках рассматриваемого вопроса понимается способность качественно выполнять свои должностные обязанности с соблюдением высокого уровня качества выполняемых работ. Профессионализм в данном случае означает обладание совокупностью таких знаний, умений и навыков выполнения своих должностных обязанностей, которые будут способствовать получению наиболее качественного и количественного результата рабочей деятельности. Данное понятие требуется уточнить в ходе проведения исследования.

Перечень курсов в рассматриваемых НОЦ

Научно-образовательные центры и проводимые на их базе курсы обучения		Релематика	Бреслер	Теквел
РЗА 6-35кВ	ЭКРА	Устройства РЗА подстанционного оборудования класса 6–35 кВ	Устройства релейной защиты и автоматики подстанционного оборудования 6–35 кВ	
		Устройства РЗА энергетических объектов 6–35 кВ		
РЗА подстанционного оборудования	ЭКРА	Устройства РЗА подстанционного оборудования 35–110 кВ	Устройства релейной защиты и автоматики линий и подстанционного оборудования 110–750 кВ	
		Устройства РЗА подстанционного оборудования класса 110–220 кВ		
РЗА станций	ЭКРА	Устройства РЗА подстанционного оборудования класса 330–750 кВ	Устройства РЗА станционного оборудования	
Устройства автоматики	ЭКРА	Микропроцессорные устройства противоаварийной автоматики	Локальная противоаварийная автоматика	
АСУ	ЭКРА	Микропроцессорные устройства управления присоединением		
Цифровая подстанция	ЭКРА	ПТК АСУ технологическими процессами подстанций	АСУ ТП на базе ПТК UniSCADA	
		Наладка и эксплуатация цифровых подстанций	Устройства РЗА серии ШЭТ 6(10)–35 кВ	МЭК 61850
ПО	ЭКРА	Разработка проекта SCL для цифровых подстанций	Устройства РЗА серии ШЭТ 110–750 кВ	Проектирование ЦПС
		Эксплуатация микропроцессорных устройств РЗА подстанционного оборудования	Стандарт МЭК 61850 Цифровая подстанция	ЛВС на энергообъектах Эксплуатация цифровых подстанций
Общие курсы	ЭКРА	Устройства и системы контроля сопротивления изоляции производства НПШ «ЭКРА»	Инженерное ПО производства ООО «Релематика»	Консультации в области компьютерной техники
			Основы релейной защиты по программам повышения квалификации	Оборудование, выпускаемое ООО НПШ «Бреслер» Особенности цифровой элементной базы для релейной защиты и автоматики Проверка и испытание отдельных элементов и систем релейной защиты Методы и технические средства управления заземления нейтралей электрических сетей 6–35 кВ

Ведущую роль в профессиональной переподготовке и повышении квалификации специалистов в области электроэнергетики нашей страны играет научно-образовательный центр «ЭКРА» [2]. Основной задачей НОЦ «ЭКРА» является удовлетворение образовательных и профессиональных потребностей, профессионального развития специалистов в области электроэнергетики, обеспечение соответствия их квалификации меняющимся условиям профессиональной деятельности и социальной среды. Для реализации образовательной деятельности НОЦ располагает лекционной аудиторией и одиннадцатью лабораториями РЗА, оснащенными необходимым оборудованием (компьютерами, мультимедийными проекторами, интерактивными досками, трибунами с интерактивными дисплеями, множеством типопредставителей выпускаемой аппаратуры) [2].

В целях анализа деятельности учебных центров, в которых реализованы программы обучения по аналогичным специальностям, были выделены три наиболее схожих с НОУ НОЦ «ЭКРА», а именно: НОЧУ ДПО «Учебный центр «Релематика», институт повышения квалификации специалистов релейной защиты и автоматики при НПП «Бреслер» и компания «Теквел» (г. Москва). Перечень курсов приведен в таблице.

Учебный центр «Релематика» реализует 11 программ повышения квалификации [10]. Стоит отметить, что у данного учебного центра есть две общие образовательные программы, направленные на обучение цифровым технологиям. Также присутствуют две программы обучения специфичному цифровому оборудованию данного производителя.

Институт повышения квалификации специалистов релейной защиты и автоматики при НПП «Бреслер» реализует 8 образовательных программ [11]. Данный образовательный центр является старейшим в сфере электроэнергетики. Он был открыт одним из первых в России и Чувашской Республике. В данном институте по тематике цифровых технологий открыто 4 образовательные программы. Отдельно стоит отметить, что реализованы программы по анализу и проектированию компьютерных сетей. В рамках развития компетенций в сфере цифровизации у электротехнического персонала данные программы являются перспективными.

Компания «Теквел» является одним из «законодателей моды» в сфере цифровой энергетики. Организация занимается не только разработкой программно-аппаратного комплекса, но и обучением, повы-

шением квалификации инженерно-технического персонала, занимающегося наладкой и эксплуатацией цифровых подстанций [12]. Все программы данного производителя направлены исключительно на обучение технологии ЦПС, что позволяет обучающимся овладеть широким спектром компетенций в сфере цифровизации электроэнергетики с точки зрения электротехнического персонала, обслуживающего данные подстанции.

На данный момент в сфере повышения квалификации в электроэнергетике в целом и в области релейной защиты в частности прослеживается устойчивая тенденция на развитие курсов по тематике «Цифровая подстанция». В ответ на развитие устройств данного направления учреждения дополнительного образования не только вводят новые курсы, но и дорабатывают их с учетом вопросов, возникающих у обучающихся.

Стоит обратить внимание, что предлагаются не только курсы по основной специальности – релейной защите и автоматике, но и по локальным вычислительным сетям и компьютерным системам. Это означает, что данные вопросы являются достаточно острыми для персонала цифровых подстанций.

С целью изучения состояния профессиональной компетентности специалистов в области электроэнергетики был проведен социологический опрос (анкетирование) инженеров электроэнергетических специальностей, проходящих обучение на базе научно-образовательного центра ЭКРА на протяжении 2022 г. (в опросе участвовали 112 респондентов).

Респондентам была дана следующая анкета, состоящая из вопросов с развернутыми ответами и тестовой частью, необходимая для определения компетентности и профессионализма опрашиваемых. В качестве ответов на тест принимались значения от 1 до 5, где ответ «1» означает полное несогласие/низкую оценку, а ответ «5» означает полное согласие/высокую оценку.

Были заданы следующие вопросы с развернутым ответом:

1. Ваш возраст?
2. Уровень полученного образования, годы его получения?
3. Почему Вами было выбрано именно это направление?
4. Занимаетесь ли Вы самоподготовкой/самообразованием по основному виду деятельности? Если да, то укажите, как именно.
5. Что Вы понимаете под профессиональной компетентностью специалиста в сфере релейной защиты и автоматики?
6. Какими знаниями, по Вашему мнению, должен обладать инженер РЗА?

7. Какими умениями, по Вашему мнению, должен обладать инженер РЗА?

8. Какими знаниями и умениями, по Вашему мнению, обладаете Вы, как инженер РЗА?

Были заданы следующие тестовые вопросы по пятибалльной шкале:

1. Как Вы оцениваете свой уровень подготовки в сфере трудовой деятельности?

2. Как Вы оцениваете свой уровень профессиональной компетентности?

3. Удовлетворяет ли Вас в целом работа в данной сфере деятельности?

4. Ощущаете ли Вы «неуверенность» при работе с новыми устройствами/технологиями в сфере РЗА?

5. Как Вы оцениваете свой уровень владения «традиционными» технологиями РЗА?

6. Как Вы оцениваете свой уровень владения новыми «цифровыми» технологиями РЗА до прохождения курса?

7. Как Вы оцениваете свой уровень владения новыми «цифровыми» технологиями РЗА после прохождения курса?

8. Удовлетворяет ли Вас в целом обучение и образовательный процесс в данном научно-образовательном центре?

Контент-анализ развернутых ответов показал, что для большинства респондентов характерно обобщенное представление о понятии профессиональной компетентности (93 %), и лишь 10 % из них дали развернутое определение данного понятия.

Приведем наиболее характерные ответы респондентов:

– Знание необходимой нормативно-правовой документации, непосредственное знание оборудования, с которым сталкиваешься при выполнении своих должностных обязанностей.

– Обладать знаниями и умениями для выполнения поставленных задач. Полное понимание технологических процессов в области занимаемой должности.

– Умение четко и корректно выполнять свои задачи на рабочем месте согласно занимаемой должности.

В целях уточнения представления специалистов в области электроэнергетики о содержании понятия «компетенции», были заданы 5–8 вопросы. В качестве знаний, которыми должен обладать инженер, были названы:

– основы теоретической электротехники (ТОЭ);

– основы электроники;

– основы энергетики и электроснабжения;

– релейная защита и автоматика;

– противоаварийная и системная автоматика;

– анализ осциллограмм переходных, установившихся и аварийных режимов;

– высоковольтное и низковольтное оборудование;

– знание правил и техники безопасности;

– знание делового этикета в сфере рабочей деятельности.

В качестве умений, которыми должны обладать сотрудники, были названы:

– пайка и монтаж элементов оборудования;

– чтение принципиальных, функциональных, монтажных и первичных схем;

– решение и урегулирование конфликтных вопросов;

– быстрая адаптация к новым технологиям в рабочей деятельности;

– находчивость при решении аварийных ситуаций;

– изобретательность в подходе к рутинным задачам;

– эффективность и рационализация в области решаемых задач.

Анализ полученной в ходе опроса информации показал, что большинство респондентов отметили все перечисленные выше пункты. Это говорит о том, что опрошенные понимают серьезную необходимость в изучении большого количества учебных и методических материалов по специфике профессиональной деятельности, а также непрерывного повышения своей квалификации [13].

Проводя анализ развернутых ответов на вопросы, можно уточнить применяемые понятия. Под компетентностью можно понимать совокупность мобильных профессионально-квалификационных, творческих, социально-гуманитарных и личностных компетенций инженера, которые определяют его способность и возможность к деятельности в условиях рыночных отношений и позволяют добиваться результатов, адекватных требованиям научно-технического прогресса, современных социокультурных норм и системы аксиологических ориентиров общества. Профессиональность – обладание совокупностью таких знаний, умений и навыков выполнения своих должностных обязанностей, которые будут способствовать получению наиболее качественного и количественного результата рабочей деятельности.

При ответе на 6–8 вопросы респонденты должны были описать, какими знаниями и умениями должен обладать специалист в области РЗА и какими из приведенных качеств обладают именно они. Как показал опрос, было указано менее половины пунктов, предложенных из списка. Проанализировав ответы тестовой части, можно сделать следующие выводы:

1) уровень подготовки по результатам теста можно определить как средний. От-

веты респондентов разделились примерно по 1/3 на оценки «3», «4» и «5», что проиллюстрировано на рис. 1, а;

2) свою компетентность респонденты оценили более высоко, о чем можно судить по результатам опроса, приведенного на рис. 1, б;

3) оценки своего уровня владения и обладания навыками «цифровых технологий» в сфере РЗА до и после прохождения соответствующего курса значительно различались. Оценивая результаты, можно отметить, что количество респондентов, чьи ответы стали «лучше» на один и более балла, было повышено. Результаты анализа оценок уровня владения навыками «цифровых

технологий» до и после прохождения курса приведены на рис. 2;

4) был проведен анализ зависимости оценок до и после прохождения курса от возраста обучающихся. Результаты зависимости оценок уровня владения навыками «цифровых технологий» до и после прохождения курса от возраста респондентов приведены на рис. 3 и 4.

По результатам опроса, проиллюстрированным выше, видно, что после прохождения курсов оценка улучшилась по всем возрастным группам.

Особо стоит отметить, что для группы возрастом 55–65 средняя оценка сместилась от «2» к «3».

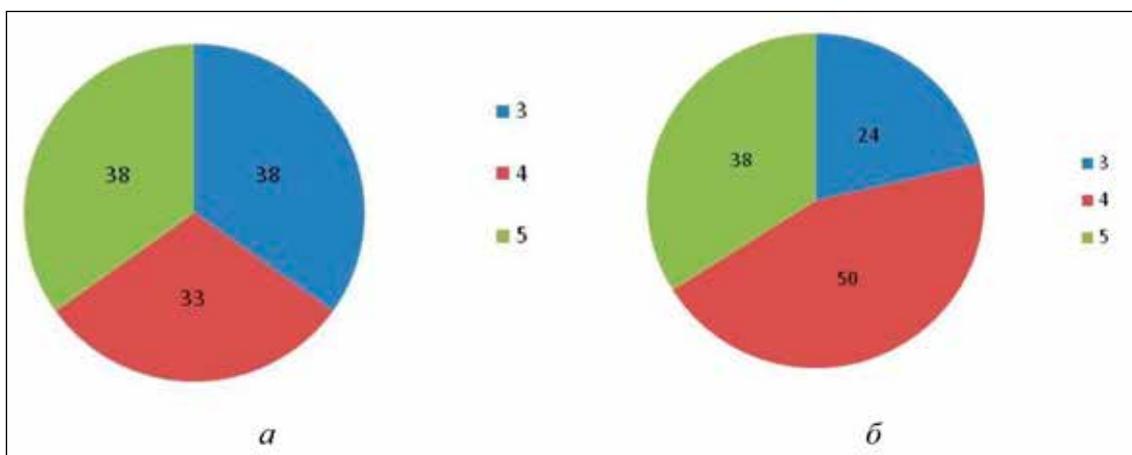


Рис. 1. Анализ ответов респондентов:
 а) по уровню подготовки от общего числа опрошенных;
 б) по оценке своей компетентности от общего числа опрошенных

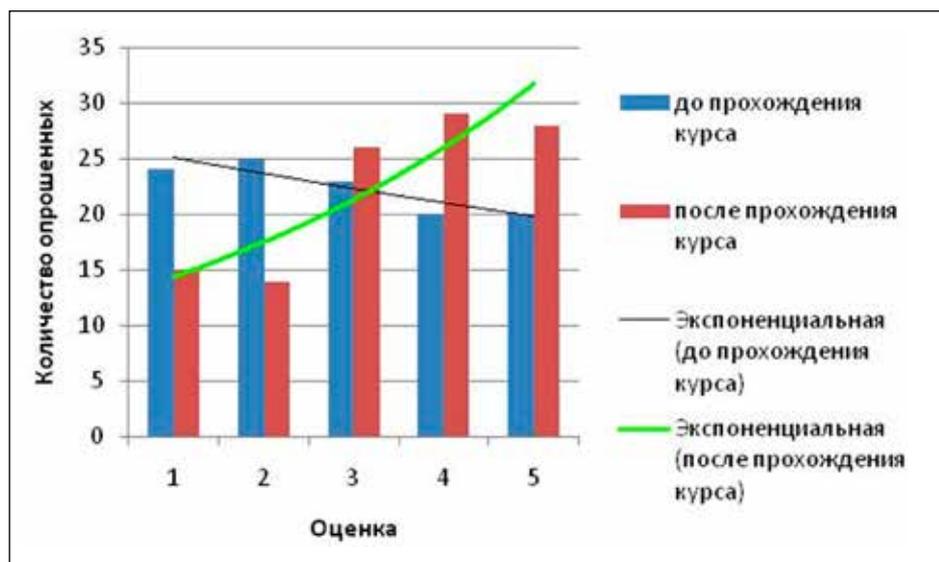


Рис. 2. Анализ оценок опрошенных респондентов до и после прохождения курса «Цифровые подстанции»

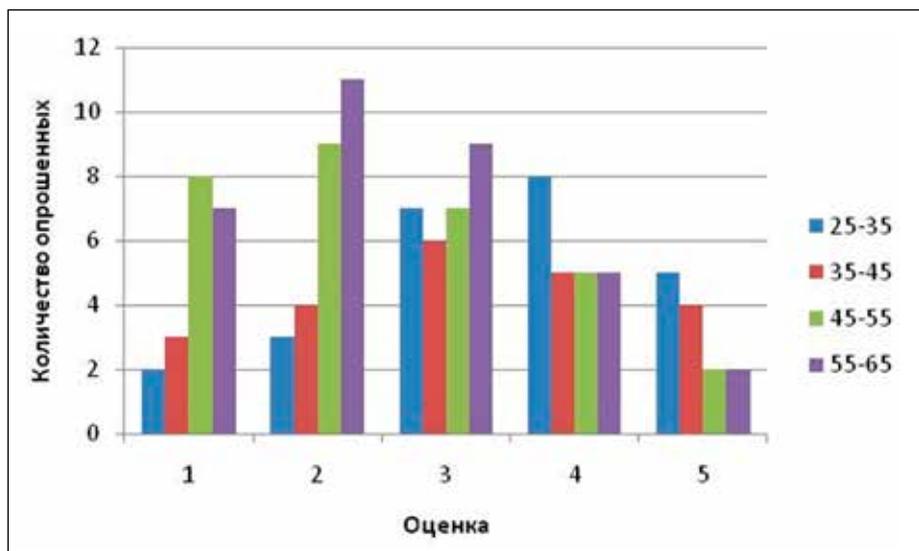


Рис. 3. Зависимость уровня от возраста до прохождения курса

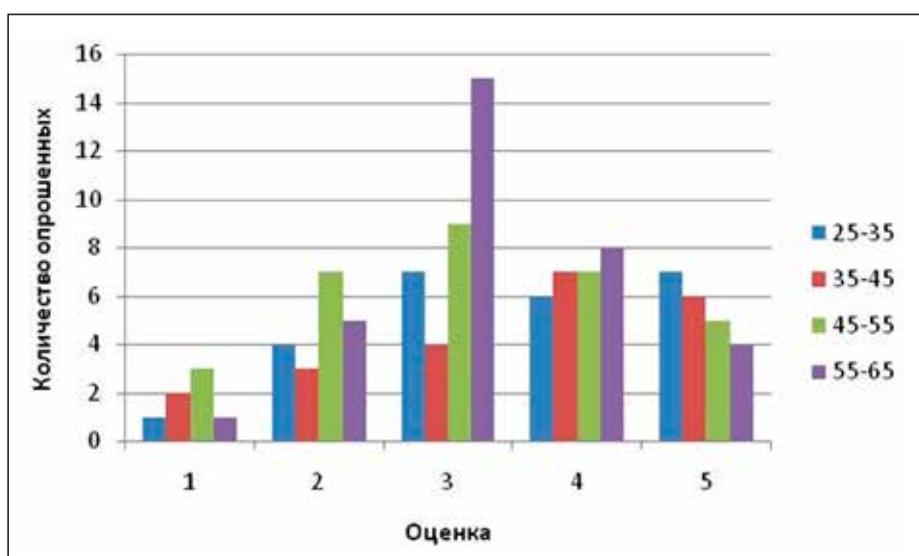


Рис. 4. Зависимость уровня от возраста после прохождения курса

Для подтверждения полученных результатов был проведен опрос руководителей подразделений предприятий электроэнергетической промышленности, таких как АО «Концерн Росэнергоатом», ПАО «СИБУР Холдинг», ПАО «Россети», ПАО «Газпром» на предмет оценки ими уровня профессиональной компетентности и квалификации сотрудников. Опрос показал, что в целом самооценка сотрудников и оценка руководителей совпадают.

Выводы

1. Проведенный анализ работы научно-образовательных центров на примере НОЦ

«ЭКРА», НОЧУ ДПО Учебный центр «Релематика», института повышения квалификации специалистов релейной защиты и автоматики при НПП «Бреслер» и компании «Теквел» (г. Москва) показал, что их деятельность строится в соответствии с требованиями электроэнергетической отрасли и учитывает происходящие в отрасли изменения и нововведения. Это проявляется в своевременном внесении изменений в предлагаемое центрами содержание программ повышения квалификации, подготовки и переподготовки кадров.

2. Результаты диагностики уровня компетентности инженеров-электроэнергети-

ков методами анкетирования и экспертной оценки, а также уровня их подготовки и квалификации до и после прохождения курсов повышения квалификации свидетельствуют о преимущественно среднем исходном уровне их квалификации. После обучения на курсах повышения квалификации этот уровень повышается, однако не всегда до требуемого уровня.

3. В своей образовательной деятельности преподаватели центров сталкиваются с рядом проблем: а) значительная часть обучающихся имеет изначально недостаточный уровень профессиональной подготовки; б) наблюдается низкий уровень мотивации обучающихся к повышению своей квалификации и компетентности в сфере электроэнергетики.

4. Вышесказанное свидетельствует о необходимости поиска как организационных, так и педагогических путей совершенствования деятельности НОЦ по повышению квалификации специалистов в области электроэнергетики.

Список литературы

1. Гибадуллин А.А., Гибадуллин И.А. Современные основы функционирования электроэнергетики России // Мир науки. Педагогика и психология. 2014. № 3. С. 97–102.
2. Никитин А.А. Научно-образовательный центр НПП «ЭКРА» // Релейщик. 2009. № 3. С. 97–102.
3. Жраков С.В., Зацепина В.И. Развитие релейной защиты в электроэнергетической системе России // StudNet. 2021. № 4. С. 97–102.
4. Кузьменкова В.Д. Цифровизация электроэнергетической промышленности // Естественно-гуманитарные науки. 2019. № 26 (4). С. 115–119.
5. Инновационные решения НПП «ЭКРА» – актуально, профессионально, надежно // Территория Нефтегаз. 2011. № 6. С. 97–102.
6. Ганжара И.В. Проблемы развития профессиональной компетенции у выпускников современных российских вузов // Современное педагогическое образование. 2021. № 11. С. 97–102.
7. Шишкина Е.С., Аветисян В.П. Факторы, влияющие на повышение конкурентоспособности выпускников вузов // Основы экономики, управления и права. 2013. № 5 (11). С. 55–60.
8. Купцова И.В., Лактаева Н.Е. Научно-образовательные центры как драйвер развития инновационной экономики России // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2020. № 2. С. 97–102.
9. Потачев С.А., Потемкин М.Н. Научно-образовательные центры // Universum: Вестник Герценовского университета. 2011. № 11. С. 97–102.
10. Учебный центр компании Релематика. [Электронный ресурс]. URL: <https://relematika.ru/center/> (дата обращения: 16.06.2023).
11. Институт повышения квалификации специалистов релейной защиты и автоматики. [Электронный ресурс]. URL: <https://ipk-rza.ru/> (дата обращения: 16.06.2023).
12. Учебный центр компании Теквел [Электронный ресурс]. URL: <https://tekvel.com/ru/trainings/> (дата обращения: 16.06.2023).
13. Попова Е.М. Современный подход к организации дополнительного образования // Научные исследования в образовании. 2011. № 5. С. 97–102.

УДК 378.147

DOI 10.17513/snt.39744

ПОДГОТОВКА УЧИТЕЛЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В УСЛОВИЯХ ОБНОВЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

Елагина В.С., Михайлова Т.А., Черная Е.В.

*ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет»,
Челябинск, e-mail: V_275@mail.ru*

Проблема подготовки будущих учителей физической культуры остается актуальной, а требования не только повысились, но и кардинально изменились. В статье актуализируется проблема организации практико-ориентированной подготовки студентов в вузе, которая рассматривается в фокусе педагогической действительности с учетом активного реагирования на глобальные изменения современной действительности. Целью работы является определение современных образовательных технологий и активных методов обучения, способствующих повышению эффективности подготовки будущих учителей физической культуры в условиях обновленного содержания образования. Основным теоретическим методом в исследовании является анализ научно-методической литературы, позволивший изучить особенности подготовки учителя физической культуры, определить образовательные технологии. Эмпирическое исследование осуществлялось с использованием методов наблюдения, опроса и обобщения педагогического опыта. Методология исследования строилась на основе практико-ориентированного подхода к организации подготовки студентов в педагогическом вузе, что позволяет осуществить переход от традиционных занятий по физической культуре к реализации практико-ориентированных технологий, от обязательных для всех студентов учебных занятий к выбору обучающихся в соответствии с их интересами и физическими возможностями. Обновление содержания подготовки студентов неизбежно влечет за собой активное применение в образовательной деятельности вуза современных инновационных технологий, способствующих интенсификации образовательного процесса и повышения познавательной активности и самостоятельности обучающихся. Использование тренингов, деловых игр, метода конкретных ситуаций, технологий проблемного и проектного обучения, мастер-классов будет способствовать усилению практической направленности образовательного процесса в вузе. Новые подходы к определению содержания подготовки учителей физической культуры, обеспечение вариативности, усиление практико-ориентированности, использование в образовательном процессе инновационных технологий, ориентированных на интенсификацию и активизацию деятельности обучающихся, безусловно, будут способствовать повышению качества профессиональной подготовки будущих специалистов и эффективности образовательного процесса в вузе.

Ключевые слова: профессионально-педагогическая подготовка, инновационные технологии, обновление содержания подготовки будущих учителей физической культуры

TRAINING TEACHER OF PHYSICAL CULTURE IN THE CONTEXT OF UPDATING THE CONTENT OF EDUCATION

Elagina V.S., Mikhaylova T.A., Chernaya E.V.

South Ural State University of Humanities and Pedagogy, Chelyabinsk, e-mail: V_275@mail.ru

The issue of training future physical education teachers remains topical, and the requirements have not only increased, but also changed dramatically. The article actualizes the problem of organization of practical-oriented training of students in the university, which is considered in the focus of pedagogical reality-taking into account the active response to global changes of the modern reality. The aim of the work is to identify modern educational technologies and active teaching methods that contribute to increasing the effectiveness of training future physical education teachers in a renewed educational environment. The main theoretical method in the study is the analysis of scientific and methodical literature, which made it possible to study the peculiarities of physical education teacher training, to determine educational technologies. The empirical study was carried out using observation, interviewing and learning methods. The methodology of the study was based on a practical-oriented approach to the organization of training of students in a pedagogical university, which allows the transition from traditional physical culture classes to the implementation of practical-oriented technologies, From compulsory for all students to the choice of students according to their interests and physical abilities. Updating the content of students' training inevitably entails the active use in the educational activities of the university of modern innovative technologies that contribute to the intensification of the educational process and increase cognitive activity and independence of students. The use of trainings, business games, method of specific situations, technologies of problem and project training, master classes will contribute to strengthening the practical orientation of educational process at the university. New approaches to determining the content of physical education teacher training, ensuring variability, strengthening practices.

Keywords: professional and pedagogical training, innovative technologies, updating of the content of training of future teachers of physical culture

Отличительной особенностью современного этапа развития отечественного образования является обновление структуры и содержания системы подготовки будущих педагогов всех направлений, в том числе

и направления подготовки учителя физической культуры, обеспечивающего формирование у будущих специалистов системы научных знаний и профессиональных умений, мобильности и конкурентоспособ-

ности. Масштабная комплексная реформа российской системы высшего образования вызвана развитием современного общества и необходимостью изменений содержательных и процессуально-технологических основ подготовки будущих педагогов в соответствии с новыми требованиями ФГОС ВО и профессионального стандарта, определяющих ключевые компетенции учителя.

Следует признать, что существующая система подготовки будущих учителей физической культуры в педагогическом вузе не отвечает требованиям общества и общеобразовательной школы. Реализуя программы учебных курсов по педагогике, психологии, теории и методики физической культуры, приходится постоянно оптимизировать решение задач формирования физической культуры личности, воспитание лидерских качеств, развитие физкультурно-оздоровительной и психолого-педагогической компетентности студентов. Опыт работы и педагогические наблюдения показали, что преподаватели вуза недостаточно осведомлены о научно-методических основах системы физического воспитания детей, молодежи, взрослого населения, не рассматривают физическое воспитание как систему, ее структуру и содержание в контексте актуальных проблем в условиях современного образования. В связи с этим подготовка будущих учителей физической культуры приобретает особую актуальность.

Авторы разделяют мнение Н.А. Худайбердиевой, исследовавшей проблемы подготовки учителей в системе высшего образования, о том, что цели, задачи и содержание педагогического образования должны отвечать потребностям общества и государства, учебно-методическая база и организация учебно-тренировочных занятий должны соответствовать современному уровню развития инноваций в образовании и образовательным технологиям [1].

На наш взгляд, первостепенными задачами организации профессионально-педагогической подготовки будущих учителей физической культуры в вузе являются создание профессионально-прикладных проектов, использование современных образовательных технологий, моделирование инновационных методов и форм физического воспитания. Современные требования в условиях обновления системы образования в нашей стране предполагают связь теории и практики, направленной на формирование у будущих педагогов инициативы, развитие творческих способностей, навыков самостоятельной работы. Учебные планы по дисциплине «Физическая культура» должны быть ориентированы на подготовку специ-

алиста-профессионала, формирование его педагогической компетентности, развитие способностей к поиску, углубленной работе по изучению различных проблем профессионального педагогического образования, умеющего аналитически мыслить, планировать свою педагогическую деятельность, добиваться высоких результатов в педагогической деятельности путем практической реализации своих знаний и умений, приобретенных в процессе обучения в вузе.

В процессе исследовательской деятельности, направленной на определение соотношения между практическими умениями и теоретическими знаниями студентов, мы пришли к заключению, что повышение эффективности образовательного процесса в вузе возможно, если в процессе обучения студентов ориентироваться на вариативность образовательных программ, использование современных образовательных технологий.

Целью работы является определение современных образовательных технологий и активных методов обучения, способствующих повышению эффективности подготовки будущих учителей физической культуры в условиях обновленного содержания образования.

Материалы и методы исследования

На основе анализа научно-методической литературы были изучены особенности реализации системы подготовки учителей физической культуры, определены образовательные технологии, ориентированные на реализацию проекта «Ядро высшего педагогического образования». Эмпирическое исследование осуществлялось с использованием методов наблюдения, опроса и обобщения педагогического опыта. Методология исследования строилась на основе практико-ориентированного подхода к организации подготовки студентов в педагогическом вузе, что позволяет осуществить переход от традиционных занятий по физической культуре к реализации практико-ориентированных технологий, от обязательных для всех студентов учебных занятий к выбору обучающихся в соответствии с их интересами и физическими возможностями.

Результаты исследования и их обсуждение

Профессиональная подготовка учителей физической культуры совершенствуется вместе с ростом требований к нему, а требования предъявляются в контексте развития физической культуры как учебного предмета в школе и вузе. В этой связи перед ву-

зами в качестве одной из приоритетных задач встает задача приведения системы подготовки успешного педагога в соответствие с новыми потребностями профессиональной деятельности. Требуется специалист, владеющий способами реализации форм и методов физического воспитания со здоровьесберегающей функцией, а также средствами эффективного управления системой физической воспитания обучающихся в школе.

Успешность подготовки будущих учителей к педагогической деятельности зависит от многих факторов, одним из которых является общая культура как основа личности. Овладевая культурой, личность приобретает определенную ориентацию в мире, идентифицирует себя с требованиями социума, развивает глубину собственных суждений, аналитические способности, критическое мышление. Знание общей культуры для личности педагога, его профессиональной деятельности трудно переоценить. Педагог, знающий, понимающий и принимающий общечеловеческие ценности, усвоивший отечественные культурные традиции, может стать авторитетным воспитателем и наставником подрастающего поколения и добиться значительных результатов в своей педагогической деятельности.

Физическая культура рассматривается нами как важная составляющая общей культуры педагога. По мнению А.П. Шкляренко и А.А. Мазур, физическая культура личности студента как системное образование представляет собой единство трех взаимосвязанных составляющих, направленных на оптимальную реализацию в различных видах педагогической деятельности: физкультурного мировоззрения и эмоционального комфорта при физкультурной деятельности, физической, психической и функциональной развитости и физкультурно-оздоровительной компетентности личности [2]. В условиях обновленного содержания образования основными направлениями подготовки будущего учителя физической культуры являются овладение системой теоретических знаний и практических навыков по дисциплине «Физическая культура», развитие мотивации к совершенствованию физических качеств и двигательных способностей, достижение высокого уровня физической и спортивной подготовленности, физической выносливости и тренированности, раскрытие физического потенциала и удовлетворение физических потребностей и запросов. Обновленное содержание вузовского образования ориентировано на последовательное и логическое освоение содержания предметной, методической и практической

подготовки будущих педагогов, отражающих современные тенденции развития образования, различных видов деятельности как в учебной и внеучебной, так и в воспитательной деятельности педагога. На наш взгляд, следует усилить психолого-педагогическую составляющую обучения студентов, будущих учителей физической культуры, которая должна предшествовать изучению дисциплин методического блока (Теория и методика физической культуры, Теория и методика спорта, Методика преподавания предмета «Физическая культура», Методика обучения спортивным дисциплинам) и иметь практико-ориентированный характер, позволяющий студентам закрепить полученные знания и умения на практиках в общеобразовательных и спортивных школах, в оздоровительных и спортивных лагерях в качестве вожатых и инструкторов по физической культуре.

Обновление содержания подготовки будущего учителя должно быть ориентировано на формирование в его сознании целостной картины педагогической деятельности. Поэтому особую актуальность приобретают межпредметный и метапредметный подходы к определению базового содержания подготовки студентов. Особое внимание следует уделить взаимодополняемости психолого-педагогических и спортивных дисциплин, а также реализации межпредметных связей при изучении дисциплин общегуманитарного, медико-биологического и общепрофессионального циклов. Освоение предметного содержания на основе межпредметной интеграции способствует формированию теоретического мышления, развитию у студента понимания окружающей действительности как системы, позволяет ему видеть взаимосвязи явлений и процессов, для объяснения сущности которых осуществлять перенос знаний одной дисциплины на предмет изучения другой. Метапредметный подход к обучению студентов позволяет формировать у них универсальные способы деятельности, развивать навыки работы с информацией, критическое и творческое мышление, а также навыки рефлексии, что, безусловно, способствует развитию педагогической компетентности и повышает эффективность профессиональной подготовки.

Авторы согласны с мнением А.А. Стеблева, О.Е. Чайковской, М.В. Стефановского, что содержательное обновление подготовки студентов неизбежно влечет за собой и процессуальные изменения, связанные с активным применением в образовательной деятельности вуза современных инновационных технологий, способствующих интен-

сификации образовательного процесса [3]. Усиление практической направленности обновленного содержания нацеливает образовательные программы на использование активных форм и методов обучения, инновационных технологий, к которым авторы относят тренинги, деловые игры, методы и технологии проблемного и проектного обучения, мастер-классы. Их использование активизирует познавательную и исследовательскую деятельность студентов, способствует развитию их мотивации, интереса и самостоятельности.

Практико-ориентированная подготовка учителя физической культуры должна осуществляться постепенно, включая процесс формирования теоретических знаний и методических умений, организацию системы практических занятий и прохождение практик, содержание которых ориентировано на продуктивную деятельность студентов, непосредственно включенную в процесс активного применения полученных знаний и умений в условиях педагогической деятельности. По мнению Л.И. Лубышевой, «результатом практико-ориентированной подготовки являются профессиональная компетентность и педагогическое мастерство, социальная активность и способность к саморазвитию, методологическая культура и самореализация, самостоятельность, активность и конкурентоспособность» [4, с. 67].

Одной из технологий, активизирующих познавательную активность и самостоятельность, является моделирование и решение конкретных ситуаций, связанных с профессиональной педагогической деятельностью. Данный метод основан на активном проблемно-ситуационном анализе актуальных проблем в сфере физической культуры и спорта. Сущность технологии заключается в том, что студенты получают небольшие по содержанию тексты микропроблем, решение которых требует от них самостоятельного поиска знаний, активной исследовательской и творческой деятельности.

В образовательном процессе методу конкретных ситуаций предшествуют дискуссионный и игровой методы, тем самым подготавливая студентов к командной деятельности, совместной выработке решения проблемы. Работа в команде способствует формированию у обучающихся умений слушать, понимать и принимать мнение участников команды, формулировать вопросы, аргументированно и лаконично строить собственные ответы, получать навыки пресс-конференции, подготовки презентаций. Работа с кейсом, включающим методы инцидента, ситуационного анализа, игровое

проектирование, дискуссии и др., позволяет вырабатывать собственные знания, а не получать их в готовом виде. Гибкость, вариативность, неоднозначность конкретных проблемных ситуаций способствуют развитию критического мышления, коммуникативных навыков и креативности обучающихся.

Другой достаточно перспективной и активно используемой в процессе обучения студентов технологией является деловая игра, основанная на имитации реального образовательного процесса, созданного на практическом занятии, и направленная на решение педагогических задач. Как правило, деловая игра носит проблемный характер и требует от обучающихся умений определить проблему, сформулировать педагогическую задачу, осуществить поиск альтернативного способа разрешения проблемы, провести анализ результатов. Организация деловых игр на практических занятиях способствует не только приобретению опыта решения проблемных задач, но развивает навыки работать в команде, креативность, аналитические умения, критическое мышление, самостоятельность и ответственность в принятии решения.

Описывая опыт организации профессиональной подготовки, Л.П. Кузнецова и Ю.И. Горлова отмечают, что использование игрового метода в самостоятельной деятельности студентов позволяет моделировать деятельность будущего профессионала в сфере физической культуры и спорта, более эффективно готовить студентов к прохождению производственной практики и профессиональной деятельности [5].

В процессе игровой деятельности обучающимися осуществляется игровое моделирование содержания деятельности учителя в конкретной реально существующей ситуации, в основе которой находится определенная проблема. Деловая игра предполагает совместную деятельность обучающихся, ролевое взаимодействие, коллективную и индивидуальную ответственность за результаты своей деятельности. Командная работа над проблемой требует от участников игры диалогического общения, согласованного поиска и принятия решений, что способствует активизации самостоятельной познавательной деятельности всех участников игры.

Для решения комплексных образовательных задач в процессе профессиональной подготовки студентов с успехом используется технология проектного обучения, направленная на формирование и развитие у студентов инициативности и креативности. Эффективность данной технологии заключается в том, что обучающиеся мотиви-

вированы на самостоятельный поиск информации, необходимой для исследования конкретной проблемы, возникающей в педагогической деятельности учителя физической культуры; приобретение опыта, коллективной или индивидуальной работы над проектом. При этом у обучающихся совершенствуются познавательные, организаторские, коммуникативные, профессиональные и исследовательские способности, необходимые для успешной педагогической деятельности.

Заключение

Изменения, происходящие в подготовке будущих педагогов, обусловленные переходом на педагогические стандарты третьего поколения, внедрение национальных проектов, цифровизация образования и другие факторы предъявляют новые требования как к содержанию, так и к образовательным технологиям.

Современные образовательные тенденции развития высшего физкультурного образования актуализируют ряд важных и перспективных задач профессиональной подготовки учителя физической культуры, среди которых ведущее место занимает формирование высокопрофессионального, компетентного, творческого, инициативного и конкурентоспособного специалиста. Новые подходы к определению содержания подготовки учителей физической культуры, обеспечение вариативности, усиление практико-ориентированности, использова-

ние в образовательном процессе инновационных технологий, способствующих интенсификации и активизации деятельности обучающихся, безусловно, будут способствовать повышению качества профессиональной подготовки будущих специалистов и эффективности образовательного процесса в вузе.

Список литературы

1. Худайбердиева Н.А. Актуальные проблемы подготовки педагогических кадров по физической культуре и спорту // Вестник науки и образования. 2019. № 10 (64). Ч. 3. С. 73–75.
2. Шкляренко А.П., Мазур А.А. Инновационные подходы в организации физкультурной деятельности студентов в вузе // Концепт. 2017. № S2. URL: <http://e-koncept.ru/2017/470027.htm> (дата обращения: 24.07.2023).
3. Стеблев А.А., Чайковская О.Е., Стефановский М.В. Модернизация системы профессиональной подготовки специалистов по физической культуре и спорту на основе инновационных технологий // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2019. № 2 (168). С. 338–342.
4. Лубышева Л.Н. Практико-ориентированная подготовка педагога по физической культуре к реализации инновационных процессов в системе физкультурного образования // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Совершенствование системы профессионального физкультурного образования и повышение квалификации специалистов по физической культуре и спорту в рамках реализации федеральной целевой программы развития образования на 2016–2020 годы», посвященной 85-летию Удмуртского государственного университета / Под общ. ред. докт. пед. наук, профессора Петрова П.К. Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2016. С. 66–71.
5. Кузнецова Л.П., Горлова Ю.И. Практические аспекты профессиональной подготовки студентов факультетов физической культуры и спорта с использованием инновационных методов обучения // Ученые записки Орловского государственного университета. 2016. № 1 (70). С. 194–198.

УДК 373.3
DOI 10.17513/snt.39745

НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ И ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ РЕГУЛЯТИВНЫХ ДЕЙСТВИЙ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ

Коткина Е.А.

ФГАОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»,
Саранск, e-mail: e.a.kotkina@bk.ru

В ходе работы автор проанализировал психолого-педагогическую научную литературу и нормативно-правовые документы, регулирующие образовательный процесс в отношении формирования универсальных учебных регулятивных действий младших школьников, а также представил результаты проведенной диагностики. Особое внимание уделено анализу Федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования и Федеральной общеобразовательной программы начального общего образования. Результаты исследования позволили выявить основные тенденции и подходы для формирования высокого уровня универсальных учебных регулятивных действий у младших школьников с целью улучшения качества образования и обеспечения успешного развития младших школьников. В заключение статья предоставляет обобщенные выводы на основе проведенного анализа и диагностики, подчеркивая важность целенаправленной работы над формированием универсальных учебных регулятивных действий младших школьников. Эти выводы открывают перспективы для дальнейших исследований и улучшения педагогических подходов к обучению младших школьников, способствуя их успешному развитию в учебной среде. Обращение к научной литературе и нормативно-правовым документам в данном исследовании подчеркивает научную обоснованность и актуальность работы, что придает значимость ее результатам для педагогической практики и образовательной политики. Это открывает новые возможности для разработки методик и программ, способствующих развитию универсальных учебных регулятивных действий у младших школьников и в конечном счете способствующих повышению общего уровня образования в стране.

Ключевые слова: универсальные учебные регулятивные действия, младшие школьники, Федеральный государственный образовательный стандарт, Федеральная общеобразовательная программа начального общего образования

Исследование выполнено в рамках гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям научной деятельности вузов-партнеров по сетевому взаимодействию (Башкирский государственный педагогический университет имени М. Акмуллы и Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева) по теме «Теоретические основы формирования регулятивных универсальных учебных действий младших школьников в проектной деятельности».

REGULATORY AND DIAGNOSTIC BASES FOR THE FORMATION OF UNIVERSAL EDUCATIONAL REGULATORY ACTIONS OF YOUNGER SCHOOLCHILDREN

Kotkina E.A.

Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseviev, Saransk, e-mail: e.a.kotkina@bk.ru

In the course of the work, the author analyzed the psychological and pedagogical scientific literature and legal documents regulating the educational process in relation to the formation of universal educational regulatory actions of younger students, and also presented the results of the diagnostics. Particular attention is paid to the analysis of the Federal State Educational Standard of Primary General Education and the Federal General Education Program of Primary General Education. The results of the study made it possible to identify the main trends and approaches for the formation of a high level of universal educational regulatory actions among younger students, in order to improve the quality of education and ensure the successful development of younger students. In conclusion, the article provides generalized conclusions based on the analysis and diagnostics carried out, emphasizing the importance of purposeful work on the formation of universal educational regulatory actions of younger students. These findings open up prospects for further research and improvement of pedagogical approaches to teaching younger students, contributing to their successful development in the learning environment. The reference to the scientific literature and regulatory documents in this study emphasizes the scientific validity and relevance of the work, which makes its results significant for pedagogical practice and educational policy. This opens up new opportunities for the development of methods and programs that contribute to the development of universal educational regulatory actions among younger students, and, ultimately, contribute to an increase in the overall level of education in the country.

Keywords: universal educational regulatory actions, junior schoolchildren, Federal State Educational Standard, Federal General Education program of primary general education

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 Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseviev) on the topic "Theoretical foundations for the formation of regulatory universal educational activities of younger schoolchildren in project activities".

Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования (ФГОС НОО) определяет универсальные учебные регулятивные действия (УУРД) как способности к самоорганизации (умению планировать действия по решению учебной задачи для получения результата; выстраивать последовательность выбранных действий); к самоконтролю (умению устанавливать причины успеха/неудач учебной деятельности; корректировать свои учебные действия для преодоления ошибок) [1]. Поэтому УУРД в образовании обычно относятся к способностям и навыкам учащихся, которые позволяют им осуществлять самоорганизацию и самоконтроль своей учебной деятельности. Эти умения помогают учащимся ставить цели, планировать свою работу, контролировать процесс выполнения задач, давать оценку своим действиям и достижениям, а также уметь вводить необходимые корректирующие действия. Способность к самоорганизации предполагает умение эффективно организовывать свою деятельность, распределять время, устанавливать приоритеты, определять цель, задачи и определять план действий для достижения результата [1]. Самоконтроль относится к умению регулировать и контролировать свое поведение и учебном процессе. Это формирует способность следить за своими достижениями, оценивать свои действия и принимать ответственность за результаты. УУРД считаются важными компонентами образовательного процесса, поскольку они помогают учащимся стать более активными и самостоятельными участниками своего обучения.

Цель исследования – анализ действующих нормативно-правовых документов, обеспечивающих необходимость формирования универсальных учебных регулятивных действий младших школьников и характеристика практико-ориентированных основ и их результатов.

Материалы и методы исследования

В работе использованы методы анализа, обобщения, систематизации и сравнения.

Результаты исследования и их обсуждение

Формирование УУРД является актуальной проблемой образования в младшем школьном возрасте и становится приоритетной задачей. Для младшего школьного возраста ведущей деятельностью становится учебная, поэтому происходит активное усвоение опыта через знания, умения и навыки. Учебная деятельность обеспечива-

ет младшему школьнику возможность для развития таких умений, как самоконтроль и самоорганизация. Эти умения младшего школьного возраста и являются составляющими УУРД. Длительное время проблема самоконтроля была предметом исследования психологической науки и связана с исследованием многих авторов (А.Я. Арет, Ю.К. Бабанский, М.И. Борисhevский, А.З. Зак, Н.Н. Камышева и др.). А.Г. Асмолов в своих трудах определяет, что обучение такой способности, как самоконтроль, представлено перед педагогами начальных классов как одна из важных и значимых задач [2, с.112]. Еще одним важным УУРД является умение самоорганизации, которое очень подробно описано в трудах исследователей (В.П. Зинченко, П.К. Анохин, О.А. Конопкин, А.Н. Леонтьев, Н.А. Бернштейн, Б.Ф. Ломов). Развитие способности к самоорганизации способствует повышению эффективности учебной деятельности, соответственно, улучшению учебных результатов [3, с. 56]. По результатам анализа нормативно-правовых документов следует сделать вывод что универсальные учебные регулятивные действия – это «...учебные знаково-символические средства, являющиеся результатами освоения обучающимися программы начального общего образования, направленные на овладение типами учебных действий, включающие способность принимать и сохранять учебную цель и задачу, планировать ее реализацию, контролировать и оценивать свои действия, вносить соответствующие коррективы в их выполнение, ставить новые учебные задачи, проявлять познавательную инициативу в учебном сотрудничестве, осуществлять констатирующий и предвосхищающий контроль по результату и способу действия, актуальный контроль на уровне произвольного внимания». Овладение УУРД младшими школьниками определяется на этапе завершения ими освоения программы начального общего образования [1], для оценки уровня сформированности знаний, умений и навыков младших школьников Федеральная общеобразовательная программа начального общего образования (ФОП НОО) предписывает использовать системы оценки через комплексный, уровневый и системно-деятельностный подходы. Относительно УУРД рекомендуется использование комплексного подхода, который предполагает оценку через проведение мониторинга динамических показателей освоения умений и знаний, в том числе формируемых с использованием информационно-коммуникационных (цифровых) технологий; использование комплекса оценочных процедур

как основы для оценки динамики индивидуальных образовательных достижений обучающихся и для итоговой оценки; использование форм работы, обеспечивающих возможность включения обучающихся в самостоятельную оценочную деятельность (самоанализ, самооценка, взаимооценка); использование мониторинга динамических показателей освоения умений и знаний, в том числе формируемых с использованием информационно-коммуникационных (цифровых) технологий [4]. Комплексный подход включает систему оценки образовательных достижений на начальной ступени образования, которая позволяет оценивать планируемые результаты (личностные, предметные и метапредметные). Система оценки, в свою очередь, предусматривает уровневый подход к содержанию, именно поэтому фиксирование, анализ и сравнение достижений необходимо для успешного продолжения образования и достижения большинством учащихся. Оценка личностных, предметных и метапредметных результатов начального общего образования проводится в соответствии с пунктом 30.2 ФГОС НОО [4]. Итак, метапредметные результаты характеризуют уровень сформированности познавательных, коммуникативных и регулятивных универсальных действий, которые обеспечивают успешность изучения учебных предметов, а также становление способности к самообразованию и саморазвитию [5].

В нашем исследовании особый интерес представляет оценка метапредметных результатов (УУРД), то есть оценка умения самоорганизации (планировать действия по решению учебной задачи для получения результата, выстраивать последовательность выбранных действий) и самоконтроля (устанавливать причины успеха (неудач) в учебной деятельности, корректировать свои учебные действия для преодоления ошибок) [6]. На основе анализа психолого-педагогической литературы (И.П. Подласый, Л.С. Выготский, А.Р. Лурия, Д.А. Леонтьев, С.Т. Шацкий, В.А. Сластенин, Д.Б. Эльконин, А.В. Петровский, Л.И. Божович, А.В. Запорожец, В.А. Лебедев, Н.В. Борисова и др.) нами был разработан и проведен педагогический эксперимент, который позволил выявить уровень сформированности универсальных учебных регулятивных действий младших школьников. С целью диагностики уровня сформированности УУРД младших школьников использовался разработанный нами электронный продукт «Диагностика универсальных учебных регулятивных действий младших школьников», представляющий комплекс заданий из 21 ди-

агностирующего задания, которые в свою очередь представлены в двух блоках. Первый блок включает задания на диагностику уровня сформированности самоорганизации. Например, включена такая методика, как «Лабиринт» (Л.А. Венгер). *Цель:* выявление уровня сформированности самоорганизации младших школьников. *Метод оценивания:* индивидуальная работа. *Инструкция:* Учащемуся предлагается сесть за компьютер, дается задание проанализировать представленный перед ним материал, выстроить план действий и выполнить задание по нахождению верного пути в лабиринте. *Критерии оценки:* 2 балла – определена учебная задача на основе анализа представленного изображения, выстроена логика для получения решения задачи, выполнены действия для выполнения задания, либо не приступил к заданию; 1 балл – определена учебная задача на основе анализа представленного изображения, выстроена логика для получения решения задачи, не выполнены действия для выполнения задания; 0 баллов – не определена учебная задача на основе анализа представленного изображения, не выстроена логика для получения решения задачи, не выполнены действия для выполнения задания, либо не приступил к заданию. Второй блок включает задания на диагностику уровня сформированности самоконтроля младших школьников. Например, включена такая методика, как «Штриховка» (Е.В. Кирейчева). *Цель:* выявление уровня сформированности самоконтроля младших школьников. *Метод оценивания:* индивидуальная работа. *Инструкция:* Учащемуся предлагается сесть за компьютер, дается задание заштриховать силуэт машинки по образцу, части которой имеют разную штриховку (кабина заштрихована по горизонтали, колеса – по вертикали, окна – пунктиром). *Критерии оценки:* 2 балла – проведен анализ данного образца с целью определения учебных действий, задание выполнено идентично образцу; 1 балл – проведен анализ данного образца с целью определения учебных действий, задание не выполнено идентично образцу; 0 баллов – не проведен анализ данного образца с целью определения учебных действий, задание не выполнено идентично образцу.

В основу диагностического материала были заложены научные разработки разных авторов (Л.С. Выготский, В.В. Давыдов, Д.Б. Эльконин, А.Г. Асмолов, Г.В. Бурменская, О.А. Карабанова, Г.В. Репкин, В.Ф. Заика и др.) а также разработки в области диагностики метапредметных результатов начального общего образования по образова-

тельной системе «Школа России» (М.И. Моро, В.Г. Горещкий, Л.Ф. Климанова, А.А. Плешаков и др.).

Для количественной обработки результатов нами были выделены три показателя:

– «0» – отказ от выполнения учебной задачи; выполнение учебной задачи не по инструкции;

– «1» – решение учебной задачи частично; наличие незначительных ошибок;

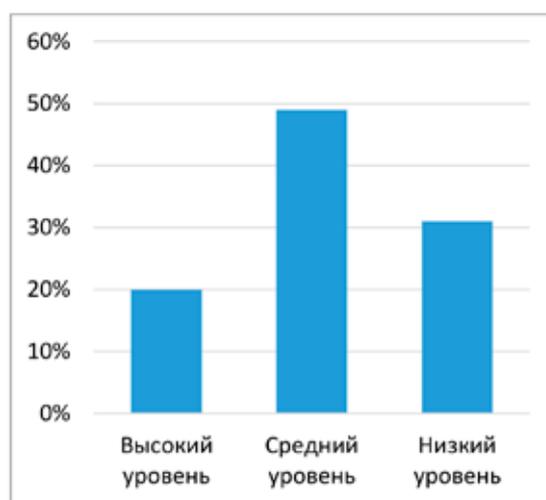
– «2» – правильное самостоятельное решение учебной задачи; выполнение по инструкции.

Полученные данные прошли обработку с помощью подсчета суммы и среднего значения. Для выявления общего уровня сформированности УУРД нами были определены средние значения сформированности УУРД следующим образом: 0–0,7 – низкий уровень развития УУРД; 0,8–1,7 – средний уровень развития УУРД; 1,8–2 – высокий уровень развития УУРД. Количественные данные заносились в индивидуальный протокол каждого участника.

Остановимся на характеристике результатов эксперимента, в ходе которого был выявлен уровень сформированности УУРД младших школьников. В нем приняли участие 164 школьника на базе Муниципального автономного общеобразовательного учреждения «Средняя общеобразовательная школа № 10» и Муниципального общеобразовательного учреждения «Средняя школа № 8» в возрасте от 7 до 8 лет.

В ходе эксперимента 31% обучающихся успешно справились с представленными диагностическими заданиями и показали *высокий уровень* сформированности УУРД, для которых было характерно проявить умение определять учебную задачу на основе анализа представленного изображения, выстраивать логику для получения решения задачи, выполнять действия для выявления неизвестного; устанавливать цель с учетом, составлять план и последовательность действий; проводить анализ учебной задачи, на основе его определять «модель» конечного результата, выполнять действия для выполнения задания; выполнять анализ с целью выполнения по образцу, в соответствии с ним выполнять действия для достижения результата с заданным образцом; проводить анализ учебной задачи, выполнять корректив в данной учебной задаче для достижения результата; проводить анализ учебных действий; со *средним уровнем* сформированности УУРД – 49% испытуемых, для которых характерно умение понимать учебную задачу на основе анализа представленного изображения, выстроена логика для получения решения за-

дачи, но допускаются ошибки при выполнении действий; определять цель с учетом конечного результата, но допускать ошибки в составлении плана и определения последовательности действий; проводить анализ учебной задачи, на основе его определена «модель» конечного результата, но допускать ошибки в действиях; проводить анализ данного образца с целью определения учебных действий, но выполнять задание не идентично образцу; с *низким уровнем* сформированности УУРД – 20% испытуемых, для которых характерен отказ от выполнения заданий и действий по инструкции; неумение определять учебную задачу; выстраивать логику для получения решения задачи; устанавливать цель с учетом конечного результата; проводить анализ учебной задачи, на основе его определять «модель» конечного результата; проводить анализ данного образца с целью определения учебных действий. Результаты диагностики представлены на рисунке.



Результаты выполнения диагностических заданий в ходе обследования универсальных учебных регулятивных действий младших школьников

Заключение

Результаты проведенного исследования указывают на несколько важных аспектов: во-первых, анализ нормативно-правовых документов позволяет получить обзор и понимание того, каким образом можно достичь высокого уровня сформированности универсальных учебных регулятивных действий младших школьников, также анализ помог выявить основные принципы, методы, требования и планируемые результаты, предъявляемые к процессу формирования универсальных учебных регулятивных действий у младших школьни-

ков; во-вторых, для достижения высокого уровня сформированности универсальных учебных регулятивных действий у младших школьников важно зафиксировать их начальный уровень развития, а это означает не только определение текущих навыков и умений, но и осознание причин успеха или неудач в учебной деятельности, также важно научить детей корректировать свои учебные действия для преодоления ошибок, именно поэтому необходимо провести диагностику и зафиксировать первоначальный уровень сформированности универсальных учебных регулятивных действий младших школьников; в-третьих, в рамках исследования был разработан электронный продукт под названием «Диагностика универсальных учебных регулятивных действий младших школьников», включающий в себя задания и методики для диагностики и оценки уровня сформированности универсальных учебных регулятивных действий младших школьников, который может быть использован педагогами начального общего образования, психологами для объективного измерения прогресса в развитии универсальных учебных регулятивных действий у младших школьников. Таким образом, анализ и результаты исследования подтверждают

необходимость целенаправленной работы над формированием УУРД у младших школьников, что обеспечит эффективность их становления и развития.

Список литературы

1. Федеральный государственный стандарт начального общего образования: от 31.05.2021 г. № 286 // МИНОБРНА-УКИ.РФ. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400807193/> (дата обращения: 17.06.2023).
2. Асмолов А.Г. Как проектировать универсальные учебные действия в начальной школе: от действия к мысли: пособие для учителя. М.: Просвещение, 2018. 151 с.
3. Якобсон С.Г., Прокина Н.Ф. Организованность и условия ее формирования у младших школьников. М.: Просвещение, 2014. 174 с.
4. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18.05.2023 № 372 «Об утверждении федеральной образовательной программы начального общего образования» (Зарегистрирован 12.07.2023 № 74229). [Электронный ресурс]. URL: https://edsoo.ru/Federalnaya_образovatel'naya_programma_nachalnogo_obschego_образovaniya.htm (дата обращения: 18.07.2023).
5. Радачинская Э.С. Педагогическое сопровождение младших школьников во внеурочной деятельности // Гуманитарные науки и образование. 2020. Т. 11, № 1 (41). С. 89–94.
6. Рябова Н.В., Коткина Е.А., Терлецкая О.В. Формирование универсальных учебных действий младших школьников // Гуманитарные науки и образование. 2022. Т. 13, № 4 (51). С. 74–79.

УДК 378.1
DOI 10.17513/snt.39746

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕМАТИЧЕСКОГО МОДУЛЯ В КУРСЕ ESP: МЕТОДИЧЕСКИЕ И ДИДАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Куприянчик Т.В.

*ФГКОУ ВО «Сибирский юридический институт Министерства внутренних дел
Российской Федерации», Красноярск, e-mail: tatvk56@gmail.com*

В статье рассматриваются вопросы обучения иностранному (английскому) языку для специальных целей (далее – ESP (English for specific purposes)), являющегося одним из актуальных и преобладающих подходов в области языковой подготовки в системе высшего образования, ориентированного на конкретные и профессиональные потребности обучающихся. В контексте данного подхода изучаются вопросы проектирования курса ESP, предполагающего определение структуры дисциплины, отбора предметного содержания обучения иностранному языку, т.е. определение тематических модулей, которые лежат в основе фундамента будущей специальности обучающихся, ее специализации и профессионализации, а также проектирование самих тематических модулей (модуля), которое связано с планированием серии практических занятий. Автор делает вывод о необходимости проектирования предметного содержания тематических модулей и отбора таких учебных материалов, которые отвечали бы потребностям обучающихся и отражали особенности их будущей профессиональной деятельности, а также использования современных педагогических технологий для достижения целей и задач в рамках практических занятий тематического модуля. Представлены отдельные аспекты проектирования тематического модуля «Молодежь и наркотики (Youth and Drugs)», вызывающего определенный интерес у обучающихся в связи с их участием в антинаркотическом волонтерском движении.

Ключевые слова: иностранный (английский) язык для специальных целей (ESP), проектирование курса ESP, предметное содержание, тематический модуль, дидактическое обеспечение, учебные материалы

DESIGNING THEMATIC MODULE IN THE ESP COURSE: METHODOLOGICAL AND DIDACTIC ASPECTS

Kupriyanchik T.V.

*Siberian Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Krasnoyarsk,
e-mail: tatvk56@gmail.com*

The article considers issues of teaching a foreign (English) language for specific purposes (hereinafter – ESP (English for specific purposes)), which is one of the relevant and prevailing approaches in the field of language training in the system of higher education, focused on the specific and professional needs of students. The issues of designing an ESP course are studied in the context of this approach, involving the definition of the structure of the course, the selection of the subject content of teaching a foreign language, i.e. the definition of thematic modules that underlie the foundation of the students' future specialty, its specialization and professionalization, as well as the design of the thematic modules themselves, which is associated with the planning of a series of practical classes. The author comes to the conclusion that it is necessary to design the subject content of thematic modules and select such educational materials that would meet the students' needs and reflect the features of their future professional activities, as well as the use of modern pedagogical technologies to achieve the goals and objectives within the practical classes of the thematic module. Some aspects of designing the thematic module "Youth and Drugs" are presented, which is of a particular interest for students in connection with their participation in the anti-drug volunteer movement.

Keywords: foreign (English) language for special purposes, ESP course design, subject content, thematic module, didactic support, teaching materials

Одним из актуальных и преобладающих подходов в области языковой подготовки в системе высшего образования, ориентированных на конкретные и профессиональные потребности обучающихся, является иностранный (в частности, английский) язык для специальных целей (далее – ESP (English for specific purposes)). Разработка профессионально ориентированного контента курса ESP в неязыковых высших учебных заведениях, в том числе ведомственных образовательных организациях системы МВД России, остается предметом пристального внимания и изучения специалистов в области лингводидактики.

Рассматривая курс ESP в качестве дисциплины базового блока федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования, направленной на формирование иноязычной коммуникативной компетенции как основной цели и способствующей формированию общепрофессиональных, а также профессиональных компетенций обучающихся, особого внимания требуют вопросы проектирования как самого курса ESP, так и проектирования отдельных модулей (модуля). Проектирование курса ESP предполагает определение структуры дисциплины, отбор предметного содержания обучения

иностранным языку, т.е. определение тематических модулей, которые лежат в основе фундамента специальности, ее специализации и профессионализации. Что касается проектирования тематических модулей (модуля), оно связано с планированием серии практических занятий, направленных, с одной стороны, на реализацию краткосрочных целей в рамках одного занятия, но в то же время на достижение основной цели – формирование иноязычной коммуникативной компетенции, обеспечивающей активное применение иностранного языка как в повседневном общении, так и в профессиональной сфере. Проектирование рассматривается в качестве одного из компонентов педагогической деятельности, направленного на планирование и предвидение преподавателем будущего образовательного процесса. Целеполагание, учет потребностей обучающихся; моделирование учебно-познавательной деятельности обучающихся в контексте современных педагогических технологий, направленных на реализацию основной цели курса иностранного языка; планирование способов управления этим процессом и оценивание результатов являются основными элементами проектирования.

Объект исследования – проектирование в курсе ESP как компонент педагогической деятельности.

Цель исследования – проанализировать методические и дидактические аспекты проектирования тематического модуля в курсе ESP в целом и практического занятия в частности; представить отдельные положения проектирования тематического модуля «Молодежь и наркотики (Youth and drugs)», технологии формирования иноязычной коммуникативной компетенции обучающихся в рамках проектирования практических занятий данного модуля и его дидактическое обеспечение.

Материалы и методы исследования

Основными методами исследования являются: теоретический анализ научно-методической литературы по вопросам организации курса ESP, проектирования тематических модулей, современных технологий формирования иноязычной коммуникативной компетенции обучающихся, опрос обучающихся, анализ, систематизация материалов по проблеме исследования.

Результаты исследования и их обсуждение

В условиях современной парадигмы образования педагогическое проектирование является неотъемлемой частью, составным

элементом профессионально-педагогической деятельности преподавателя иностранного языка. Различные аспекты теории и практики проектирования курса ESP нашли отражение в работах отечественных исследователей: А.М. Алексеевой [1], С.В. Боголеповой, А.В. Бакулева [2], Е.В. Борзовой [3], М.А. Рожкова [4], О.Г. Полякова [5], Н.В. Поповой [6] и др. Вопросам проектирования ESP отводится большое место в работах зарубежных специалистов: Dudley – Evans T. and St John M.J. [7], H. Basturkmen [8], A. Vocanegra-Valle [9] и др.

Так, С.В. Боголепова, А.Н. Бакулев, цитируя D. Jolly, R. Bolitho, приводят следующее определение: «под проектированием курса традиционно подразумевается его планирование, отбор содержания, методическая реализация (создание заданий и упражнений) и оценка предполагаемой аудиторией» [2, с. 81] и описывают опыт применения доказательного проектирования к разработке курса английского языка для студентов-бакалавров, «основанного на модели области, отраженной в нормативных документах... модели студента, репрезентирующей его ключевые потребности и компетенции, и модели задания, учитывающей параметры и свойства регулирующих документов и модели студента» [2, с. 89].

О.Е. Ломакина определяет проектирование курса английского языка для специальных целей как «особый вид профессиональной деятельности педагога по созданию представлений об образовательном процессе, способствующем не только научению иностранному языку, но и воспитанию и развитию личности студента» [10, с. 37].

В качестве основополагающего методического принципа в курсе ESP выступает принцип междисциплинарной интеграции, способствующий сближению учебных дисциплин, объединяя знания, умения и навыки учебной, учебно-профессиональной и квазипрофессиональной деятельности в целостную систему. В связи с этим следует обратить внимание на междисциплинарный характер проектирования. В своем исследовании Н.В. Попова делает вывод о том, что «междисциплинарное проектирование учебного процесса представляет собой систему взаимосвязанных форм и средств учебной деятельности, направленных на формирование интегративных компетенций средствами иностранного языка. Междисциплинарное проектирование отражает прикладной аспект преломления интегративных тенденций в учебном процессе высшей школы и является сред-

ством углубления реализуемого в ФГОСах компетентностного подхода к организации образования в период реформы» [6, с. 11].

Что касается проектирования практического занятия, автор данной статьи придерживается определения, сформулированного Е.В. Борзовой, которая под проектированием практического занятия (ПЗ) понимает «тщательную разработку его хода (действий преподавателя и студентов) с конкретизацией этапов деятельности по овладению содержанием дисциплины, форм, способов и средств каждого действия, в отличие от планирования ПЗ, в котором определяется в основном последовательность действий преподавателя и студентов» [3, с. 19].

Вместе с тем нельзя не согласиться с К.П. Чилингарян относительно того, что «разработку курса следует рассматривать как непрерывный процесс, в котором преподаватель вносит необходимые изменения для соответствия интересам и потребностям студентов по ходу курса» [11, с. 149].

Значение ESP в подготовке будущих сотрудников правоохранительных органов усиливается в связи с реализацией приоритетного профиля в образовательных организациях МВД России. Так, Сибирский юридический институт осуществляет образовательный процесс в рамках реализации приоритетного профиля подготовки «Деятельность подразделений по контролю за оборотом наркотиков». Это обуславливает включение в тематический план учебной дисциплины «Иностранный язык» таких модулей, как «Основные виды наркотиков и психотропных веществ (The Main Types of Drugs and Psychotropic Substances)», «Молодежь и наркотики (Youth and Drugs)», «Преступления в сфере незаконного оборота наркотиков (Drug Related Crimes)», «Наказание за наркопреступления (Punishment for Drug Related crimes)» и др. Данные темы, последовательность которых ориентируется на логику освоения учебного плана специальности, а содержание на специальные знания, постепенно вводят обучающихся в язык специальности и в той или иной степени приближают обучающихся к получению как элементарных, так и углубленных знаний в области будущей профессии.

Каждый тематический модуль программы включает в себя: лексический минимум (гlossарий); систему заданий, направленных на развитие и совершенствование лексико-грамматических навыков на основе ситуативно-обусловленного контекста; банк аутентичных текстов, которые

являются основой формирования коммуникативной компетенции, познавательной активности обучающихся и содержание которых способствует формированию профессиональных знаний; серию заданий профессиональной коммуникативной направленности; задания для внеаудиторной самостоятельной работы с ориентацией на проектную деятельность обучающихся с использованием интернет-ресурсов; оценочные материалы.

Автор статьи придерживается мнения Н.В. Поповой о том, что «модульная презентация междисциплинарного «обрамления» программы любой учебной дисциплины является наиболее оптимальной, поскольку именно такая дидактическая форма может способствовать реализации междисциплинарного аспекта дисциплины» [6, с. 23].

В контексте данного исследования рассматриваются отдельные аспекты проектирования тематического модуля «Молодежь и наркотики (Youth and Drugs)» рабочей программы учебной дисциплины «Иностранный язык» по специальности 45.00.01 Правовое обеспечение национальной безопасности в образовательной организации МВД России, вызывающего определенный интерес у обучающихся. Проявление интереса к данной теме со стороны обучающихся обусловлено, прежде всего, тем, что большинство из них являются членами волонтерского антинаркотического объединения СибЮИ МВД России. Опрос обучающихся первого курса показал, что им необходима информация о проблемах в сфере подростковой наркозависимости (включая статистику), а также информация о содержании профилактической работы среди подростков разных стран, эффективных программах профилактики злоупотребления наркотиками для организации акций, проведения лекций, бесед, тематических занятий для школьников, учащихся колледжей, студентов вузов в рамках антинаркотического образования (просвещения). Соответственно, потребности и запросы обучающихся позволили определить тематические ориентиры и ситуации речевого иноязычного общения данного тематического модуля: Наркозависимость в молодежной среде, причины ее возникновения (Drug addiction in the youth environment, its causes), Профилактика наркомании как социальная проблема (Prevention of drug addiction as a social problem), Профилактика наркомании несовершеннолетних (Prevention of drug addiction of minors), Использование специальных средств, методов и форм профилактики наркомании (Use of special means,

methods and forms of prevention of drug addiction), Антинаркотические образовательные программы (Anti-drug educational programs). Нельзя не согласиться с мнением С.В. Боголеповой и А.Н. Бакулева о том, что «вовлечение студентов... в проектирование позволяет совершенствовать содержательный и методический компонент курса в динамике, выявляя недостатки материалов и заданий с точки зрения обучающихся, которые было возможно устранить без их участия» [2, с. 89].

В рамках данного исследования представлены несколько положений относительно процесса проектирования вышеназванного тематического модуля; подходы к обучению, принципы разработки учебных материалов, технологии обучения. При этом следует подчеркнуть, что «качество результатов образовательной деятельности студентов в значительной степени определяется способностью педагога четко и адекватно целям спланировать, спроектировать и реализовать план-проект занятия. При этом преподаватель руководствуется ФГОС ВО и РПД (рабочая программа дисциплины), которые задают цели, задачи и содержание образовательной деятельности ее субъектов» [3, с. 19].

Автор выделяет контекстный подход в качестве ключевого в проектировании тематических модулей курса, опираясь на исследование А.А. Вербицкого, который определяет несколько базовых форм деятельности в условиях предметного преподавания иностранного языка, а именно: «учебная деятельность академического типа... квази-профессиональная деятельность... и учебно-профессиональная деятельность» [12, с. 130].

Важную роль в проектировании занятий играет дидактическое обеспечение. По мнению М.А. Рожкова, «преподаватель ESP не только непосредственно ведет курс иностранного языка для специальных целей, он вовлечен в разработку проекта курса, подбор и адаптацию методического контента, занимается дизайном учебных материалов, оценивает полученные знания, тесно сотрудничает с преподавателями, ведущими предметные курсы» [4, с. 262]. В связи с этим, как отмечалось автором статьи в предыдущем исследовании, «перед преподавателем иностранного языка стоит задача определения такого предметного содержания и отбора таких учебных материалов, которые бы отражали особенности будущей профессиональной деятельности выпускников образовательной организации системы МВД России, актуализируя междисциплинарную интеграцию иностранного языка с профильными дисциплинами» [13, с. 170].

Что касается принципов, положенных в разработку учебных материалов как одного из компонентов проектирования курса ESP, автор придерживается системы методических принципов, представленных в работе Н.И. Алмазовой, Н.В. Поповой, Т.Г. Евтушенко, а именно: «1. Принцип интегрирования, предполагающий возможность интеграции данного пособия в общую концепцию иноязычной подготовки студентов неязыкового вуза в качестве базового или поддерживающего дидактического материала. 2. Принцип поэтапного целеполагания. 3. Принцип учета специфики целевой группы. 4. Принцип адаптированности, обозначающий наличие характеристик текстового и тренировочного материала: аутентичность; современность; наличие электронных ресурсов; профессиональная направленность; вариативность типов и видов упражнений; развивающий характер упражнений и видов деятельности; коммуникативный характер упражнений... 6. Принцип автономности, предусматривающий возможность выполнения и последующего контроля в режиме самостоятельного учения...» [14, с. 2].

Информационные ресурсы для практических занятий (этапы Lead-in, Reading for Discussion) данного тематического модуля включают аутентичные материалы, представленные на официальных сайтах Управления ООН по наркотикам и преступности (UN Office on Drugs and Crime), Европейского центра мониторинга наркотиков и наркозависимости (European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction), организации «Правоохранительные органы против наркотиков» (Law Enforcement Against Drugs, L.E.A.D.) и др. Например: To highlight the problem look through the Preface of the World Drug Report 2022, United Nations Office on Drugs and Crime:

Drugs can kill

- Addiction can be an unending ... The consequences of drug use can have effects that hurt families, potentially across generations, as well as friends and colleagues.

- Using drugs can endanger health and mental health and is especially harmful in early adolescence.

- We all want our children and loved ones to be healthy, and we want neighbourhoods and countries to be safe.

Will you comment this information?

Особое место в арсенале инновационных педагогических средств и методов при проектировании занятий занимает проектная работа обучающихся. Она осуществляется в соответствии с тематическим полем проектов, представляющим со-

бой «своеобразный дидактический ресурс, ориентированный на применение технологии проектно-ориентированного обучения для решения целей и задач курса иностранного языка в неязыковом вузе с целью формирования иноязычной коммуникативной компетенции в контексте квазипрофессиональной деятельности» [15, с. 139]. Так, тематическое поле рассматриваемого модуля может быть представлено следующими проектными работами: “Say “no” to Drugs”, “Don’t fall into death trap”, “I have big plans for my future that’s why I choose to be drug free”. Примеры проектной работы:

1. Mini project “We are for the drug prevention world!”.

Imagine – you, being cadets – future narcotic officers, have the opportunity to participate in the Youth International Forum “Say “no” to drugs, say “yes” to life!”. The working language of the forum is English.

So, let’s prepare for this event getting, first of all, more knowledge on the issues of teens’ drug prevention and drug education programs and, of course, developing and improving your English language skills.

Working in a team, your task is to surf Internet (Google, Yandex) in searching for information about teens’ drug prevention programs in Russia and abroad. Be ready to present this information orally or in PowerPoint Presentation. You should include in your presentation: the name of the program; who the program is aimed to; the objectives of the program; the main aspects of drug prevention program for teenagers..

2. Mini project “Anti-drug education”.

Study UNODC educational materials, e.g. the program “Super Skills”, (<https://www.unodc.org/unodc/en/listen-first/science-of-skills.html>), and develop information materials, instructions for conducting activities on anti-drug education at schools, colleges and educational institutions of higher education.

В ходе проектирования тематических модулей особое значение придается отбору и разработке учебного материала. Преподавателю необходимо систематизировать учебный материал на основе развертывания тематики начального образования по специальности. Таким образом, введение в язык через специальность и, наоборот, в специальность через язык обуславливает специальный характер предметно-понятийного аспекта учебного материала данного и последующих тематических модулей.

Заключение

Резюмируя вышеизложенное, можно утверждать, что иностранный язык для специальных целей занимает особое место в си-

стеме языкового образования обучающихся в образовательных организациях высшего образования, являясь важным ресурсом социального и профессионального становления будущих специалистов.

Проектирование как курса ESP, так и тематических модулей в рамках этого курса является необходимым компонентом образовательного процесса и функциональной обязанностью преподавателя.

Ориентиром для проектирования тематических модулей может служить логика предметно-понятийной сферы специализации обучающихся. Оптимальным можно считать учет потребностей обучающихся на этапе подготовки программы по иностранному языку, а также по мере изучения тематических модулей, на этапе планирования отдельных занятий, сохраняя концептуальные содержательные характеристики и программы и модулей, заданные нормативными и методическими документами.

Практическим результатом проектирования тематических модулей в курсе ESP является серия методических разработок практических занятий, подготовленных в соответствии с краткосрочными и долгосрочными целевыми установками, принципами разработки учебных материалов, современными технологиями формирования иноязычной коммуникативной компетенции.

Курс ESP, преподаваемый в вузах системы МВД России, проектируемый с учетом профиля образовательной организации, актуализирует профессиональный контент ESP, обеспечивая формирование универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

Список литературы

1. Алексеева А.М. Проектирование цикла занятий по иностранному языку в неязыковом вузе: дис. ... канд. пед. наук. Петрозаводск, 2014. 228 с.
2. Боголепова С.В., Бакулев А.В. Доказательное проектирование языкового курса // Педагогика. 2020. № 8. С. 80–91.
3. Борзова Е.В. Проектирование практических занятий по иностранному языку в университете // Иностранные языки в экосистеме современного университета. Архангельск, 2022. С. 18–23.
4. Рожков М.А. Опыт реализации и особенности проектирования курса ESP на примере вуза // Филологические науки. Вопросы теории и практики. Тамбов: Грамота, 2019. Т. 12. Вып. 6. С. 261–265. DOI: 10.30853/filnauki.2019.6.57.
5. Поляков О.Г. Психолого-педагогические аспекты проектирования курса английского языка для специальных целей: анализ потребностей и выбор подхода // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2014. № 9–2 (39). С. 133–137.
6. Попова Н.В. Междисциплинарная парадигма как основа формирования интегративных компетенций студентов многопрофильного вуза (на примере дисциплины «Ино-

странный язык»): автореф. дис. ... докт. пед. наук. Санкт-Петербург, 2011. 585 с.

7. Dudley-Evans T., St John M.J. *Developments in English for Specific Purposes: A multi-disciplinary approach*. Cambridge, UK. Cambridge University Press, 1998. 301 p.

8. Basturkmen H. *Developing courses in English for specific purposes*. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2010. 157 p.

9. Bocanegra-Valle A. Needs analysis for curriculum design. In K. Hyland & P. Show (eds.). *The Routledge handbook of English for academic purposes*. Abingdon: Routledge, 2016. P. 560–576.

10. Поляков О.Г. Психолого-педагогические аспекты проектирования курса английского языка для специальных целей: анализ потребностей и выбор подхода // *Филологические науки. Вопросы теории и практики*. 2014. № 9–2 (39). С. 133–137.

11. Чилингарян К.П. Английский для специальных (АСЦ) целей в современном обществе // *Международный журнал экспериментального образования*. 2014. № 3. С. 145–150.

12. Вербицкий А.А. Иноязычное образование в контексте профессии // *Вестник Московского государственного лингвистического университета. Образование и педагогические науки*. 2018. № 2 (796). С. 126–141.

13. Куприянчик Т.В. Междисциплинарная интеграция как методический принцип обучения иностранному языку для специальных целей // *Современные наукоемкие технологии*. 2021. № 11–1. С. 168–172. DOI: 10.17513/snt.38906.

14. Алмазова Н.И., Попова Н.В., Евтушенко Т.Г. Организационно-методические аспекты создания профессионально-ориентированных дидактических ресурсов по иностранному языку в техническом вузе // *Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Гуманитарные и общественные науки*. 2020. Т. 4, № 1. С. 1–11. DOI: 10.21603/2542-1840-2020-4-1-1-11.

15. Куприянчик Т.В., Ермакина Н.А. Проектно-ориентированное обучение в контексте преподавания иностранного языка для специальных целей // *Современные наукоемкие технологии*. 2021. № 7. С. 136–142. DOI: 10.17513/snt.38765.

УДК 37.02:004

DOI 10.17513/snt.39747

ДИДАКТИЧЕСКАЯ РОЛЬ КОМПОНЕНТОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СЕГМЕНТА РЕСПУБЛИКАНСКОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

Лоцицкий В.Л.

Полесский государственный университет, Пинск, e-mail: bakalaur@yandex.ru

Статья посвящена осмыслению дидактического подхода в изучении потенциала образовательного сегмента специфической среды взаимодействия субъектов многообразной образовательной и учебной деятельности – единой республиканской информационно-образовательной среды. Рассматриваемая проблематика исследования актуализируется реализацией мероприятий государственных программ по осуществлению мероприятий цифровизации в образовании в Республике Беларусь. Обуславливающими факторами выступают расширяющаяся интеграция инновационных информационно-коммуникационных технологий и высокотехнологичных технических решений в образовательный процесс, развитие научных исследований в области цифровизации образования, становление и развитие обеспечивающей правовой базы в сфере информационного права, а также распространение практики компьютерной дидактики в учреждениях образования. В рамках определяемого проблемного поля исследования рассматривается обеспечивающая дидактическая роль компонентов образовательного сегмента республиканской информационно-образовательной среды. На основании положений разработанных теоретико-методологических подходов в понимании технико-технологического и дидактического потенциала компонентов среды автором определено важное положение о выполнении дидактической роли компонентов среды в условиях применения высокотехнологичного инструментария инновационных информационно-коммуникационных технологий для обеспечения преемственности уровней общего среднего и высшего образования. Представленные в исследовании практико-ориентированные обобщения актуальны для осуществления глубокого системного изучения комплексной проблематики вопросов осуществления цифровизации образовательной сферы, реализуемой в рамках системы непрерывного образования.

Ключевые слова: цифровая трансформация образования, информационно-образовательная среда, дидактическая роль, образовательный сегмент, преемственность общего среднего и высшего образования

DIDACTIC ROLE OF COMPONENTS OF EDUCATIONAL SEGMENT OF REPUBLICAN INFORMATION AND EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Lozitskiy V.L.

Polesky State University, Pinsk, e-mail: bakalaur@yandex.ru

The article is devoted to understanding the didactic approach in studying the potential of the educational segment of the specific environment of interaction between subjects of various educational and educational activities – a single republican information and educational environment. The study issues under consideration are updated by the implementation of state programs for the implementation of digitalization measures in education in the Republic of Belarus. The factors are the expanding integration in innovative information and communication technologies and high-tech technical solutions into the educational process, the development of scientific research in the field of digitalization of education, the formation and development of a supporting legal framework in the field of information law, as well as the spread of the practice of computer didactics in educational institutions. Within the framework of the identified problem field of the study, the ensuring didactic role of the components of the educational segment of the republican information and educational environment is considered. Based on the provisions of the developed theoretical and methodological approaches in understanding the technical, technological and didactic potential of environmental components, the author determined an important provision on the implementation of the didactic role of environmental components in the context of the use of high-tech tools of innovative information and communication technologies to ensure continuity of levels of general secondary and higher education. The practice-oriented generalizations presented in the study are relevant for the implementation of a deep systematic study of the complex issues of the implementation of digitalization of the educational sphere implemented within the framework of the continuing education system.

Keywords: digital transformation of education, information and educational environment, educational segment, didactic role, continuity of general secondary and higher education

Реализация программных положений Концепции цифровой трансформации процессов в системе образования Республики Беларусь на 2019–2025 гг. [1] отражает общую тенденцию развития образовательной сферы на постсоветском пространстве по осуществлению цифровизации во взаимосвязи с динамичной интеграцией инновационных информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в бытие

личности и общества. В динамике процессов становления информационного общества качественные изменения информационно-коммуникационного пространства и содержания образования актуализируют внимание исследователей к разработкам образовательных моделей, ориентированных на интеграцию богатейших наработок педагогической классики с инновационными технологическими подходами цифровиза-

ции. В таких моделях актуальным является стремление обеспечить достижение государственных целей в сфере образования по существенному повышению качества предоставляемых образовательных услуг и их широкой доступности с учетом механизмов преемственности уровней образования в рамках системы непрерывного образования при его технологизации. Важным направлением научной рефлексии является рассмотрение теоретико-методологических оснований эффективной организации и осуществления образовательной и учебной деятельности субъектов участия в условиях реализации технико-технологического и дидактического потенциала специфической среды взаимодействия – Республиканской информационно-образовательной среды (РИОС) в Республике Беларусь.

Целью исследования является выявление дидактической роли компонентов образовательного сегмента РИОС, интегрируемых в процесс обучения. Такое целеполагание целесообразно с учетом конкретизации организационно-педагогических условий эффективного применения механизмов и инструментария инновационных ИКТ в организации и осуществлении образовательной и учебной деятельности на системных уровнях обеспечения преемственности общего среднего и высшего образования.

Материалы и методы исследования

Методологическими основаниями исследования являются концептуальные положения разработанных в педагогической науке теоретико-методологических подходов (системно-средового, деятельностного, компетентностного, личностно-ориентированного и др.) в изучении процессов интеграции в образование инновационных ИКТ, а также применения технико-технологического и дидактического потенциала компонентов образовательного сегмента РИОС в учреждениях образования Республики Беларусь. Основным методом исследования для достижения цели и решения его задач заявлен контент-анализ источниковой базы, представленной нормативно-правовой документацией по обеспечению разработки и функционирования республиканской информационно-образовательной среды, а также научными публикациями по изучаемой проблематике темы.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрение проблематики системно-средового подхода в создании и функционировании информационно-образовательной среды (ИОС) учреждений образова-

ния в исследованиях Н.В. Аксенчик [2], А.М. Алтайцева [3], С.Н. Анкуды [4, с. 4–390], Ю.И. Воротницкого и П.А. Мандрика [5], В.З. Сулейманова [6, с. 3–27] позволило изучить вопросы базисных организационно-методических оснований в структурировании и содержательном наполнении создаваемых ИОС, конкретизировать применяемый понятийно-терминологический аппарат. Изучение многофункциональности ИОС на уровнях общего среднего и высшего образования, а также систематизация и обобщение практического опыта использования инновационных ИКТ в образовательном процессе позволили создать существенный научный задел, отталкиваясь от которого исследователи вышли на новый уровень осмысления проблематики. Исследование процессов становления информационного общества, а также цифровой трансформации образования и формирования образовательного сегмента республиканской информационно-образовательной среды (РИОС) в Республике Беларусь нашло свое отражение в работах О.М. Белоцкой [7], В.А. Богуша и Е.Н. Шнейдерова [8], В.В. Гинчук [9], А.Д. Короля и Ю.И. Воротницкого [10]). В исследованиях авторских коллективов (руководители: В.Г. Гусаков [11, с. 4–225], Д.А. Качан [12], А.Н. Курбацкий [13, с. 19–23], П.А. Лис [14]) осуществлены важные теоретические обобщения, определяющие концептуальные положения создания и развития РИОС и ее подсистемы – образовательного сегмента. Авторами решались задачи формирования информационной системы управления (в том числе и в секторе образования), разработки системно-средовой инфраструктуры и ее содержательного наполнения, определения характеристик и функциональности компонентов, обобщения и систематизации опыта разработки и функционирования информационно-образовательных сред (ИОС) учреждений образования, представляемых в качестве структурных элементов образовательного сегмента РИОС. Последнее позволило распространить практический опыт системно-средового применения механизмов и инструментария инновационных ИКТ в образовательном процессе и рассматривать реально одну из целей реализации Государственной программы «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 гг. и Концепции цифровой трансформации процессов в системе образования Республики Беларусь на 2019–2025 гг. [1] – полноценное функционирование подсистемы РИОС – ее образовательного сегмента в 2025 г. Вместе с тем в проблемном поле исследований перспективными направлениями остаются изуче-

ние феноменологических характеристик РИОС и ее компонентов, определение функциональности и потенциала образовательного сегмента среды, а также организационно-педагогических условий эффективного применения механизмов и инструментария инновационных ИКТ в организации и осуществлении образовательной и учебной деятельности. В такой взаимосвязи определение дидактической роли компонентов образовательного сегмента РИОС позволяет конкретизировать аспект применения высокотехнологичного инструментария в разрабатываемых моделях системно-средовой организации образования и процессов обучения в условиях цифровизации.

С позиций системно-средового подхода в своем структурном и содержательном наполнении образовательный сегмент РИОС представляет собой интегративно организуемую платформу, которая совокупно объединяет высокотехнологичные механизмы и инструментарий, позволяющий в сочетании с имеющимися информационными ресурсами и качественным дидактическим обеспечением эффективно решать актуальные в организации и осуществлении образовательного процесса задачи в их конкретизации и практической значимости. В такой трактовке определение технико-технологического и дидактического потенциала компонентов образовательного сегмента РИОС целесообразно через выявление их признаков, функциональности, а также технологических и дидактических свойств.

В качестве характерных признаков компонентов среды обозначим следующие:

– инструментальность (способность обеспечивать средствами инструментария компонентов образовательного сегмента среды формирование общеучебных и специальных способов учебной деятельности, умений и навыков функциональной грамотности при работе с информацией);

– автоматизированность (способность использовать потенциал среды с помощью ее инструментальных средств через алгоритмизацию деятельности – последовательное поэтапное выполнение логически взаимосвязанных операций в ходе образовательной и учебной деятельности);

– интегративность (способность интегрироваться в образовательный процесс в сочетании с традиционными средствами обучения);

– интероперабельность (способность к взаимодействию с иными средствами обучения в рамках системы дидактических средств – компонентов образовательного сегмента среды);

– информационность (способность к представлению, хранению и трансляции

значительных объемов формализованной учебной и иной информации в больших базах данных);

– адаптивность (способность обеспечивать благоприятные условия учебной деятельности с учетом возрастных особенностей обучаемых и динамики изменения условий самой среды и информационно-коммуникационного пространства);

– многотерминальность (способность обеспечивать одновременную учебную деятельность значительного количества пользователей, объединенных в едином информационно-коммуникационном пространстве) [15, с. 72–73].

Отмеченные нами признаки позволяют выделить следующие функции образовательного сегмента РИОС, компоненты которого применимы в дидактическом процессе на уровнях образования:

– управленческая (компоненты являются технико-технологическим и дидактическим инструментарием, с помощью которого осуществляется эффективное управление процессом обучения);

– информационная (системно-средовые компоненты являются носителями и источниками учебной и иной информации, в том числе и той, которая раскрывает в доступной для обучаемых форме предусмотренное образовательным стандартом и учебными программами содержание);

– обучающая (реализуется в дидактическом процессе формирования у обучаемых функциональной грамотности, а также системных знаний);

– развивающая (применяемый методический и технологический инструментарий позволяет формировать и развивать деятельность составляющую в ходе дидактического процесса, умения и навыки, актуальные для профессионального самоопределения);

– воспитательная (применение системно-средовых компонентов позволяет через учебную деятельность воздействовать на формирование и развитие личностных качеств, способствующих успешной социализации);

– мотивационная (обеспечивает высокую мотивацию пользователей к учебной деятельности с помощью интегрируемых инновационных ИКТ и высокотехнологичных технических решений);

– контрольно-оценочная (инструментарий предусматривает осуществление текущего, промежуточного, итогового контроля, оценивание уровня усвоения учебных знаний, сформированность общеучебных и специальных умений, а также и компонентов функциональной грамотности, которые,

будучи закрепленными в социальном опыте, являются профессиональных компетенциями обучаемых);

– корректирующая (механизмы инструментария позволяют осуществлять коррекцию уровней усвоения содержания и результатов обучения);

– самообразования (применение системно-средовых компонентов предоставляет возможность самостоятельного изучения содержания учебного материала, а также выстраивания обучаемыми индивидуальной траектории обучения и развития) [15, с. 73].

С позиций разработанного в педагогической науке системно-средового подхода под технико-технологическим и дидактическим потенциалом образовательного сегмента РИОС нами понимается совокупность существующих возможностей системных компонентов среды, которые позволяют при учете необходимых организационно-педагогических условий и эффективном применении технических решений и дидактического инструментария функционально достигать определяемых целей и решать педагогические задачи в их конкретизации. Исходя из такой трактовки организационно-педагогическая роль компонентов образовательного сегмента среды состоит в обеспечении преемственности на всех системных уровнях «непрерывного, гибкого, модульного, самостоятельного, опережающего, распределенного образования» [12, с. 48] в условиях цифровизации. Понимание же дидактической роли компонентов системно-средовой организации должно опираться на определение их свойств по отношению к специфике процесса обучения. При этом дидактический процесс с применением инновационных ИКТ определяется нами не только как информационный процесс управляемого формирования знаний у субъекта обучения, но и освоение умений, навыков, уровней функциональной грамотности, обусловленных особенностями процесса познания.

В своей практико-ориентированности учет свойств и дидактической роли компонентов образовательного сегмента РИОС позволит выстраивать разновариантные в своей организации модели обучения в условиях цифровизации для достижения индивидуализации дидактического процесса при адаптации к потребностям и интересам обучаемых. В таком аспекте с позиций психолого-педагогической науки важным представляется выделение свойств компонентов образовательного сегмента системно-средовой организации. К технологическим свойствам относим:

– аттрактивность (свойство объекта эмоционально привлекать, вызывать интерес);

– полисенсорность восприятия обучаемыми учебной информации (инструментарий компонентов среды расширяет полисенсорность каналов трансляции информации, обеспечивает возможности ее восприятия обучаемыми в статической и динамической, вербальной и невербальной формах в рамках применяемых инновационных технологий, например дополненной и виртуальной реальности);

– возможность гипертекстовой формы представления информации (предъявляемая с помощью инструментария учебная информация выводится в нелинейной форме, что значительно ускоряет процесс навигации в информационной текстовой среде, позволяет обращаться к справочному материалу);

– интерактивность (обеспечение максимально быстрой коммуникации в условиях информационно-коммуникационного пространства в реальном времени, что позволяет развивать активно-деятельностные формы обучения при использовании механизмов навигации в информационных ресурсах, доступных в удаленном доступе);

– коммуникативная полиинструментальность (изменение качественного состава средств осуществления коммуникаций в условиях динамических изменений информационно-коммуникационного пространства и мобильности образования) [15, с. 73].

В качестве дидактических свойств компонентов образовательного сегмента РИОС целесообразно выделить следующие:

– способность потенциально обеспечивать преемственность в условиях системы непрерывного образования;

– сохранение сущности субъект-субъектного взаимодействия, при котором в условиях эффективно осуществляемого дидактического процесса центральным элементом остается личность обучаемого (даже при возрастании роли качества технико-технологического обеспечения);

– встраиваемость компонентов образовательного сегмента РИОС в модели личностно ориентированного обучения с формированием и развитием у обучаемых исследовательских и проектных умений;

– управляемость процессом обучения (возможность управления как процессом предъявления знаний, так и усвоения знаний);

– обеспечение системного подхода к процессу обучения (применение механизмов и инструментария ИКТ в сочетании с традиционными средствами обучения на всех этапах организации учебно-познавательной деятельности обучаемых при ее алгоритмизации);

– способность достижения целей обучения с учетом научно обоснованных организационно-педагогических условий;

– индивидуализация обучения (организация учебного процесса, при которой каждый субъект многоаспектной учебной деятельности свободно выбирает и осуществляет необходимый вид деятельности в приемлемом для него темпе);

– диагностирование результатов процесса обучения (возможность автоматизированного учета учебных достижений и их динамики с помощью контрольно-измерительного инструментария) [15, с. 74].

Учет характерных признаков и свойств, технико-технологического и дидактического потенциала, а также функций компонентов образовательного сегмента РИОС позволяет определять их дидактическую роль через понимание специфики обеспечения процесса обучения в его знаниевой и деятельностной составляющих, а именно – в эффективном обеспечении управления алгоритмируемой деятельностью обучаемых при оптимальном сочетании различных ее видов в достижении целей и решении практических задач обучения.

Заключение

Выявленные характерные признаки и свойства, потенциал и функциональность компонентов образовательного сегмента РИОС позволили выделить их дидактическую роль, выражаемую в эффективном обеспечении управления алгоритмируемой учебно-познавательной деятельностью обучаемых при оптимальном сочетании различных ее видов в достижении целей и решении актуализируемых практических задач обучения. Учет полученных теоретико-методологических обобщений в их практико-ориентированности и перспективе развития научного поиска позволит выйти на уровень определения организационно-педагогических условий эффективного применения компонентов образовательного сегмента РИОС в образовательном процессе в условиях цифровизации.

Список литературы

1. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30 ноября 2021 г. № 683 «О Концепции развития системы образования Республики Беларусь до 2030 года» [Электронный ресурс]. URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100683> (дата обращения: 21.07.2023).
2. Аксенчик Н.В. Научные принципы и закономерности эффективного функционирования и развития информационно-образовательной среды современного учреждения высшего образования // Педагогическая наука и образование. 2021. № 1. С. 90–95.
3. Алтайцев А.М. Информационно-образовательная среда как педагогическая система осуществления дидактического взаимодействия преподавания и учения (самообучения) // Учебная деятельность студента университета: от управления к самоуправлению: материалы международной научно-практической конференции (Минск, 22–23 апреля 2009 г.). Минск: БГУ, 2009. С. 129–136.
4. Анкуда С.Н. Образовательная среда: теория и реальность. Минск: МГВРК, 2014. 398 с.
5. Воротницкий Ю.И., Мандрик П.А. Информационно-образовательная среда университета: опыт создания и сопровождения // Информационные системы и технологии: материалы международного научного конгресса (Минск, 31 октября – 3 ноября 2011 г.). Минск: БГУ, 2011. С. 329–335.
6. Сулейманов В.З. Организационно-педагогические условия развития информационно-образовательной среды учреждения общего среднего образования: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Минск, 2015. 29 с.
7. Белоцкая О.М. Развитие республиканской информационно-образовательной среды. [Электронный ресурс]. URL: <http://bsac.by/sites/default/files/content/basic/2022/2368/files/10-10/10-belockaaminobr.pdf> (дата обращения: 21.07.2023).
8. Богуш В.А., Шнейдеров Е.Н. Цифровизация образования: проблемы, вызовы и перспективы // Адукацыя і выхаванне. 2021. № 1. С. 14–21.
9. Гинчук В.В. Единый информационно-образовательный ресурс как компонент учебно-методического обеспечения общего среднего образования // Веснік адукацыі. 2021. № 2. С. 20–22.
10. Король А.Д., Воротницкий Ю.И. Цифровая трансформация образования и вызовы XXI века // Высшее образование в России. 2022. Т. 31. № 6. С. 48–61. DOI:10.31992/0869-3617-2022-31-6-48-61.
11. Становление и развитие цифровой трансформации и информационного общества (IT-страны) в Республике Беларусь / под ред. В.Г. Гусакова. Минск: Белорусская наука, 2019. 230 с.
12. Качан Д.А., Лис П.А., Мирончик М.В. Развитие Республиканской информационно-образовательной среды // Цифровая трансформация. 2018. № 2 (3). С. 46–52.
13. Курбацкий А.Н., Воротницкий Ю.И., Зеков М.Г., Кочин В.П. О концепции создания и развития Республиканской информационно-образовательной среды // Развитие информатизации и государственной системы научно-технической информации: материалы XVIII международной конференции (Минск, 21 ноября 2019 г.). Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2019. С. 19–23.
14. Лис П.А., Бельский А.Б., Качан Д.А., Слж В.И. Формирование информационной системы управления в секторе образования и развитие системы образования Беларуси на основе опыта Эстонии // Цифровая трансформация. 2018. № 4 (5). С. 5–15.
15. Лозицкий В.Л. Дидактический потенциал электронных средств обучения при подготовке студентов экономических специальностей вузов // Вестник Полесского государственного университета. Серия общественных и гуманитарных наук. 2012. № 1. С. 72–77.

УДК 371.31:373.3
DOI 10.17513/snt.39748

ЧИТАТЕЛЬСКАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНИКА: ФОРМИРОВАНИЕ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ЗАРУБЕЖНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Лукьянова М.И., Захарова Л.М.

*ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова»,
Ульяновск, e-mail: lukjanovami@mail.ru, ulseagull@mail.ru*

Статья посвящена проблеме формирования читательской компетентности у детей младшего школьного возраста и активному использованию с этой целью игровых технологий на уроках литературного чтения и во внеурочной деятельности. Акцентируется внимание на характеристике возможностей изучения зарубежной литературы, ее влиянии на развитие интереса детей к чтению в начальной школе. В статье представлен опыт работы учителей начальных классов средней школы № 21 г. Ульяновска по формированию читательской компетентности на уроках литературного чтения при обращении к изучению зарубежной литературы. Охарактеризованы три основные компетенции, свидетельствующие о высоком уровне сформированности читательской компетентности – ценностно-смысловая, коммуникативная и познавательная. Процесс освоения каждой из них обосновывается применением адекватных поставленной задаче способов и приемов, описанием оригинальных игровых технологий. Выделены уровни сформированности диагностируемых умений: высокий уровень, выше среднего; средний; низкий. Кратко характеризуются результаты диагностики, свидетельствующие о положительном влиянии примененных методов на повышение уровня читательской компетентности младших школьников. Выявлены затруднения обучающихся при освоении читательской деятельности, указывающие педагогам на необходимую коррекцию в процессе формирования их читательской компетентности.

Ключевые слова: читательская компетентность, читательские компетенции, изучение зарубежной литературы, игровые технологии, интерактивные приемы

READING COMPETENCE OF A JUNIOR STUDENT: FORMATION IN THE PROCESS OF LEARNING FOREIGN LITERATURE

Lukyanova M.I., Zakharova L.M.

*Ulyanovsk State Pedagogical University named after I.N. Ulyanov, Ulyanovsk,
e-mail: lukjanovami@mail.ru, ulseagull@mail.ru*

The article is devoted to the problem of the formation of reading competence of primary school children and the active use of game technologies for this purpose in the literary reading lessons and in extracurricular activities. Attention is focused on the characteristic of the possibilities to study foreign literature, its impact on the development of children's interest in reading in primary school. The article presents the experience of primary school teachers of secondary school № 21 of Ulyanovsk city in the formation of reading competence in the lessons of literary reading when studying foreign literature. Three main competencies are characterized, indicating a high level of formation of the reader's competence – value-semantic, communicative and cognitive. The process of mastering each of them is justified by the use of methods and techniques adequate to the task, the description of original gaming technologies. The levels of formation of the diagnosed skills are highlighted: high level, above average; medium; low. The diagnostic results are briefly characterized, indicating the positive impact of the applied methods on improving the level of reading competence of primary school children. The difficulties of school children in mastering reading activity are revealed, indicating to the teachers the necessary correction in the process of forming their reading competence.

Keywords: reader competence, reader competence, foreign literature study, gaming technologies, interactive techniques

Наблюдаемое в современном обществе снижение интереса к чтению, изменение отношения к нему и его статусу в жизни людей является общемировой тенденцией, обусловленной глобализацией средств массовой информации и бурным развитием индустрии развлечений. По результатам международного исследования PISA-2018 читательская грамотность российских школьников (поиск и извлечение информации, ее интерпретация, осмысление и оценка) снизилась по сравнению с предыдущими исследованиями. Многие современные дети

не только затрудняются назвать главную мысль изучаемого произведения, определить последовательность событий в тексте, но и отличаются иным восприятием книжной культуры – относятся к книге как к одному из средств информации [1; 2].

Актуальность данной проблемы отражена в требованиях Федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования – воспитание компетентного читателя, обладающего сформированной духовной потребностью в книге как средстве познания мира и са-

мого себя. В этом документе читательская компетентность определяется как совокупность знаний, умений и навыков, позволяющих человеку отбирать, понимать, организовывать информацию, представленную в знаково-буквенной форме, и успешно ее использовать в личных и общественных целях. Читательская компетентность признается важным элементом продуктивной учебной деятельности обучающихся [3].

Проблема воспитания младшего школьника как читателя изучалась в работах А.В. Авдеевой [4], Е.Л. Гончаровой [5], Н.Е. Колгановой [6], В.Ф. Одеговой [7], С.В. Самыкиной [8], Н.Н. Светловской [9; 10] и др. По мнению Е.Л. Гончаровой, все компоненты читательской компетентности подчинены главной функции – превращению содержания текста в личный, смысловой, познавательный и творческий опыт читателя. Роль начальной школы и, в частности, уроков литературного чтения в решении данной проблемы неоспорима [11].

Цель исследования состоит в определении эффективных способов формирования читательской компетентности младших школьников на уроках литературного чтения и во внеурочной деятельности при изучении зарубежной литературы.

Материалы и методы исследования

Педагогическим условием формирования читательской компетентности младших школьников является поэтапное освоение читательских умений от первого до четвертого класса. В данном процессе выделяют следующие направления: формирование навыка чтения, развитие начитанности, умения работать с книгой, навыков собственной читательской деятельности.

Прежде всего следует начинать с воспитания интереса к урокам литературного чтения, а во внеурочной деятельности практиковать часы общения с книгой, библиотечные часы, литературные игры, конкурсы сочинений и рисунков. Это возможно не только через изучение произведений отечественной литературы, но и произведений зарубежных авторов, через показ взаимосвязи между русской и зарубежной литературой. Ведь знакомство с зарубежной литературой происходит с ранних лет на основе национальной культуры. Русские сказки иногда являются вариациями зарубежных сказок. Например, «Бременские музыканты» братьев Гримм ассоциируются с русской народной сказкой «Теремок». Сказка Г.Х. Андерсена «Русалочка» связана с образами, появляющимися во вступлении к поэме А.С. Пушкина «Руслан и Людмила».

Литература отражает исторические события и факты в жизни России и других стран. Взаимный процесс объединения культур, создание у молодого читателя наиболее полного представления о жизни разных народов совершается благодаря знакомству с их художественной литературой. В круг литературного чтения в начальных классах входят произведения многих стран, в числе которых Англия, Армения, Белоруссия, Германия, Индия, Италия, Франция, Швеция, Япония. Жанры зарубежных произведений разнообразны – басни, песенки, рассказы, сказки, стихотворения, хокку. Любимый литературный жанр младших школьников – сказки, читая которые дети переживают за судьбу героев и уверены, что справедливость в конце восторжествует.

Признавая значимость изучения зарубежной литературы, учителя начальных классов используют ее ресурсы для развития у обучающихся интереса к чтению произведений зарубежных авторов, читательской эрудиции, умения осуществлять самостоятельный выбор книг по заинтересовавшей тематике.

Наряду с другими современными образовательными технологиями и с учетом возрастных особенностей младшего школьного возраста педагоги активно используют игровые технологии, что позволяет сделать учебную деятельность ребят увлекательной и творческой и повысить ее личностную значимость. Применяя литературные игры, учитель активизирует читательскую деятельность младших школьников, воспитывая интерес к зарубежной сказке, мобилизуя умственные силы обучающихся при создании кроссвордов и вопросов к викторинам.

Обратимся к обоснованию методов, приемов и форм работы на уроках литературного чтения и во внеурочной деятельности при изучении зарубежной литературы, обеспечивающих освоение трех основных компетенций, востребованных при развитии читательской компетентности: ценностно-смысловой, коммуникативной и познавательной.

Ценностно-смысловая компетенция означает сформированность ценности чтения как способа познания мира, что детерминруется и определяется наличием читательского кругозора. Это знания о произведениях, авторах, жанрах детского чтения; умение последовательно передавать сюжет произведения, характеризовать героев, делить текст на смысловые части, самостоятельно выделять главную мысль. Формированию ценностно-смысловой компетенции способствуют литературные игры. Приведем примеры некоторых из них.

«Литературный волшебный сундучок». Цель – развитие умения узнавать сказки и их героев, активизировать мыслительную деятельность, речь. В сундучке находятся предметы из разных сказок. Например, овощи и фрукты из сказки Джанни Родари «Приключения Чиполлино», красная шапочка из одноименной сказки Шарля Перро, роза из сказки «Снежная королева» Г.Х. Андерсена, игла из сказки братьев Grimm «Храбрый портной», оловянный солдатик из сказки Г.Х. Андерсена и другие предметы. Такая детализация помогает привить ребенку внимательность при чтении произведений.

«Сказочный город». Дети создают сказочный город, в котором живут литературные персонажи. Каждая группа создает портрет литературного персонажа, представляет своего героя, не называя его имени, поселяет в один из домиков. Дети должны узнать этого героя в рисунке и портретной характеристике. Обучающиеся акцентируют внимание на чертах характера и внешности сказочных персонажей.

«Путешествие по зарубежным сказкам». Вместе с героями произведений обучающиеся путешествуют по зарубежным сказкам и странам. Дети знакомятся с жизнью и творчеством зарубежных авторов, узнают национальные особенности стран, постепенно осознавая их уникальность и ценность существующего в мире разнообразия. Например, можно организовать путешествие «Знаменитые сказочники Германии». Обучающиеся отвечают на вопросы, а затем проверяют себя с помощью QR-кода:

1. По кадрам из мультфильмов определите сказки. Что их объединяет? (Экранизация сказок братьев Grimm). 2. Памятник братьям Grimm сооружен в городе Касселе, где они жили. Назовите имена сказочников (Якоб, Вильгельм). 3. Каким героям сказки братьев Grimm установлен памятник в Германии? (Бременские музыканты). 4. В Германии находится музей сказок. Чьим именем и фамилией он назван? (Вильгельм Гауф). 5. Сказка немецких писателей братьев Grimm называется «Белоснежка и семь гномов». А как называется сказка А.С. Пушкина с похожим сюжетом? («Сказка о мертвой царевне и семи богатырях»).

Коммуникативная компетенция означает овладение способами продуктивного чтения: правильностью, беглостью, осознанностью, выразительностью.

Успешно формироваться данная компетенция может в конкурсе «Выразительное чтение». Его цель – развитие навыка выразительного и эмоционального чтения тек-

ста, способности сопереживать событиям и отношениям вместе с героями произведения. Дети вытягивают карточку с заданием, 3–4 минуты готовятся к выразительному чтению произведения по ролям. Такая работа помогает ребятам лучше понять содержание, учит авторскому прочтению текста, развивает артистичность.

Познавательная компетенция определяется читательской самостоятельностью при работе с книгой и сформированностью умений: ставить цель чтения, пересказывать текст полно, выборочно или кратко; выделять главные слова, пользоваться библиотекой, составлять аннотацию и видеореферат, писать сочинения и литературные творческие работы.

Главным при формировании познавательной компетенции является организация творческой деятельности обучающихся на основе широкого применения групповых и индивидуальных форм работы с использованием следующих приемов и способов.

«Литературный футбол». Цель – закрепить знание содержания произведения, характера героев, развивать умение формулировать вопросы и отвечать на них. Класс делится на две команды. По заданному произведению обучающиеся дома составляют вопросы, а на уроке команда после обсуждения задает наиболее удачные вопросы команде соперников («забрасывает» вопрос). Если вторая команда не ответила, то «забивается» (засчитывается) гол. Побеждает команда, забившая максимальное количество голов своим соперникам. В основе создания вопросов лежит прием развития критического мышления, а умение задавать вопросы также способствует освоению коммуникативной компетенции и повышает интерес к прочтению книги [12]. Например, к сказке С. Лагерлёф «Чудесное путешествие Нильса с дикими гусями» обучающиеся сформулировали такие вопросы: Что случилось с Нильсом? Что он потерял и что приобрел? С какими опасностями столкнулся Нильс? Какие качества характера открылись в Нильсе? Как удалось Нильсу снова вернуться к своим родителям?

«Облако слов». Цель – актуализация интереса к произведению, наблюдательности, умения выделять главное, анализировать прочитанное. Обучающимся предлагается самостоятельно создать «облако слов». По набору слов, из которых будет состоять «облако», а также по его форме ребята должны угадать, о какой сказке идет речь.

«Ромашка вопросов». Цель – развитие речи, активизация мыслительной деятельности, познавательного интереса, создание

возможности общения, укрепление навыка работы с текстом. При этом класс делится на шесть групп. На шести лепестках ромашки записываются шесть типов вопросов к тексту: простые вопросы, отвечая на которые нужно называть какие-то факты, вспомнить и воспроизвести информацию; объясняющие вопросы (начинаются со слова «Почему»); уточняющие вопросы (начинаются со слов «Верно ли, что...», «Если я правильно понял, то...»); оценочные вопросы, позволяющие выяснить критерии оценки тех или иных событий, явлений, фактов; практические вопросы, которые направлены на установление взаимосвязи между теорией и практикой; творческие вопросы, содержащиеся в формулировках элементы условности, предположения, фантазии, прогноза («Что бы изменилось, если бы...»), «Как вы думаете, как будут развиваться события дальше?»).

При изучении зарубежной литературы могут быть использованы средства ИКТ.

Интерактивный прием «Видеоотзыв». Видеоотзыв – это возможность для детей высказать свое мнение о прочитанном произведении, показать степень осмысления, понимания текста, предложить свою интерпретацию содержания, отразить в речи богатство литературного языка. Видеоотзыв предлагается составить по плану: 1. Автор, название произведения. 2. О чем эта книга? Какова главная идея произведения? Чему она учит? 3. Понравилась тебе книга или нет? Почему? Что для тебя было самым интересным? 4. Главные герои книги и второстепенные персонажи. Каково твое отношение к ним? Согласен ли ты с поступками героев? 5. Что для тебя самое ценное в прочитанной книге?

Свой видеоотзыв ученики выкладывают в общую группу в Viber, где также знакомятся с отзывами одноклассников о прочитанной книге, обмениваются мнениями. Учитель имеет возможность прочитать работы всех обучающихся и оценить их активность в такого рода диалоге.

«Рюкзак». Данный прием рефлексии используется чаще всего после изучения большого произведения. Цель – научиться фиксировать свои достижения в читательской деятельности, в отношениях с одноклассниками. «Рюкзак» перемещается от одного ученика к другому. Каждый ребенок называет и комментирует значимые для него позиции при знакомстве с текстом произведения. Например, «Я научился составлять план», «Я поняла, как задавать разные вопросы», «Я научился высказывать свое отношение к герою произведения» и другие суждения.

Результаты исследования и их обсуждение

При обсуждении вопроса об изучении (диагностике) сформированности читательской компетентности младших школьников аргументация авторов сходна по ряду позиций.

С.В. Самыкина предлагает к диагностике три компонента читательской компетентности: 1) когнитивный (знания, умения, навыки); 2) мотивационный (отношение к деятельности, связанной с чтением литературы, готовность к проявлению компетентности); 3) операционный или деятельностный (наличие опыта проявления компетентности в стандартной и нестандартной ситуации) [8].

С данным предложением перекликается мнение В.Ф. Одеговой, которая также предлагает использовать критерии: мотивационный – наличие личностного отношения к чтению, сформированность потребности в чтении, читательская самостоятельность; когнитивный – полноценное восприятие литературного текста; наличие литературоведческих представлений о произведениях различных жанров; наличие читательского кругозора; деятельностный – умение оперировать полученной информацией; наличие качественного навыка чтения; степень развития умений учебного сотрудничества [7].

Согласимся с мнением Н.Е. Колгановой, что все охарактеризованные компетенции взаимосвязаны, находятся в диалектическом единстве, а изменение одного из них влечет за собой изменение других, но при этом каждая из них в отдельности имеет существенное значение и относительную самостоятельность [6].

Обратившись в данном исследовании к характеристике читательской компетентности младших школьников как совокупности трех значимых компетенций (ценностно-смысловой, коммуникативной и познавательной), педагоги диагностировали умения обучающихся:

- воспринимать выразительные средства художественного произведения;
- определять тему, идею произведения;
- устанавливать причинно-следственные связи, видеть логику развития событий, задавать вопросы;
- целостно воспринимать образы героев произведения;
- выделять авторскую позицию;
- составлять отзыв о произведении.

В исследовании принимали участие ученики двух четвертых классов (27 и 25 чел.). Педагоги этих классов договорились о взаимодействии и общих подходах в методике

преподавания уроков литературного чтения и проведения внеурочных занятий с акцентом на применение игровых технологий при изучении зарубежной литературы. Цель исследования – выявить динамику в развитии читательской компетентности обучающихся после применения игровых технологий в процессе изучения зарубежной литературы. Для диагностики ребятам в начале и в конце учебного года были предложены к выполнению задания, соответствующие перечисленным выше умениям.

Уровни сформированности диагностируемых умений трактовались следующим образом: высокий уровень – сформированы все шесть умений; выше среднего – от пяти до четырех умений; средний – три умения; низкий – два умения.

Анализ результатов диагностики в целом показал положительную динамику у обучающихся четвертых классов при активном использовании игровых технологий в процессе изучения зарубежной литературы, но при этом стало возможным и выявление некоторых пробелов в знаниях и умениях учеников. В большей степени эти пробелы касаются таких позиций, как недостаточная готовность к самостоятельным речевым высказываниям и выражению своего мнения, выделение логических связей в развитии событий, сравнение смысловых основ нескольких произведений, восприятие этических аспектов в содержании текста. Итоги диагностики позволили педагогам определить приоритеты в своей дальнейшей деятельности по формированию читательской компетентности младших школьников.

Заключение

Применение представленных методов, приемов и форм работы при изучении зарубежной литературы на уроках литературного чтения и во внеурочной деятельности позволяет эффективно решать задачу формирования читательской компетентности

у младших школьников, воспитания грамотного читателя, способного использовать читательскую деятельность как средство познания себя и мира.

Список литературы

1. Майер П.А. К вопросу о современном восприятии чтения у детей // Проблемы современной науки и образования. 2016. № 25 (67). С. 72–74.
2. Гройсман А.Г. О проблемах детского чтения. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.detlit.ta-vkm.ru/problems/groysman-o-problemah-detskogo-chteniya/> (дата обращения: 03.08.2023).
3. Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389561/ (дата обращения: 03.08.2023).
4. Авдеева А.В., Молькова А.В. Формирование читательской компетентности младших школьников // Молодой ученый. 2015. № 22.1 (102.1). С. 44–46. URL: <https://moluch.ru/archive/102/23190/> (дата обращения: 31.07.2023).
5. Гончарова Е.Л. Ранние этапы читательского развития. К теории вопроса // Дефектология. 2007. № 1. С. 4–12.
6. Колганова Н.Е. Читательская компетентность младших школьников: сущность, структура, показатели // Гаудеамус. 2017. Т. 16. № 1. С. 27–37.
7. Одегова В.Ф. Педагогические условия формирования читательской компетентности младших школьников // Нижегородское образование. 2015. № 1. С. 110–118.
8. Самыкина С.В. Оценка уровней развития читательской компетентности младших школьников // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13. № 2 (4). С. 831–836.
9. Светловская Н.Н. Обучение чтению и законы формирования читателя // Начальная школа. 2003. № 1. С. 11–18.
10. Светловская Н.Н. О литературном произведении и проблемах, связанных с его осмыслением при обучении младших школьников // Начальная школа. 2005. № 5. С. 39–47.
11. Жесткова Е.А., Цуцкова Е.В. Внеклассная работа по литературному чтению как средство развития читательских интересов младших школьников // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=16764> (дата обращения: 12.08.2023).
12. Рыбакова А.В., Филиппова Л.В. Словарная работа как средство формирования коммуникативных умений младших школьников // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 11–5. С. 800–803.

УДК 373.51
DOI 10.17513/snt.39749

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ КУЛЬТУРОГЕНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕКСТОВ

Пеньков В.Е., Пеньков С.В.

*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
Белгород, e-mail: penkov@bsu.edu.ru, 1030839@bsu.edu.ru*

Основная цель данной статьи состоит в том, чтобы построить культурогенетическую модель исследовательского обучения школьников с использованием текстов на основе выявления уровня сформированности читательской грамотности учащихся, поскольку именно читательская грамотность позволяет наиболее эффективно осуществлять исследовательскую деятельность. Как показывают исследования, уровень сформированности читательской грамотности не высок, но имеется достаточно много резервов для его повышения. В нашем исследовании проводились измерения уровня сформированности читательской грамотности у учащихся седьмых и восьмых классов ОГБОУ «СОШ № 3 с углубленным изучением отдельных предметов города Строитель» Яковлевского района Белгородской области. Всего в исследовании приняли участие 103 респондента. В итоге были получены следующие результаты. В седьмом классе средний балл получился равным 6,81, что составляет 52,4%, в восьмом классе результат составил 6,5, то есть 46,4%. Это примерно соответствует исследованиям PISA-2009 – 459 баллов по 1000-бальной шкале, то есть 45,9%. Таким образом, и в настоящее время актуальным является вопрос повышения читательской грамотности. Особенно важно обратить внимание на то, что тексты, написанные в разные эпохи, содержат термины, которые могут нести иной смысл, нежели в настоящее время. Исходя из вышесказанного, необходимо выработать такую модель исследовательского обучения школьников с использованием текстов, в которой учитывались бы историко-культурные условия написания текста, а при анализе текстов различных эпох – и генезис общества, и генезис самого термина или понятия, которое с течением времени трансформируется и предстает в различных терминах. На наш взгляд, наиболее эффективной в вышесказанном аспекте может выступать модель, построенная с использованием культурогенетического подхода, на основе которой и строится культурогенетическая модель исследовательского обучения школьников с использованием текстов.

Ключевые слова: исследовательское обучение, саморазвитие, читательская грамотность, учебный текст, культурогенетический подход

PEDAGOGICAL FOUNDATIONS OF CULTURAL AND GENETIC RESEARCH LEARNING MODELS SCHOOLCHILDREN USING TEXTS

Penkov V.E., Penkov S.V.

*Belgorod State National Research University, Belgorod,
e-mail: penkov@bsu.edu.ru, 1030839@bsu.edu.ru*

The main purpose of this article is to build a culturogenetic model for schoolchildren's exploratory studies via reading the texts that take into account the maturity level of the students' reading literacy, since reading literacy offers the most effective research activities. According to studies the maturity level of reading literacy in schoolchildren is not high, and there is quite a lot of room for improvement. In our study, we have measured the level of reading literacy among students in the seventh and eighth grades of Secondary School No. 3 with in-depth study of certain subjects in the town of Stroitel in the Yakovlevsky district of the Belgorod region. A total of 103 respondents took part in the study. Thus, the issue of improving the reading literacy is still relevant today. Of prime importance is the fact that texts written in different historical periods contain terms that may have different meanings than the ones we are used to today. The results we obtained are as follows. In the seventh grade, the average score was 6.81, which is 52.4%; in the eighth grade, the result was 6.5, that is, 46.4%. That roughly corresponds to the PISA-2009 studies – 459 points on a 1000-point scale, that is, 45.9%. Thus, the issue of improving the reading literacy is still relevant today. Of prime importance is the fact that texts written in different historical periods contain terms that may have different meanings than the ones we are used to today. Based on the foregoing, it is essential to develop a model for schoolchildren's investigative learning by reading the texts that would take into account the historical and cultural setting of the time; when analyzing texts written in different epochs, account must be taken of both the society genesis and the genesis of the term or concept itself, which has morphed over time and appears in different terms. In our opinion, the most effective in this regard can be a model built using the culture-genetic approach offering a culturo-genetic model of schoolchildren's exploratory studies via reading texts.

Keywords: research training, self-development, reader literacy, educational text, cultural-genetic approach

Современная российская система образования находится в стадии реформирования. В условиях проводимых преобразований сегодня большую роль в обучении

играет его эффективность и результативность. Система образования функционирует в поиске новых методов, форм и средств обучения. Внедрение и освоение новых

технологий, моделей призваны ускорить реформирование системы и вывести образование в России на новый уровень. Сегодня большую роль в образовании уделяют исследовательской деятельности школьников в процессе обучения.

В соответствии с современными с Федеральными государственными образовательными стандартами (ФГОС) необходимо усиливать самостоятельность школьников в получении новых знаний. Исследовательский потенциал – ресурс, который заложен в каждой личности, однако для его развития требуются время и возможности. В связи с этим целесообразно упомянуть, что в школах все чаще стали отмечать значимость реализации исследовательского обучения.

Исследовательское обучение – подход к обучению, основанный на естественном стремлении ребенка к самостоятельному изучению окружающего его мира. При этом наиболее важным умением является читательская грамотность, которая позволяет наиболее эффективно осуществлять исследовательскую деятельность.

В свою очередь читательская грамотность является неотъемлемым компонентом функциональной грамотности, как способности человека использовать приобретаемые в течение жизни знания для решения широкого диапазона жизненных задач в различных сферах человеческой деятельности, общения и социальных отношений. Так как функциональная грамотность стала образовательным трендом относительно недавно, уровень ее сформированности у обучающихся низкий. По данным института стратегии развития образования, результаты апробации учебных материалов 2020 г. говорят о том, что уровень компетенций, формирующих функциональную грамотность, у обучающихся находится на уровне ниже 50%.

Целью данной работы является построение культурогенетической модели исследовательского обучения школьников с использованием текстов на основе выявления уровня сформированности читательской грамотности учащихся.

Материалы и методы исследования

В основу исследования были положены философские положения о всеобщей связи, взаимообусловленности и целостности явлений реальной действительности, о природной, социальной и творческой сущности человека, о единстве теории и практики; теоретические методы: системный, личностный, деятельностный подходы к исследованию педагогических явлений. Отдельно стоит выделить культурологический подход, так как он служит основой фор-

мирования мировоззрения обучающегося, включает в себя и обучение, и воспитание, результатом подхода должно стать включение школьника в культурное пространство и современный мир, умение создавать в нем свою жизнь и открывать принципиально новое на основе исследовательской деятельности. В качестве эмпирических методов исследования использовались задания из открытого банка данных по формированию читательской грамотности. Анализ полученных результатов проводился с помощью метода корреляционных плеяд.

Результаты исследования и их обсуждение

При построении теоретической модели исследовательского обучения с использованием текстов будем исходить из того, что одним из важных компонентов исследовательской деятельности является читательская грамотность, поскольку умение извлекать правильную информацию из текста лежит в основе любого исследования.

В начале XXI в. (2001–2005 гг.) проходил широкомасштабный проект по определению уровня читательской грамотности. При этом были разработаны методики для учащихся начальных классов, а также для школьников среднего возраста (5–9 классы). «Спецификой предложенного в этих проектах инструментария было выделение особой группы умений, связанных с использованием информации из текста для различных целей» [1, с. 36].

На уровне международного исследования PISA диагностика читательской грамотности разрабатывалась, исходя из понимания этого феномена как сложноорганизованной деятельности «по восприятию, пониманию и использованию текстов» [1, с. 18–19].

При этом выделялись следующие умения: 1) находить и извлекать информацию; 2) интегрировать и интерпретировать информацию; 3) оценивать содержание и форму текста; 4) использовать информацию из текста [2, с. 214].

Как показывают научные исследования, уровень читательской грамотности школьников недостаточно высокий. Так, в работе М.Ю. Демидовой проводится сравнительный анализ уровня сформированности читательской грамотности российских школьников на фоне других стран. Она пишет: «На четырех этапах международного исследования PISA (2000, 2003, 2006 и 2009 гг.), в котором оценивается грамотность чтения, наши школьники устойчиво демонстрируют результаты ниже средних международных показателей: средний балл российских учащихся по читательской грамотности в ис-

следовании PISA-2009 составил 459 баллов по 1000-балльной шкале (средний балл по странам ОЭСР – 493 балла), при этом наши школьники оказались на 41–43 месте среди 65 стран-участниц» [2, с. 214]. Очевидно, что данная проблема оказывается весьма существенной.

Данная работа была написана более десяти лет назад, но об этом же свидетельствуют и более поздние исследования. В соавторской работе 2019 г. в связи с измерением уровня сформированности читательской грамотности подчеркивается: «Проблема, которую нужно назвать в первую очередь, – неумение точно выбирать информацию» [1, с. 48]. А в работе 2022 г., посвященной изучению уровня сформированности читательской грамотности у студентов, В.В. Дубровицкий отмечает, что «обучение в университете существенно повышает уровень читательской грамотности» [3, с. 161], тем самым признавая, что уровень сформированности этого качества у учащихся школ находится на низком уровне.

В нашем исследовании проводились измерения уровня сформированности читательской грамотности у учащихся седьмых и восьмых классов ОГБОУ «СОШ № 3 с углубленным изучением отдельных предметов города Строитель» Яковлевского района Белгородской области. Всего в исследовании приняли участие 103 респондента.

Для измерений использовался открытый банк заданий для формирования функциональной грамотности (читательская грамотность) 7 класс (часть 3) и 8 класс (часть 1). В седьмом классе предлагалось 9 заданий по тексту «Не позволяй компьютеру думать за себя» (максимально можно было набрать 13 баллов), в восьмом классе – 11 заданий по тексту «Улетевшая в Иран птица разорила сибирских ученых» (максимально можно было набрать 14 баллов). Измерения проводились по трем параметрам в седьмом классе: 1 – умение находить и извлекать информацию; 2 – умение интегрировать и интерпретировать информацию; 3 – умение оценивать содержание и форму текста; и по четырем параметрам в восьмом классе: 1 – умение находить и извлекать информацию; 2 – умение интегрировать и интерпретировать информацию; 3 – умение оценивать содержание и форму текста; 4 – умение использовать информацию из текста [2, с. 214].

В итоге были получены следующие результаты. В седьмом классе средний балл получился равным 6,81, что составляет 52,4%, в восьмом классе результат составил 6,5, то есть 46,4%. Это примерно соответствует исследованиям PISA-2009 – 459 баллов по 1000-балльной шкале, то есть 45,9%.

Таким образом, и в настоящее время актуальным является вопрос повышения читательской грамотности. Особенно важно обратить внимание на то, что тексты, написанные в разные эпохи, содержат термины, которые могут нести иной смысл, нежели в настоящее время.

Другими словами, при исследовании текстов разных времен и разных культур необходимо учитывать те социокультурные условия, в которых эти тексты были созданы. А если исследование междисциплинарное, то необходимо учитывать, что в разных областях знания одно и то же слово может нести разный смысл (например, атомное ядро в физике, ядро клетки в биологии, ядро корреляционной плеяды в социологии). В связи с этим возникает терминологическая неопределенность, причиной которой являются: «во-первых, различное понимание терминов в различных областях знания; во-вторых, изменение представлений об объекте в историческом развитии; в-третьих, необходимость введения метафор для обозначения непонятных явлений» [4, с. 78]. Особенно наглядно это проявляется в научно-популярных текстах. Как отмечается в работе Н.Н. Мальцевой, «попытки перевести научные теории на уровень общедоступной культуры приводят к упрощению реальности, что в конечном итоге формирует такие модели в общественном сознании, что идет переход от научного уровня к мифологическому» [5, с. 258].

Приведем несколько примеров. Под словом «Вселенная» первоначально понималась известная часть Земли с центром в Элладе, что означало заселенная Земля. В дальнейшем этот термин претерпел еще несколько трансформаций: во времена Эйнштейна под Вселенной понималась видимая часть мироздания, в настоящее время это соответствует термину «Метагалактика», а Вселенная отождествляется с Универсумом.

В физике «пространство отождествляется с протяженностью объектов, а время – с длительностью процессов. При этом еще и говорят о разных видах времени, порой отождествляя их с физическим ходом времени» [4, с. 75]. Когда говорят, что урок длится 45 мин, имеют в виду длительность урока во времени, а не само время. Отсюда возникает неправильная трактовка экспериментов по замедлению времени, когда скорость какого-то физического процесса отождествляется с ходом физического времени.

Исходя из такой логики, можно прийти к выводу, что в космическом корабле (в невесомости) время останавливается, потому что маятниковые часы там не будут идти, поскольку период колебаний станет равным бесконечности.

Это очень наглядный пример неправильной интерпретации текста ввиду низкого уровня читательской грамотности.

Если даже в естественных науках один и тот же термин предстает в различных значениях, то в гуманитарных исследованиях, в частности истории, это еще более значимо. Так, «Великая Октябрьская Социалистическая революция» в постсоветской России превратилась в «большевистский переворот»; «строительство развитого социализма» превратилось в «эпоху застоя» и т.д.

Исходя из вышесказанного, необходимо выработать такую модель исследовательского обучения школьников с использованием текстов, в которой учитывались бы историко-культурные условия написания текста, а при анализе текстов различных эпох – и генезис общества, и генезис самого термина или понятия, которое с течением времени трансформируется и предстает в различных смыслах.

На наш взгляд, наиболее эффективной в вышесказанном аспекте может выступать модель, построенная с использованием культурогенетического подхода, в основе которого, по словам Л.А. Нагоевой, «лежит исследование взаимодействия старого и нового в материальном, а также духовном пластах культуры, то есть соотношение традиций и инноваций. Традиция в культурологическом ракурсе имеет огромное значение для восстановления культурно-исторической реальности изучаемого объекта» [6, с. 71].

В исследованиях Г.В. Макотровой выделяются следующие этапы культурогенетического подхода исследовательского обучения: культуроосвоение, культуропользование, культуроинтерпретаторство и культуротворчество. При этом «работа с текстом на каждом из этапов проходила в соответствии с тремя стадиями развития исследовательского потенциала школьников (познавательного-ориентировочной, потребности-поисковой, активно-деятельностной). На первой стадии у школьников возникало представление об определенной работе с текстом и ценностное отношение к ней, на второй актуализировались потребности в практическом овладении той или иной стратегией и тактикой получения нового знания, на третьей – осуществлялась познавательная деятельность» [7, с. 174].

Остановимся на этом более подробно. Главная задача первого этапа, культуроосвоения, состоит в том, чтобы заинтересовать учеников и вызвать у них желание приобретать новые знания. При этом можно использовать следующие дидактические подходы и приемы. Составление небольшого глоссария, в котором должны найти свое

отражение термины, которые для учеников являются новыми. При этом следует использовать различные способы визуализации (диаграммы Венна, «рыбьего скелета» Исикавы, разветвлений Т. Бьюзена, комиксов). При этом информацию из текста представляли в виде таблиц, диаграмм, графиков и т.д. «Размышления о результатах выполнения заданий к тексту на этапе культуроосвоения приводило школьников к выводу о том, что основные причины затруднений в понимании текстов – терминология, избыточность информации, степень иллюстрированности» [7, с. 175].

На втором этапе, культуропользования, умения, полученные на первом этапе, углублялись и расширялись. При этом задания были разного уровня сложности, что обеспечивало индивидуально-личностный подход и учитывало уровень сформированности читательской грамотности каждого ученика. Это позволит сделать доступной информацию каждому школьнику. При этом можно использовать как индивидуальные, так и групповые и коллективные формы работы. При обучении в группах возможна помощь слабым, которую смогут оказывать более сильные. Здесь уже должно происходить приобретение новых знаний, в том числе в результате использования сети Интернет. Тем самым на втором этапе повышается уровень самостоятельности учеников. «Анализ ответов показал, что работа над интересными для учеников заданиями и вопросами к тексту на этом этапе вызывает у них желание задавать новые вопросы и составлять собственные нестандартные задания к тексту» [7, с. 176].

На третьем этапе, культуроинтерпретаторства, уровень самостоятельной работы был усилен. Ученики теперь не просто воспринимали, но и оценивали информацию, то есть выражали свое мнение по тем или иным вопросам, интерпретировали информацию, полученную из текстов. Кроме того, учились задавать вопросы к тексту и выдвигать гипотезы для решения этих вопросов. На этом этапе ученики должны были проявить свой творческий потенциал: для анализа представлений разных групп населения по тому или иному вопросу: составить эссе по содержанию текста для воздействия на определенную аудиторию; оценить возможную полемику, которая может возникнуть на основе информации, полученной из текста; построить интервью для обсуждения полученной информации; представить себя в роли героя текста путем деловой игры. Как отмечает Г.В. Макотрова, на этом этапе «поиск школьниками новых смыслов, методов и стилей толкования

изучаемых текстов приводил к выделению интересных для них проблем, составлению вопросов, выдвижению гипотез, требующих подтверждения» [7, с. 177].

На четвертом этапе, культуротворчества, ученики работали над решением важной и интересной для них проблемы, искали собственный вариант ответа на вопрос. Они активно искали новые тексты, планировали и проводили при необходимости эксперимент, в результате чего опровергалась или доказывалась, выдвинутая на предыдущем этапе гипотеза. Учитель предлагал старшеклассникам определить и конкретизировать наиболее важные способы возможного исследования, ведущие к решению проблемы (прогноз, эксперимент, наблюдение, анализ, синтез, моделирование и др.); наглядно представить и описать возможные варианты экспериментальных действий; обосновать конкретное использование сети Интернет для поиска нового знания, оценить значение для решения проблемы имеющихся цифровых программ, видеолекций, представить план диалога с учеными для беседы о способах решения проблемы и др. По результатам работы по доказательству или опровержению гипотезы ученики составляли тексты презентации или доклада [7, с. 177–178].

Заключение

Исходя из построенной культурогенетической модели, были выявлены педагогические основания ее эффективного применения в исследовательском обучении школьников с использованием текстов. Тексты, формирующие читательскую грамотность, должны обладать следующими свойствами:

- тексты должны быть интересны ученику, то есть необходимо ориентироваться на то, что школьникам известно и актуально, но требует дополнительных исследований;
- тексты должны вызывать желание искать новую информацию, то есть должны быть либо отсылки к другим источникам, либо что-то должно остаться недосказанным;
- в текстах, несмотря на то, что в них описывается известная ученику ситуация, должно содержаться нечто новое, чтобы у ученика был стимул для его изучения;

- информация, содержащаяся в текстах, должна иметь возможность быть представленной визуально;

- тексты должны быть разного уровня сложности, чтобы обеспечить индивидуально-личностный подход к учащимся;

- необходимо предусмотреть тексты, изучение которых возможно индивидуально, в небольшой группе и всем коллективом;

- на данном этапе необходимо увеличить степень самостоятельной работы учащихся, с возможностью самостоятельного поиска информации, в том числе в сети Интернет;

- тексты должны давать возможность различной интерпретации;

- тексты должны ставить проблемные вопросы, что заставит учащихся повысить свой исследовательский потенциал;

- тексты должны давать возможность для деловой игры, в которой ученик выступает в роли действующего лица какого-либо сюжета;

- тексты должны давать возможность для полемики при обсуждении содержащейся в них информации.

Список литературы

1. Гостева Ю.Н., Кузнецова М.И., Рябинина Л.А., Сидорова Г.А., Чабан Т.Ю. Теория и практика оценивания читательской грамотности как компонента функциональной грамотности // Отечественная и зарубежная педагогика. 2019. Т. 1, № 4 (61). С. 34–57.
2. Демидова М.Ю. Естественнонаучный цикл: читательские умения // Народное образование. 2012. № 5 (1418). С. 214–220.
3. Дубровский В.В. Результаты исследования функциональной грамотности будущих учителей и преподавателей музыки // Вестник педагогических наук. 2022. № 8. С. 161–167.
4. Пеньков В.Е. Герменевтика космологического знания: история и современность // Научный результат. Социальные и гуманитарные исследования. 2019. Т. 5, № 1. С. 73–80.
5. Мальцева Н.Н. Причины появления мифов в науке // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 1–2. С. 258–259.
6. Нагоева Л.А. Подходы и проблемы выявления древнейших этапов культурогенеза абхазо-адыгов // Известия СОИГСИ. Школа молодых ученых. 2021. № 27. С. 72–81.
7. Макотрова Г.В. Исследовательский потенциал школьников: культурогенетический подход // Народное образование. 2014. № 5 (1438). С. 171–179.

УДК 372.857
DOI 10.17513/snt.39750

ПОТЕНЦИАЛ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА О БИОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТИНЕ МИРА В ФОРМИРОВАНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Семенова Н.Г., Якунчев М.А., Осинин Р.В., Маркинов И.Ф.

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»,
Саранск, e-mail: natashasemenovak@mail.ru

В статье актуализируется проблема формирования естественнонаучной грамотности у обучающихся общеобразовательной школы. Утверждается, что обозначенный процесс можно осуществлять на основе использования разных средств предметной подготовки, среди которых особое положение занимает учебный материал с его нереализованным потенциалом в контексте требований Международной программы по оценке образовательных достижений обучающихся разных стран (Programme for International Student Assessment, PISA). К такой категории относится материал о биологической части научной картины мира в составе выразителей его методологических оснований – объекты познания живой природы, методы познания живой природы, принципы познания живой природы, типы объяснений объектов живой природы, а также теоретических оснований – понятия, законы, гипотезы, учения, концепции, теории. На примерах некоторых выразителей представлен потенциал учебного материала с позиции структуры знаний и умений. Знания отражены в научном, процедурном и эпистемологическом компонентах, а умения в группах: объяснять, описывать объекты, прогнозировать их изменения; распознавать научные проблемы и применять методы исследования; интерпретировать данные и использовать научные доказательства для формулирования выводов. Их освоение может обеспечить естественнонаучную грамотность обучающихся.

Ключевые слова: предметная подготовка старшекласников, содержание учебного материала о биологической части научной картины мира для формирования естественнонаучной грамотности, общее образование

Исследование выполнено в рамках гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям научной деятельности вузов-партнеров по сетевому взаимодействию (ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова» и ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева») по теме «Обобщение учебного материала как средство формирования биологической картины мира старшекласников».

THE POTENTIAL OF EDUCATIONAL MATERIAL ABOUT THE BIOLOGICAL PICTURE OF THE WORLD IN THE FORMATION OF NATURAL SCIENCE LITERACY STUDENTS

Semenova N.G., Yakunchev M.A., Osinin R.V., Markinov I.F.

Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evsevev, Saransk,
e-mail: natashasemenovak@mail.ru

The article actualizes the problem of the formation of natural science literacy among students of secondary schools. It is argued that the indicated process can be carried out on the basis of the use of various means of subject training, among which a special position is occupied by educational material with its unrealized potential in the context of the requirements of the International Program for the Assessment of Educational Achievements of students from different countries (Program for International Student Assessment, PISA). This category includes material about the biological part of the scientific picture of the world as part of the expressions of its methodological foundations – objects of cognition of wildlife, methods of cognition of wildlife, principles of cognition of wildlife, types of explanations of wildlife objects, as well as theoretical foundations – concepts, laws, hypotheses, teachings, concepts, theories. Using the examples of some exponents, the potential of the educational material is presented from the point of view of the structure of knowledge and skills. Knowledge is reflected in scientific, procedural and epistemological components, and skills in groups: to explain, describe objects, predict their changes; to recognize scientific problems and apply research methods; to interpret data and use scientific evidence to formulate conclusions. Their development can ensure the natural science literacy of students.

Keywords: general education, subject training of high school students, the content of educational material about the biological part of the scientific picture of the world for the formation of natural science literacy

The study was carried out within the framework of a grant for research work in priority areas of scientific activity of partner universities in networking (Ulyanovsk State Pedagogical University named after I.N. Ulyanov and Mordovia State Pedagogical University named after M.E. Evsevyeva) on the topic «Generalization of educational material as a means of forming a biological picture of the world of high school students».

В условиях становления общества постиндустриальной культуры в экономическом развитии все большее место занимают наука и знания. Не случайно основатель теории качественно нового общества Д. Белл утверждал, что «осью» его развития будет выступать знание, прежде всего знание научное. Именно оно станет важнейшим фактором превращения фундаментальной науки в источник инноваций, связанных с возникновением наукоемких отраслей промышленности – вычислительной техники, электроники, оптики, химического производства и биотехнологии [1, с. 330–342]. Предсказания ученого сбываются, и поэтому подрастающее поколение должно быть готовым к полноценной жизни и деятельности в обществе, в котором знанию отводится приоритетное место. Для достижения обозначенной установки должно в первую очередь качественно измениться общее образование. Если раньше его получение было экономически нейтральным или непродуктивным, то в настоящее время производительный потенциал общества во многом определяется именно общим образованием как решающим инструментом сознательной социализации выпускника.

Принимая тезис о сознательной социализации выпускника школы необходимо задействовать актуальные направления обновления содержания общего образования [2]. Как считают отечественные специалисты в области социологии и педагогики, одним из таких направлений, несомненно, является формирование функциональной грамотности [3, с. 23–26]. Впервые этот термин был предложен ЮНЕСКО в 1957 г. Повышение такой грамотности изначально рассматривалось как задача увеличения количества людей, охваченных общим образованием, имеющих базовые навыки чтения, счета и письма, позволяющих индивиду решать простейшие жизненные задачи. Сегодня под функциональной грамотностью следует понимать способность человека использовать приобретенные знания, умения и отдельные способы действия в их составе, ценности и отношения к ним, а также опыт творчества для решения широкого диапазона жизненных задач. Очень метко выражена сущность такой грамотности Н.Ф. Виноградовой, которая утверждает, что функциональная грамотность сегодня – это базовое образование личности; ребенку важно быть готовым к успешному взаимодействию с изменяющимся окружающим миром, преодолению различных, в том числе нестандартных, ситуаций учебного и повседневного характера, построению социальных отношений при адекватной оценке своей грамотности

и стремлении к дальнейшему повышению своего образования [4, с. 57–61].

Цель исследования – уточнение сущности понятий о функциональной грамотности, ее естественнонаучной составляющей, биологической части научной картины мира; представление потенциала содержания учебного материала с опорой на методологические и теоретические основания биологической части научной картины мира в составе научных, процедурных и эпистемологических знаний, а также умений формирования естественнонаучной грамотности знаний и умений объяснять, описывать природные объекты, прогнозировать их изменения; распознавать научные проблемы и применять методы исследования в естествознании; интерпретировать данные и использовать научные доказательства для формулирования выводов о природных объектах.

Материалы и методы исследования

Материалами исследования стали результаты изучения философской, педагогической и методической литературы для конкретизации сущности, приоритетных понятий, а также представления полученного авторами знания в табличных конструкциях. Из теоретических методов исследования необходимыми были анализ, абстрагирование, генерализация, систематизация и обобщение материалов исследования.

Результаты исследования и их обсуждение

В теории и практике формирования у обучающихся школьного возраста функциональной грамотности в основном содержание разрабатываются ее читательская, математическая и естественнонаучная составляющие, которые справедливо относятся к категории фундаментальных. Представление о них нами выражено в обобщенной схеме (рис. 1).

Не отрицая значения первых двух составляющих функциональной грамотности, в статье обращено внимание на третью – естественнонаучную, необходимость формирования которой у обучающихся сегодня объясняется вызовами времени. На основе анализа современных публикаций авторы указывают на наиболее важные из них [5–7]. Во-первых, в естествознании появились новые объекты познания, отличающиеся универсальностью и сложностью организации, среди которых природные комплексы, включающие человека; наблюдаются интенсивные процессы дифференциации и интеграции знания с появлением совершенно новых научных дисциплин, к примеру рекомбинантной меметики, нутригеномики, экзометеорологии и др.

№ п/п	Составляющие функциональной грамотности, их определения и сущностные признаки
1	<p>Читательская грамотность – это способность воспринимать, понимать, применять, оценивать их смыслы, рассуждать о них, заниматься чтением для достижения собственных целей, расширять свои знания, участвовать в социальной жизни</p> <p>а) содержательная часть: текст как форма выражения мыслей, продукт речи, средоточие информации; типы и формы текстов;</p> <p>б) деятельностная часть: находить и извлекать информацию, ее интерпретировать; осмысливать, оценивать содержание и формы текста; применять информацию;</p> <p>в) ситуационная часть: обнаруживать новое знание, выстраивать общение, накапливать, хранить и использовать информацию в новых ситуациях</p>
2	<p>Математическая грамотность – это способность формулировать математические суждения, применять и интерпретировать разнообразные ситуации реального мира с использованием количественных отношений и пространственных форм</p> <p>а) содержательная часть: числа (арифметика и теория чисел), формулы и связанные с ними структуры (алгебра), формы и пространства, в которых они содержатся (геометрия), величины и их изменения (исчисление и анализ);</p> <p>б) деятельностная часть: распознавать математическую информацию, выстраивать математические модели;</p> <p>в) ситуационная часть: использовать математический аппарат для решения учебных задач и проблем повседневной жизни</p>
3	<p>Естественнонаучная грамотность – это способность обучающегося объяснять объекты (предметы, явления, процессы) природы на основе законов ее длительного функционирования для поддержания устойчивого состояния и разумного использования естественных ресурсов в интересах развития общества</p> <p>а) содержательная часть: организация и функционирование природы; природа как самоценность; методы и принципы познания природы; значение природы для общества; роль естественных наук в развитии инновационных сфер производства;</p> <p>б) деятельностная часть: распознавать объекты (предметы, явления, процессы) природы; описывать, объяснять их организацию и функционирование; делать прогнозы с учетом антропогенного воздействия;</p> <p>в) ситуационная часть: использовать полученные знания и способы действия для решения учебных задач и преодоления повседневных ситуаций в отношении сохранения природы, поддержания здоровья человека, развития биотехнологии, медицины, фармации, сельского хозяйства, производства пищевых продуктов; интерпретировать данные для формулирования правильного вывода</p>

Рис. 1. Составляющие функциональной грамотности общеобразовательной школы

Во-вторых, естествознание становится основой подлинной гармонизации отношений в системе «природа – человек – общество» для успешного преодоления существующих противоречий между материальными и духовными потребностями людей при разработке и внедрении в производство, коммунальное хозяйство и быт средств, обеспечивающих сохранение устойчивого состояния природы. В-третьих, естествознание становится ориентиром в применении достижений науки, техники и технологий не только с позиции их самоценности, а с той, что они способствуют улучшению образа жизни людей, «очеловечиванию» социальных связей; при этом утверждается антропный принцип, выдвижение человека на передний план в качестве важного элемента Вселенной, включающего его в научное познание, сближая мир природы и мир человека. В-четвертых, естествознание становится базой для объяснения кризисного положения человека с точки зрения его адаптации к условиям среды жизни. Наблю-

даются изменения его морфологического и физиологического состояний, перестроение психики под влиянием усиливающихся стрессовых факторов, пребывания в виртуальной реальности и употребления психотропных веществ. В-пятых, естествознание может стать одной из нравственных основ существования человека, выразителями которой выступают отказ от разрушения естественного воспроизводства новых поколений, понимание угрозы использования ядерного оружия, осмысление последствий конструирования постчеловека – киборга с заданными качествами, корректное применение лекарственных препаратов, рациональное использование живых существ разного уровня организации.

Сформулированные положения указывают на то, что методология формирования естественнонаучной грамотности у обучающихся должна базироваться на идеях постнеклассического познания – междисциплинарности, эволюционизма, синергетики; концепции устойчивого развития; принци-

пах интеграции, экологизации, гуманитаризации и гуманизации. Обратим внимание на тот факт, что все школьные дисциплины предметной области «Естественные науки» могут внести определенный вклад в осуществление образовательного процесса по формированию естественнонаучной грамотности. Однако биология среди них занимает особое положение, ибо она раскрывает закономерности существования объектов живой природы на всех уровнях ее организации, механизмы биологических процессов и явлений, пути развития органического мира и его рациональное использование с привлечением методов эмпирического и теоретического познания. Более того, именно биология выступает в качестве предмета, в котором познается сам человек как биосоциальное существо: с одной стороны, он представляется с позиции организации и функционирования организма в норме и патологии, совершенствования физических и психических качеств в силу определенных факторов и условий, с другой – с позиции эволюции биологического вида *Homo sapiens*, чисто человеческих качеств: разумности, способности создавать орудия труда, деятельности, наличия членораздельной речи, коммуникации – которые важны для понимания сущности различных объектов и принятия решений. Не случайно в состав кейсов Международной программы по оценке образовательных достижений обучающихся разных стран (Programme for International Student Assessment, PISA) [8–10] под рубрикой «Живые системы» включено до 40% заданий против 33 и 27% заданий под рубриками «Физические системы» и «Земля и космические системы» соответственно.

Возникает закономерный вопрос: на каком учебном материале следует осуществлять целенаправленное формирование естественнонаучной грамотности обучающихся при изучении биологии в школе? Как показал многолетний опыт работы авторов, таким материалом, потенциал которого до последнего времени полностью не задействован в обозначенном процессе, является биологическая часть научной картины мира (далее по тексту – биологическая картина мира). Для того, чтобы представить этот потенциал, надо определиться с ее сущностью и суждениями, выступающими в качестве доминант для выражения соответствующего содержания. По мнению авторов, биологическая картина мира – это совокупность систематизированных знаний об объектах живой природы, их организации, функционировании, взаимодействии с окружающей средой, выраженных в категориях разного уровня обобщения, имеющих научно-тео-

ретическое и прикладное значение. Доминантными суждениями, конкретизирующими данное определение, являются следующие: объекты познания живой природы, методы познания живой природы, принципы познания живой природы, типы объяснений объектов живой природы, отражающие методологические основания биологической картины мира; обобщения в биологии – понятия, законы, гипотезы, учения, концепции, теории, отражающие теоретические основания биологической картины мира. Они авторами охарактеризованы в более ранних публикациях [11–13]. На примерах отдельных доминант представим их потенциал для формирования естественнонаучной грамотности у обучающихся общеобразовательной школы [14]. Заметим, что материал будет прописываться с учетом требований PISA к выражению знаний и умений, важных для овладения функциональной грамотностью. Знания представляются в научном, процедурном и эпистемологическом компонентах, а умения в группах: 1) объяснять, описывать объекты, прогнозировать их изменения; 2) распознавать научные проблемы и применять методы исследования; 3) интерпретировать данные и использовать научные доказательства для формулирования выводов [15]. Получение обучающимися субъективно или объективно нового знания, его столкновение и применение в возникающих учебных ситуациях и повседневной жизни не представляется возможным без овладения такими выразителями методологических оснований биологической картины мира, как объекты и методы познания [16]. Потому авторы вначале обращают внимание на содержательное наполнение (рис. 2, 3).

Если обучающиеся овладевают знаниями об объектах и методах познания живых систем, то они на уроке вполне могут использовать их для получения новых знаний. Это не представляется возможным без овладения общими и специальными умениями. В совокупности такие знания и умения характеризуют биологическую грамотность. Представим пример сценария учебного занятия в обозначенном ключе по теме «Явления живой природы и методы их научного познания». Он построен для целенаправленного формирования готовности обучающихся к интерпретации содержания биологического материала с опорой на элементы объяснения и понимания, как ее составных частей. Важно, чтобы они научились истолковывать научные знания о живых объектах при задействовании определенных методов познания. Содержательной основой учебного занятия являются научные, эпистемологические и процедурные знания.

Объект познания как выразитель методологических оснований биологической картины мира
Знания
Эпистемологические: объект как фрагмент природного мира, специально выделенный для научного познания на основе его структурности и целостности; выразители объекта – предмет, явление, процесс
Научные: объекты научного познания в биологии – таксономические (вид, род, семейство и т.д. для царств), бионтологические (организм – живая система), эйдологические (популяция – живая система), синэкологические (сообщество, включая биосферу – живая система); предметы научного познания в их составе; процессы, протекающие в объектах и предметах; явления, обусловленные и (или) связанные с ними
Умения
Распознавать объекты живой природы, описывать их по характерным признакам, устанавливать и объяснять взаимосвязи между элементами объекта; определять в составе объекта предметы познания, различать явления и процессы, касающиеся объекта в целом и (или) выбранного для изучения предмета в частности; выражать практическое значение методов

Рис. 2. Потенциал учебного материала об объектах как выразителе биологической картины мира для формирования естественнонаучной грамотности обучающихся

Методы познания как выразитель методологических оснований биологической картины мира
Знания
Эпистемологические: метод как способ научного познания объектов (предметов, явлений, процессов) природного мира и получения нового знания о них; категории методов познания – универсальные, научные (теоретические и эмпирические); критерии научного познания – объективность, системность, воспроизводимость
Научные: методы познания объектов (предметов, явлений, процессов) в биологии: универсальные (анализ, синтез, моделирование, классификация); теоретические (описание, объяснение, сравнение, прогнозирование, интерпретация); эмпирические (наблюдение, измерение, опыт, эксперимент)
Процедурные: операции научного познания в биологии: определение объекта (предмета, явления, процесса) живой природы, формулирование цели и задач, изучение имеющихся публикаций, выдвижение гипотезы, организация и выполнение эксперимента, сбор данных и их анализ, проверка гипотезы, выражение полученного знания; порядок выполнения описания; порядок выполнения причинного, структурного, функционального, эволюционного объяснений; структуры универсальных методов; структуры наблюдения и эксперимента; структура интерпретации; структура аргументации; структура доказательства
Умения
Выбирать и использовать методы для познания выбранного объекта (предмета, явления, процесса) живой природы; предлагать методы исследования проблемы; выполнять наблюдение, измерение, опыт и эксперимент; оценивать методы познания, обеспечивающие достоверность объяснений; использовать процедуры описания, объяснения, доказательства, аргументации, интерпретации, анализа, сравнения, прогнозирования, моделирование в соответствующих ситуациях; выражать практическое значение методов научного познания

Рис. 3. Потенциал учебного материала о методах исследования как выразителе биологической картины мира для формирования естественнонаучной грамотности обучающихся

Научные знания лучше представлять в отношении таких явлений, как явления неживой природы – ураган (торнадо), извержение вулкана, молнии в грозу; явления живой природы – цветение яблони, осенний листопад, зимняя спячка барсуков; социальные явления – бразильский карнавал, запуск небесных фонариков, праздничный фейерверк.

Эпистемологические знания лучше представлять в следующем составе: живое природное окружение разнообразно, и для

лучшего познания оно учеными условно разделено на объекты; в качестве самых общих оснований для их выделения выступают четыре признака: 1) живой объект – это фрагмент, познаваемая часть природного мира; 2) живой объект является относительно целостным и завершенным образованием; 3) живой объект состоит из элементов, функционально взаимосвязанных друг с другом; 4) живой объект в природе имеет назначение; одними из объектов изучения

выступают явления; для биологии явление – это любое внешнее выражение сущности изучаемого проявления живого, которое можно зарегистрировать в чувственном восприятии; явление отличается от процесса, происходящего в живом, тем, что: 1) процесс чаще всего скрыт от непосредственного восприятия; 2) явление может состоять сразу из нескольких процессов.

Процедурные знания представлялись в составе эмпирических методов – наблюдения, измерения, опыта, эксперимента, опроса, беседы, а также теоретических – сравнения, моделирования, прогнозирования. Важно указать, что основаниями для выделения объекта и предметов познания на данном учебном занятии явились процессы в живых системах и методы биологических исследований. Объектами познания стали явления окружающей действительности и эмпирические методы биологических исследований. Предметами познания были: 1) научные основания для выделения живых объектов (предметов, процессов, явлений) для изучения; 2) выразители явлений живой природы; 3) наблюдение, измерение, описание, сравнение и опыт (эксперимент) как выразители эмпирических методов биологических исследований.

Учитывая, что учебное занятие ориентировано на интерпретацию, важно указать на приемы в ее составе: смысловое чтение текста, самостоятельный поиск информации из различных источников и ее сворачивание в обобщенную текстовую таблицу свободной конструкции, подбор методов изучения объектов-явлений, определение оснований для систематизации графических данных, аргументация, формулирование умозаключений и выводов свободного содержания. Далее представим порядок действий обучающихся при выполнении заданий.

1. Прочтите внимательно текст: обнаружение исходных данных и фиксирование информации об основаниях для выделения живого объекта для познания и явления как особого живого объекта познания в рабочих тетрадях.

2. Изучите рисунки, на которых отражены различные явления окружающей действительности. С опорой на имеющийся опыт и знания подумайте и разделите их на группы. Назовите их. Эталон ответа: явления неживой природы, явления живой природы, явления социальной жизни.

3. Перечислите примеры явлений живой природы, с которыми раньше приходилось сталкиваться. Эталон ответа: появление потомства на свет, перелет птиц осенью, перемещение копытных в поисках пищи,

осенняя и весенняя линька животных, брачные ритуалы, появление первых всходов при прорастании семян, образование плодов после цветения.

4. Подумайте и ответьте на вопрос: «Перечисленные примеры – это объекты-явления или объекты-процессы?» Приведение аргументов в пользу того, что перечисленные явления не служат примерами объектов-процессов. Эталон ответа: перечисленные примеры – это объекты-явления, так как все их можно зарегистрировать в чувственном восприятии и каждое из них состоит сразу из нескольких процессов, внешне выражающих общую сущность изучаемого проявления живого.

5. Изучите рисунок «Перечень основных методов познания и их назначение в биологической науке», подберите из него методы, с помощью которых можно изучить явления живой природы. Эталон ответа: эмпирические методы – наблюдение, измерение, описание, сравнение, опыт.

6. Изучите материалы открытых баз знаний и охарактеризуйте каждый из выбранных методов познания живого. Свой ответ выразите в таблице. Эталон ответа: Текстовая таблица «Эмпирические методы познания живого и их характеристика».

7. Сделайте вывод, характеризующий явления в живой природе как объекты биологических исследований и методы их научного познания. Эталон ответа: явления, происходящие в живой природе, являются объектами познания, так как соответствуют научным основаниям для их выделения; их можно успешно изучать с помощью эмпирических методов биологических исследований, к которым относятся наблюдение, измерение, описание, сравнение, опыт (эксперимент).

Заключение

Формирование естественнонаучной грамотности следует признавать в качестве одного из приоритетных направлений подготовки обучающихся общеобразовательной школы. Именно она призвана «закладывать» необходимые знания об организации, функционировании, роли природного мира для поддержания устойчивости земной планеты, его значения в экономическом, социальном и культурном развитии общества. Полноценная реализация обозначенной установки во многом определяется овладением подрастающим поколением естественнонаучной грамотностью, предполагающей способность объяснять объекты (предметы, явления, процессы) природы на основе законов ее длительного существования при разумном использовании

человеком естественных ресурсов. Одним из важных средств формирования естественнонаучной грамотности, несомненно, выступает определение и вовлечение в образовательный процесс содержания учебного материала. Важно, чтобы оно разрабатывалось в контексте методологических и теоретических оснований характеристики научной картины мира. С названных позиций содержание учебного материала выражено для школьной биологии. Знания с позиции Международной программы по оценке образовательных достижений обучающихся разных стран (Programme for International Student Assessment, PISA) лучше представлять в научном, процедурном и эпистемологическом компонентах. Именно они могут быть основой для определения и освоения обучающимися определенных умений. Таковыми являются умения в следующих группах: объяснять, описывать объекты живой и неживой природы, прогнозировать их изменения и будущие состояния; распознавать научные проблемы, связанные с системами живой и неживой природы, в их отношении применять методы универсального и научного исследования; использовать интерпретацию как теоретический метод и логическую процедуру для истолкования объектов живой и неживой природы, применять способы научной аргументации и научного доказательства для раскрытия сущности изучаемого материала, а также формулирования выводов.

Список литературы

1. Белл Д. Социальные рамки информационного общества // Новая технократическая волна на Западе. М.: Прогресс, 1986. 385 с.
2. Мамедов Н.М., Мансурова С.Е. Естественнонаучная грамотность как условие адаптации человека к эпохе перемен // Ценности и смыслы. 2020. № 5 (69). С. 45–59.
3. Абдулаева О.А., Александрова Н.В., Алексашина И.Ю. Профессиональное развитие педагогов в области формирования и оценки функциональной грамотности учащихся: монография. СПб.: Издательство СПб АППО, 2021. 150 с.
4. Виноградова Н.Ф., Кочурова Е.Э., Кузнецова М.И. Функциональная грамотность младшего школьника: книга для учителя. М.: Российский учебник: Вентана-Граф, 2018. 288 с.
5. Пентин А.Ю., Ковалева Г.С., Давыдова Е.И., Смирнова Е.С. Состояние естественнонаучного образования в российской школе по результатам международных исследований TIMSS и PISA // Вопросы образования. 2018. № 1. С. 79–109.
6. Долин В.А. Трансгуманистические представления о человеке в современном антропологическом дискурсе // Знание. Понимание. Умение. 2017. № 4. С. 133–144.
7. Поляков В.И. Стратегия развития научного естествознания в XXI веке // Успехи современного естествознания. 2011. № 3. С. 39–44.
8. Международная программа по оценке образовательных достижений учащихся – PISA (Programme for International Student Assessment) // Мир русского слова. 2020. № 3. С. 95.
9. Основные результаты международного исследования PISA-2015 // Центр оценки качества образования ИСРО РАО. 2016. [Электронный ресурс]. URL: www.centeroko.ru (дата обращения: 11.06.2019).
10. Результаты международного исследования TIMSS 2015, 4 класс (краткий отчет на русском языке) // Центр оценки качества образования ИСРО РАО. 2016. [Электронный ресурс]. URL: www.centeroko.ru (дата обращения: 11.06.2019).
11. Якунчев М.А., Семенова Н.Г. Общеобразовательный потенциал концепта «научная картина мира» для профессионального совершенствования учителя современной школы // Гуманитарные науки и образование. 2018. № 1 (33). С. 102–109.
12. Якунчев М.А., Семенова Н.Г., Капустина Ю.Ф. Обучающие задания для понимания старшеклассниками биологической составляющей научной картины мира // Современные проблемы науки и образования. 2022. № 6. URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=32107> (дата обращения: 07.07.2023).
13. Гусейханов М.К., Раджабов О.Р. Современная естественнонаучная картина мира // Современные проблемы науки и образования. 2006. № 1. С. 45–46.
14. Клепиков В.Н. Пути формирования научной картины мира в школе // Школьные технологии. 2018. № 5. URL: <https://narodnoe.org/journals/shkolnie-tehnologii/2018-5/puti-formirovaniya-nauchnoy-kartini-mira-v-shkole> (дата обращения: 11.06.2023).
15. Степин В.С., Смирнова Н.М., Синеокая Ю.В. Существует ли методологический изоморфизм естественнонаучного и социально-гуманитарного знания? // Философский журнал. 2018. Т. 11, № 3. С. 150–165.
16. Молчанова Н.С. Философское обоснование научной реальности и значения научной картины мира в ней // Научные ведомости. 2010. Т. 2, № 11. С. 182–186.

УДК 378.14.015.62
DOI 10.17513/snt.39751

НОРМАТИВНОЕ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКЗАМЕНА В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Сигитова Л.И.

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет», Барнаул,
e-mail: 79059892133@yandex.ru

В работе описываются результаты исследования, базой которого стал ФГБОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет» (Барнаул). Исследование, связанное с организацией демонстрационного экзамена, его научно-методической подготовкой, проводилось в 2021–2023 гг. Актуальность статьи обусловлена тем, что информация о разработке нормативно-правовой базы, об опыте подготовки и проведения демонстрационного экзамена будет способствовать своевременному и успешному внедрению инновационной формы контроля в организациях высшего образования. В целях совершенствования педагогической подготовки необходимо при проведении текущей, промежуточной и итоговой аттестации студентов проверять не только наличие теоретических знаний, но и практических умений и навыков. В статье сделан краткий обзор нормативных источников, регламентирующих подготовку и внедрение демонстрационного экзамена как формы текущей, промежуточной и итоговой аттестации в высших педагогических учебных заведениях. Представлен перечень документов, которые организация должна самостоятельно разрабатывать для подготовки и внедрения демозэкзамена с учетом имеющихся условий и ресурсов. Автор выделяет основные функции, подтверждающие востребованность демонстрационного экзамена на региональном и всероссийском уровнях. Для успешной реализации демозэкзамена нужно определить принципы его разработки и применения, механизмы/алгоритмы его проведения, разработать методические рекомендации его осуществления и прогнозировать тенденции развития новой формы контроля в педагогическом вузе.

Ключевые слова: педагогический университет, демонстрационный экзамен, нормативно-правовое обеспечение, методическое обеспечение

Статья подготовлена в рамках реализации государственного задания Министерства просвещения РФ от 02.06.2023 г. № 073-00015-23-04 по теме «Экспертиза предметно-методических кейсов для проведения демонстрационного экзамена в процессе подготовки учителя».

NORMATIVE AND METHODOLOGICAL SUPPORT OF THE DEMONSTRATION EXAM AT THE PEDAGOGICAL UNIVERSITY

Sigitova L.I.

Altai State Pedagogical University, Barnaul, e-mail: 79059892133@yandex.ru

The work describes the results of the study, the basis of which was the FSBEI HE “Altai State Pedagogical University” of Barnaul. The study related to the organization of the demonstration exam, its scientific and methodological training carried out in 2021–2023. The relevance of the article is due to the fact that information on the development of a regulatory framework, on the experience of preparing and conducting a demonstration exam will contribute to the timely and successful introduction of an innovative form of control in higher education organizations. In order to improve pedagogical training, it is necessary to check not only the presence of theoretical knowledge, but also practical skills and skills during the current, intermediate and final certification of students. The article provides a brief overview of regulatory sources regulating the preparation and implementation of the demonstration exam as a form of current, intermediate and final certification in higher pedagogical educational institutions. A list of documents presented that the organization must independently develop for the preparation and implementation of the demo examination, taking into account the available conditions and resources. The author highlights the main functions confirming the demand for the demonstration exam at the regional and all-Russian levels. For the successful implementation of the demo examination, it is necessary to determine the principles of its development and application, mechanisms/algorithms for its implementation, develop guidelines for its implementation and predict trends in the development of a new form of control in a pedagogical university.

Keywords: pedagogical university, demonstration exam, regulatory support, methodological support

The article was prepared as part of the implementation of the state task of the Ministry of Education of the Russian Federation dated 02.06.2023 No. 073-00015-23-04 on the topic “Examination of subject-methodical cases for conducting a demonstration exam in the process of teacher training.”

Актуальность заявленной проблемы обусловлена тем, что информация о разработке нормативно-правовой базы, об опыте подготовки и проведения демонстрационного экзамена (далее – демозэкзамен) будет

способствовать своевременному и успешному внедрению инновационной формы контроля в организациях высшего образования. В современных условиях развития российского педагогического образования

профессиональная практико-ориентированная подготовка студентов носит непрерывный и системный характер.

В целях совершенствования педагогической подготовки необходимо при проведении текущей, промежуточной и итоговой аттестации студентов проверять не только наличие теоретических знаний, но и практических умений и навыков. Существует такой опыт проведения экзамена, где один или два вопроса направлены на установление наличия теоретических знаний у студента, а последний вопрос экзаменационного билета – задача или педагогическая ситуация, которую студент должен решить. Такая форма аттестации выявляет практические умения лишь умозрительно. Современный педагогический вуз имеет возможность создать приближенную к реальности школьную или классную атмосферу, ситуацию с «живыми» участниками и установить у студента сформированность профессиональных педагогических компетенций. В этом случае текущий контроль, промежуточная аттестация и итоговая экзаменационная оценка будут отражать реальный уровень подготовки по пройденной теме, по конкретному предмету.

Для успешной реализации демоэкзамена нужно определить принципы его разработки и применения, механизмы/алгоритмы его проведения, разработать методические рекомендации его осуществления и прогнозировать тенденции развития новой формы контроля в педагогическом вузе. Эта работа в образовательной организации должна быть регламентирована нормативно-правовыми документами федерального, регионального, муниципального и локального уровней.

Нам представляется важным анализ нормативно-правовых документов, которые регламентируют подготовку и внедрение демонстрационного экзамена, и обобщение полученных данных для дальнейшего использования в развитии системы педагогического образования.

Результаты исследования будут способствовать популяризации демонстрационного экзамена на региональном и всероссийском уровнях, помогут образовательным организациям в осуществлении и совершенствовании форм контроля и оценки знаний студентов и выпускников педагогических вузов.

Материалы и методы исследования

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет» активно внедряет форму контроля «демонстрацион-

ный экзамен» [1]. Разработана и апробирована модель демонстрационного экзамена на практике, в процесс подготовки педагогических кадров включены работодатели, усиливается практико-ориентированная подготовка в университете.

В 2021 г. состоялось 15 демозащит, все выпускники, принявшие участие в демозэкзамене, работают по педагогическому профилю. В 2022 г. внедрение демозэкзамена продолжилось по следующим направлениям:

1. Количество выпускников АлтГПУ, обучающихся по педагогическому профилю, принявших участие в демонстрационном экзамене, увеличилось до 50 чел.

2. В реализацию демозэкзамена стали привлекаться волонтеры.

3. В демонстрационный экзамен включены «Физика», «Технология», «ОБЖ», «Обществознание» и другие профили подготовки, ранее не задействованные.

4. Расширяется комплекс методических рекомендаций по проведению демозэкзамена по различным профилям как в предметной плоскости, так и по воспитательной деятельности.

5. Проведена апробация проектной части выпускных квалификационных работ (далее – ВКР) и кейсов по государственному экзамену (далее – ГЭ) на базе общеобразовательных организаций г. Барнаула и других муниципалитетов Алтайского края, в том числе сельских.

В 2023 г. ФГБОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет» стал федеральной инновационной площадкой (ФИП) по проведению прикладного научного исследования по теме «Экспертиза предметно-методических кейсов для проведения демонстрационного экзамена в процессе подготовки учителя». В ходе данного исследования были запланированы мероприятия, представленные на рисунке.

Для подготовки и осуществления данных мероприятий необходим глубокий анализ нормативных документов, регламентирующих организацию демонстрационного экзамена в педагогическом вузе. Нормативно-правовая база данного вопроса может структурироваться по различным основаниям, но наиболее логичным, на наш взгляд, является расположение и анализ документов по их юридической силе [2]. При организации демозэкзамена необходимо учитывать требования федеральных нормативных документов (таблица).

Данный перечень не является полным, так как нормативная база постоянно обновляется, какие-то документы устаревают, другие становятся актуальными.



Мероприятия по проведению прикладного научного исследования ФГБОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет» по теме «Экспертиза предметно-методических кейсов для проведения демонстрационного экзамена в процессе подготовки учителя» на 2023 г.

Нормативные документы федерального уровня, регламентирующие организацию демонстрационного экзамена в педагогическом вузе

№	Название документа	Тип документа	Дата выхода
1	Об образовании в Российской Федерации [3]	Федеральный закон № 273-ФЗ	29.12.2012 г.
2	Концепция подготовки педагогических кадров для системы образования на период до 2030 года [4]	Распоряжение Правительства РФ № 1688-р	24.06.2022 г.
3	О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки [5]	Указ Президента РФ	07.05.2012 г.
4	Об утверждении профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» [6]	Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ	18.10.2013 г.
5	О целевом обучении по ОПОП СПО и ВО [7]	Постановление Правительства РФ № 1681	13.10.2020 г.

В ст. 59 «Итоговая аттестация» закона «Об образовании в Российской Федерации» говорится, что «итоговая аттестация проводится на основе принципов объективности и независимости оценки качества подготовки обучающихся», «является обязательной и проводится в порядке и в форме, которые установлены образовательной организацией, если иное не установлено настоящим Федеральным законом» [3]. Форма «демонстрационный экзамен» соответствует требованиям принципов объективности и независимости, так как при его проведении

приглашаются эксперты, разрабатываются требования к проведению и оцениванию, критерии оценки.

В «Концепции подготовки педагогических кадров для системы образования на период до 2030 года» говорится о необходимости создания системы оценки сформированности профессиональных компетенций выпускников, проверяемой в рамках государственной итоговой аттестации с помощью профессионального (демонстрационного экзамена). Данный процесс предусматривает комплексную оценку результатов

освоения образовательной программы. Отмечается, что внедрение механизмов оценки готовности студентов к профессиональной деятельности должно произойти не только в рамках государственной итоговой аттестации, но и на различных этапах предметного обучения [4].

В Указе Президента Российской Федерации «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки», опубликованном в 2012 г. Правительству Российской Федерации совместно с общероссийскими объединениями работодателей и ведущими университетами предлагалось разработать предложения по проведению общественно-профессиональной аккредитации образовательных программ высшего профессионального образования [5].

В профессиональном стандарте «Педагог» описаны трудовые функции (функциональная карта вида профессиональной деятельности), их характеристика, трудовые действия педагогов, необходимые умения, знания и другие характеристики [6]. Оценить наличие указанных характеристик наиболее оптимально при помощи демоэкзамена.

Постановление Правительства РФ № 1681 «О целевом обучении по ОПОП СПО И ВО» вступило в силу с 1 января 2021 г. и действует до 1 января 2027 г. [7]. Работодателю (заказчику) важно понимать, какими компетенциями владеет выпускник. И наиболее полно сформированные компетенции представляются студентом в ходе демонстрационного экзамена [8].

Анализ представленных документов, опыт реализации демоэкзамена в ФГБОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет» свидетельствуют о необходимости разработки в педагогическом вузе следующих локальных нормативно-правовых актов и учебно-методических разработок, регламентирующих новую форму контроля:

1. Положение о демонстрационном экзамене.

2. Методические рекомендации по проведению демонстрационного экзамена по различным профилям по предметам.

3. Методические рекомендации по проведению демонстрационного экзамена по различным профилям по воспитательной деятельности.

4. Методические рекомендации по оцениванию результатов демонстрационного экзамена, которые определяют содержание и технологии экспертной оценки предметно-методических кейсов.

5. Методические рекомендации для обучающихся по подготовке к демонстрационному экзамену по основным образовательным программам.

6. Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации по подготовке экспертов демонстрационного экзамена.

В Положении о демонстрационном экзамене необходимо отразить общие положения, термины и определения, материально-техническое оснащение демонстрационного экзамена, требования к кадровым условиям организации и проведения демонстрационного экзамена, организацию и порядок проведения демонстрационного экзамена, оценочные средства демонстрационного экзамена, особенности проведения демонстрационного экзамена для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. В ФГБОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет» обновленное Положение действует с июня 2023 г. и учитывает уже наработанный опыт в данном вопросе [9].

Методические рекомендации по организации и проведению демонстрационного экзамена по основным образовательным программам высшего образования УГСН 44.00.00 Образование и педагогические науки должны быть разработаны в организации в соответствии со всеми указанными нормативными документами и содержать общие положения, в которых обозначены цели, задачи, принципы проведения демоэкзамена. Далее необходимо описать термины и определения, нормативные основания организации и проведения демонстрационного экзамена, требования к условиям организации и проведения демонстрационного экзамена, порядок проведения демонстрационного экзамена, оценочные материалы и технологию оценивания результатов демонстрационного экзамена, особенности проведения демонстрационного экзамена для лиц с ограниченными возможностями здоровья, порядок хранения и обработки данных демонстрационного экзамена, приложения. Положение о демоэкзамене и методические рекомендации имеют сходную структуру, но различны по своим функциям и содержанию. В методических рекомендациях более глубокое содержание, подробное описание процедур текущей и итоговой аттестации.

Выводы

Востребованность демонстрационного экзамена на региональном, всероссийском и международном уровнях обусловлена его основными функциями:

1. Способствует трудоустройству выпускников, в том числе с использованием рейтинга.

2. Осуществляется демонстрация проекта на государственной итоговой аттестации (далее – ГИА).

3. Учитывается мнение экспертов, специалистов в сфере образования. Привлекаются ведущие профессиональные ассоциации и объединения работодателей к независимой оценке качества профессиональной подготовки.

4. Может осуществляться экспертиза специалистов системы образования, педагогических кадров региона, их аттестация. Внедряются механизмы выявления дефицитов профессиональной подготовки педагогических кадров.

5. Проводится апробация проектной части ВКР, кейсов на базе профильных организаций города и края.

6. Способствует решению актуальных задач системы образования региона посредством согласования тематики ВКР и кейсов ГЭ.

7. Осуществляется комплексная оценка результатов освоения образовательной программы обучающимися.

8. Совершенствуются механизмы актуализации образовательных программ подготовки педагогических кадров, повышается престиж педагогической профессии.

Образовательным организациям рекомендуется актуализировать локальные нормативные акты, регулирующие порядок организации и осуществления образовательной деятельности по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры, в том числе практическую подготовку, порядок проведения текущей и промежуточной аттестации, порядок проведения государственной итоговой аттестации [9].

Нормативно-правовое и методическое обеспечение демонстрационного экзамена является зоной ответственности образовательной организации высшего педагогического образования, которая самостоятельно

разрабатывает и утверждает в установленном порядке локальные нормативно-правовые акты и методические материалы по организации и проведению демоэкзамена с учетом имеющихся условий и ресурсов.

Список литературы

1. Волохов С.П. Демонстрационный экзамен в системе подготовки педагогических кадров в Алтайском крае // Образование и инновационные исследования. 2020. № 1. С. 81–85.

2. Аверкина Е.С. Нормативно-правовые основы социально-педагогической деятельности // Актуальные вопросы педагогики и психологии образования: материалы XII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Году науки и технологий в Российской Федерации (Барнаул, 21–22 апреля 2021 г.) / Под науч. ред. Л.И. Сигитовой, О.Г. Холодковой. Барнаул: АлтГПУ, 2021. С. 299–302.

3. Об образовании в Российской Федерации: Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ; принят Государственной Думой 21 декабря 2012 года; одобрен Советом Федерации 26 декабря 2012 года. Новосибирск: Норматика, 2019. 144 с.

4. Концепция подготовки педагогических кадров для системы образования на период до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 24.06.2022 г. №1688-р [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_420869/ (дата обращения: 11.08.2023).

5. О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки: Указ Президента РФ от 07.05.2012 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/70170946/> (дата обращения: 11.08.2023).

6. Об утверждении профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)»: Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 18.10.2013 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/70535556/> (дата обращения: 11.08.2023).

7. О целевом обучении по ОПОП СПО И ВО: Постановление Правительства РФ от 13.10.2020 г. № 1681 [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/74765624/> (дата обращения: 11.08.2023).

8. Лазаренко И.Р., Волохов С.П. Профессионально-образовательное сопровождение целевого обучения педагогов с учетом потребностей системы образования Алтайского края // Вестник Мининского университета. 2017. № 3 (20). С. 3–12.

9. Положение о демонстрационном экзамене в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении «Алтайский государственный педагогический университет»: Утверждено приказом ректора № 184/1п 19.06.2023 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.altspu.ru/upload/iblock/6bd/6bdd14e9ce065049b9060456aed47a8e.pdf> (дата обращения: 11.08.2023).

УДК 378.2
DOI 10.17513/snt.39752

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ КРИТЕРИЕВ ЭТИКИ УЧЕНОГО И ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ

Теребова Е.Н., Сергиенко Л.А., Павлова М.А.

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», Петрозаводск,
e-mail: eterebova@gmail.com

В работе на примере проведения итоговой государственной аттестации студентов биологических и экологических специальностей вуза рассмотрены вопросы применения критериев профессиональной этики педагога и ученого. Сформированы критерии педагогической университетской этики: 1) нравственный: «золотое правило» нравственности, обязывающее поступать по отношению к другому так, как хотел бы, чтобы поступали по отношению к тебе; 2) благожелательно-коммуникативный: демократически-сдержанный, уважительный стиль общения преподавателя со студентами, исключение назидательного и командно-нисходящего общения; 3) объективного оценивания результатов обучения: стремление к наиболее объективному анализу формирования профессиональных компетенций студента, снижение субъективности оценивания научно-образовательной деятельности студента в сторону повышения оценки в любой спорной ситуации; снижение субъективности оценивания путем разработки четких, корректных критериев анализа выпускной квалификационной работы (как вариант замена пятибалльной оценочной шкалы на аналог системы ECTS, которая позволит конвертировать в оценку неявные, но значимые критерии, например мнение научного руководителя о работе студента, учет индивидуальных достижений и т.д.). Сделан вывод о необходимости разработки общих принципов научно-педагогической университетской этики в Петрозаводском государственном университете, внедрение которых в образовательный процесс могло бы формировать ситуацию успеха, благоприятно влияющую на продолжающееся формирование положительной, устойчивой «Я-концепции» молодых специалистов – биологов и экологов.

Ключевые слова: профессиональная этика, этика педагога, этика ученого-биолога, ситуация успеха, выпускная квалификационная работа, «Я-концепция», ПетрГУ

В исследовании анализ критериев профессиональной этики членов аттестационной комиссии проводился при выполнении выпускных квалификационных работ студентов в рамках проектов: Российского научного фонда Российской Федерации (тема № 23-67-10006); Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 075-03-2023-128).

TO ISSUE OF CRITERIA OF APPLYING THE SCIENTIST AND TEACHER'S ETHICS DURING STUDENTS' STATE ATTESTATION

Terebova E.N., Sergienko L.A., Pavlova M.A.

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, e-mail: eterebova@gmail.com

In the work, on the example of the final state attestation of students of biological specialties of the university, the criteria in the system of professional ethics of a teacher and a scientist are considered. The criteria of pedagogical university ethics are singled out: 1. *moral*: the “golden rule” of morality, obliging to act in relation to another as he wanted to do in relation to you; 2. *benevolently communicative*: democratically restrained, respectful style of communication between the teacher and students, the exclusion of edifying and command-indulgent communication; 3. *objective assessment* of educational results: – the desire for the most objective assessment of the student's activities, a decrease in the subjectivity of assessing the student's scientific and educational activities towards increasing the assessment in any controversial situation; – reducing the subjectivity of assessment by developing clear, correct criteria for assessing the final qualifying work (as an option, replacing the five-point assessment system with an analogue of the ECTS system. It is concluded that it is necessary to develop general principles of scientific and pedagogical university ethics at PetrSU, the introduction of which into the educational process could form a «situation of success» that favorably affects the continuing formation of the positive “Self-conception” of young biologists and ecologists.

Keywords: professional ethics, scientist ethics, teacher ethics, success situation, “Self-conception”, final qualifying work, PetrSU

In the study, the analysis of the criteria for professional ethics of the members of the attestation commission was carried out when students completed their final qualification works within the framework of the following projects: Russian Science Foundation of the Russian Federation (topic No. 23-67-10006); Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (topic No. 075-03-2023-128).

Этика – система норм нравственного поведения отдельной личности, общественной или профессиональной группы. Цели этики формулируются первоначально в форме

несистематизированных идей о категориях добра и зла. Впоследствии эти идеи, по мере накопления и обобщения человеческого опыта, трансформируются в систему

взглядов и идеалов, моральных принципов и норм поведения. Профессор философии Кембриджского университета Саймон Блэкберн в своей книге [1, с. 3] характеризует этику как идеологию, нарушающую покой. В течение своей истории развития этико-прикладное знание прошло путь от отрицания его права на существование как специализированной отрасли современной этики до многообразия направлений. В их числе традиционные прикладные этики (биоэтика, медицинская этика, политическая, инженерная, педагогическая, этика ученого) [2]. Отдельно осмысливаются проблемы корпоративной и профессиональной этики, их эволюция, взаимопроникновение и удержание баланса этики профессии и этики корпорации – организации [3].

Петрозаводский государственный университет – классический университет в городе Петрозаводске Республики Карелия. Начал свою работу в 1940 г. В состав университета входят 11 образовательных институтов, 67 кафедр, 8 научно-исследовательских институтов. В 2017 г. университет получил статус опорного вуза Республики Карелия, который сохраняется и сейчас. На официальном сайте университета (<https://petrsu.ru>) заявляется, что миссия Петрозаводского государственного университета как опорного университета – подготовка компетентных высокопрофессиональных специалистов, генерация новых знаний и технологий, разработка интеллектуальных продуктов и систем с целью устойчивого социально-экономического развития Республики Карелия и Северо-Западного федерального округа, повышения качества жизни населения и развития гражданского общества в регионе за счет реализации конкурентоспособных образовательных программ, выполнения передовых фундаментальных и прикладных исследований и разработок. В Институте биологии, экологии и агротехнологий готовят биологов, экологов, рыбоводов, животноводов, агрономов и учителей химии и биологии.

Преподаватели вузов решают три вечных основных педагогических вопроса: «Чему учить?», «Как учить?» и «Как оценивать?». Назначение педагогической оценки можно определить через ее функции (обучающую, воспитательную, ориентирующую, стимулирующую, диагностическую). Педагогическая оценка характеризует личностные, метапредметные, предметные результаты ученика, достигнутые посредством его включения в учебную деятельность [4]. К сожалению, в высшей школе чаще делается акцент на обучающую функцию, а воспитательная и развивающая функции

неполно актуализируются в рабочих программах учебных дисциплин. Также остается важным вопрос о том, какие педагогические технологии и методики оценивания наиболее этичны и продуктивны при обучении студентов биологических направлений подготовки. Цель исследования – проанализировать критерии в системе профессиональной этики педагога и ученого при итоговой аттестации студентов биологических направлений подготовки Петрозаводского государственного университета.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели были использованы следующие методы исследования: 1) анализ психолого-философской литературы для формирования критериев этики, 2) педагогическое наблюдение; 3) анкетирование и интервьюирование студентов.

Результаты исследования и их обсуждение

Многолетние наблюдения проведения итоговой аттестации студентов биологических специальностей Петрозаводского государственного университета позволили авторам обратить внимание на применение профессиональных критериев этики членами государственной аттестационной комиссии (ГАК). Студенты Института ПетрГУ подтверждают свою квалификацию биолога и эколога в виде классического государственного экзамена по общей биологии, осуществляемого по стандартной регламентированной процедуре (билет, три теоретических вопроса, устный ответ). Также студенты в течение обучения проводят научное исследование, которое представляют в виде выпускной квалификационной работы бакалавра (ВКР). Согласно рекомендациям методической комиссии Института биологии, экологии и агротехнологий ПетрГУ ВКР представляет собой выполненную обучающимся работу, которая должна показать уровень подготовленности выпускника к профессиональной деятельности. ВКР – самостоятельное, логически завершенное исследование, связанное с выполнением научной или научно-практической задачи, может представлять собой исследовательскую, экспериментальную работу, разработку методики. Научное исследование проводится в течение двух лет, оформляется в виде 30–40-страничного документа, которое студент «защищает» в виде очного 10-минутного доклада с последующими ответами на вопросы экспертному сообществу. Оценка ВКР происходит по классической пятибалльной системе. Это довольно слож-

ная, комплексная задача, так как комиссии надо учесть множество факторов: 1) качество самого исследования (актуальность, современность методов, достоверность результатов); 2) представление ВКР студентом научной аудитории (доклад, владение материалом, ответы на вопросы, качество презентации доклада); 3) общее развитие биологического мышления студента. В связи с этим часто возникают проблемные ситуации с оценением ВКР студентов по естественнонаучным специальностям.

Современный базовый принцип педагогики – гуманизация проявляется в установлении приоритета общечеловеческих ценностей, полном признании гражданских прав студента и уважения к нему, знании положительных качеств выпускника, осуществлении гуманистического просвещения студентов; обеспечении комфорта в образовательных отношениях [5, с. 7]. Особо отмечается доминирующая установка университетской этики на гуманистическую ориентацию научно-образовательной деятельности, ее призвание формировать Личность, адекватную ценностям этики гражданского общества [6]. На основании своего опыта и разработок педагогов [7, с. 8], философов [8], психологов [9, с. 198, 203, 205] авторы сформировали *критерии педагогической университетской этики*:

1. *Нравственный*: «золотое правило» нравственности, обязывающее поступать по отношению к другому так, как хотел бы, чтобы поступали по отношению к тебе.

2. *Благожелательно-коммуникативный*: демократически-сдержанный, уважительный стиль общения преподавателя со студентами, исключение назидательного и командно-снижительно-общения.

3. *Объективного оценивания результатов обучения*:

– стремление к наиболее объективному оцениванию деятельности студента, снижение субъективности оценивания научно-образовательной деятельности студента в сторону повышения оценки в любой спорной ситуации;

– снижение субъективности оценивания путем разработки четких, корректных критериев оценивания ВКР (как вариант замена пятибалльной шкалы оценивания аналогом системы ECTS (позволит конвертировать в оценку неявные, но значимые критерии оценивания, например мнение научного руководителя о работе студента, положительную динамику освоения студентом учебного материала, анализ индивидуальных достижений и т.д.);

– оценивание обучения студента в текущий момент времени, что конкретно пред-

полагает недопустимость обращения к результатам аттестации в предыдущие годы учебы студента (например, снижение оценки ВКР из-за плохой успеваемости студента в прошлом).

Выделенные авторами критерии педагогической этики, применяемые при оценивании ВКР студентов, могут способствовать созданию положительной «ситуации успеха», что благоприятствует преодолению кризиса смены деятельности при окончании обучения в высшей школе и переходу в профессиональное сообщество. Педагогика определяет «ситуацию успеха» как «целенаправленное организованное сочетание условий, при которых создается возможность достичь значимых результатов в деятельности». Психологи выделяют следующие «формы успеха»: успех – признание результата; успех – признание значимыми людьми; успех – преодоление трудностей; успех – осуществление назначения [10].

Формирование профессиональных компетенций у студентов – биологов и экологов происходит при выполнении научно-исследовательской работы, результат которой оценивается во время защиты ВКР и предполагает анализ непосредственно актуальности проблемы, достижения результатов, современности и достоверности методов исследования. Этот блок научно-исследовательской работы обсуждается при итоговой аттестации с привлечением специалистов, ученых различных биолого-экологических дисциплин, составляющих государственную аттестационную комиссию. Выше заявленные критерии педагогической этики требуют наличия у членов комиссии, помимо широкого научного мировоззрения в биологии, экологии, химии, аттракции к студенту, высокой эмпатии, творческого, неформального подхода к своей работе. И, следовательно, встает важный вопрос о демократичном и качественном выборе членов аттестационной государственной комиссии различных направлений подготовки в вузе. Профессиональная этика ученых докторов и кандидатов наук – членов аттестационной комиссии диктует свои принципы проведения защиты ВКР. В данном случае это *критерии этики ученого – биолога и эколога*:

1. Самостоятельность работы (отсутствие плагиата).

2. Правомерность и актуальность научной гипотезы и в целом идеи биологического исследования.

3. Достоверность результатов и выводов, подтвержденных современными статистическими методами.

4. Корректность и владение биологическими понятиями, терминами.

5. Уровень сформированности эколого-биологического мышления.

Следует отметить, что студенту не всегда удастся качественно представить аттестационной комиссии научную часть итоговой работы. В условиях, когда студент сам выполняет исследование, проводит анализ литературных источников, описывает и обрабатывает результаты, его ответы на вопросы могут быть все же неполными, гипотеза исследования, выдвигаемая научным руководителем, может не до конца пониматься в рамках общих биологических процессов и явлений. Так, нами установлено, что 20% студентов – биологов и экологов сталкиваются с этими проблемами при защите ВКР. Некачественная защита ВКР выпускником вуза может быть связана как с общим уровнем стресса на экзамене, так и с недостаточной подготовкой студента, малым сроком выполнения итогового исследования, который у бакалавров часто составляет один год. Стоит обратить внимание и на индивидуальные особенности формирования личности студента. Итоговая аттестация студента происходит в среднем в возрасте 20–22 года. В этом возрасте продолжается формирование «Я-концепции» молодых людей [11, с. 608]. Наиболее распространенным является представление о структуре самосознания или «Я-концепции», в которой выделяют три компонента: когнитивный, поведенческий и оценочный [11, с. 118]. Когнитивная составляющая (самопознание) – это представления индивида о самом себе, набор характеристик, которыми, как ему кажется, он обладает. Эмоционально-ценностный (самоотношение) – это то, как индивид оценивает эти характеристики, как к ним относится. Поведенческий (саморегуляция) – это то, как человек в действительности поступает [12, с. 105]. «Я-концепция» – это система относительно устойчивых и осознанных представлений человека о самом себе, переживаемое отношение к себе в целом или к отдельным сторонам своей личности и их оценка, важный фактор детерминации поведения [11, с. 118].

В связи с развитием абстрактного мышления и рефлексии и недостатком практического опыта внутренний мир представляется студентам гораздо более важным, чем его реальное воплощение. Так появляются юношеский максимализм и идеализм, проявляющиеся в условиях аттестации в уверенности, что собственное исследование выполнено на достаточно серьезном уровне, не может критиковаться и в целом заслуживает высокой оценки. В силу неполной психической зрелости студентов экзистенциальная значимость событий, из которых складыва-

ется процесс образования, является различной для преподавателей и студентов.

В условиях неидеального представления научного исследования студентом, у членов аттестационной комиссии возникает конфликт между этическими критериями учебного и педагога. И, к сожалению, этот этический конфликт не всегда решается в пользу студента. В результате реальная итоговая оценка за научно-исследовательскую работу, которая проводилась в течение года (иногда больше), оказывается ниже, чем ожидаемая выпускником оценка. Авторами отмечено, что отношение к результату защиты ВКР и к оценке у студентов бывает достаточно болезненным, сопровождается серьезными переживаниями. Так, 55% студентов никогда бы не повторили процедуру защиты, 30% студентов недовольны своим выступлением и результатом, 40% студентов испытывали негативные эмоции (страх, тревожность, панику). По мнению С.Л. Рубинштейна, переживание – это субъективное отношение человека к окружающему миру, которое выражается в виде эмоций – неопредмеченных, связанных с органическими потребностями и, как правило, неосознаваемых предметных чувств – интеллектуальных, эстетических, моральных и иных, обобщенных или мировоззренческих [13, с. 598, 601]. Хотя в психологии переживания рассматриваются как результат развития при переходе от одного возрастного кризиса к другому [11, с. 322, 602], считаем, что итоговая аттестация студентов ПетрГУ должна проходить в оптимальных психологических условиях.

Это важно еще и потому, что одним из основных механизмов образования представлений о себе и оценки себя является усвоение субъектом – студентом оценок, данных ему другими людьми, т.е. человек воспринимает себя опосредованно через интериоризацию отношений к нему отдельных людей. Этот подход был сформирован в работах психолога Чарльза Кули [14]. При этом принятие оценок других людей и использование их в качестве основы для самооценки зависит от высокой компетентности и высокого статуса дающего оценку «другого» субъекта», например членов аттестационной комиссии, и от благожелательности оценок. Поэтому так важно в условиях неидеального представления ВКР дать студенту на заключительном этапе обучения в вузе объективную оценку его деятельности.

Известный философ, профессор В.И. Бакштановский в своей книге «Этика профессора» [15, с. 38] отмечает: «Взаимность отношений, умение взглянуть на ситуацию глазами другого, мысленно поменявшись с ним местами, – ключевой элемент нрав-

ственной культуры поведения человека в публичном пространстве. Словом, отношения профессора к студентам в силу присутствия им асимметрии таят в себе опасность деградации в учительски-назидательную и командно-снисходительную тональность. Эти вполне реальные и, к сожалению, очень часто встречающиеся деформации, по крайней мере отчасти могут быть блокированы, если действительно осознать, что золотое правило нравственности является важной составляющей не только общей нравственной культуры профессора, но и его ролевого поведения». Авторы статьи абсолютно поддерживают этот гуманистический взгляд профессора философа и предлагают использовать неудачу представления научного исследования на защите ВКР как учебную ситуацию, в которой члены комиссии могут осуществить переатрибуцию нежелательных убеждений студента, повышая его самооценку. Это легко сделать путем комментирования и обсуждения результатов исследования с помощью высказываний, подчеркивающих способности каждого студента, поощряющих старание, объясняющих неудачи и пути их преодоления. Следование этим принципам может способствовать формированию устойчивой положительной ситуации успеха, благоприятно влияющей на самосознание, рефлексивность, самоактуализацию, то есть формирование положительной, устойчивой «Я-концепции» выпускников – биологов и экологов.

В Петрозаводском государственном университете разработан «Кодекс этики и служебного поведения работников» (утвержден ученым советом ПетрГУ в 2017 г.). Как гласит кодекс, его целью является установление этических норм и правил служебного поведения работников ПетрГУ для достойного выполнения ими своей профессиональной деятельности, создания и охранения здорового морального климата в коллективе, а также содействие укреплению доверия обучающихся и граждан к работникам университета. В основных принципах и правилах служебного поведения указывается, что при осуществлении своей деятельности работники ПетрГУ руководствуются следующими принципами: гуманностью, законностью, демократичностью, справедливостью, профессионализмом и взаимным уважением. Также в кодексе этики ПетрГУ постулируется, что сотрудники должны соблюдать нормы профессиональной этики (п. 2.2) и выступать образцом профессионализма (п. 2.3). Однако в ПетрГУ проводится обучение по разнообразным направлениям подготовки и различным специальностям.

Для всей палитры специальностей подготовки в вузе: инженерных, биологических, медицинских, филологических, педагогических – критерии профессиональной этики в кодексе ПетрГУ не детализируются, следовательно, не разработаны (<https://petrsu.ru/docs/counter/5972>).

Таким образом, главенство научной этики над педагогической при итоговой аттестации студентов не поддерживает современные гуманистические и демократические тенденции развития образования высшей школы. С привлечением широкого экспертного сообщества профессорско-преподавательского состава университета следует продолжить разработку, формирование и декларирование в этическом кодексе образовательного института общих принципов научно-педагогической университетской этики.

Список литературы

1. Клоева Н.В., Головчанова Н.С. Этика и профессиональное общение психолога-консультанта: метод. указания. Ярославль: ЯрГУ, 2012. 52 с.
2. Бакштановский В.И., Богданова М.В. Прикладная этика // Этическая мысль. 2021. Т. 21, № 2. С. 143–155.
3. Бакштановский В.И. Идея проектирования профессионально-этического кодекса: мировоззренческий ярус // Этическая мысль. 2018. Т. 18, № 1. С. 146–157.
4. Kuchina E.N. Assessment as a pedagogical concept // Contemporary Higher Education: Innovative Aspects. 2016. № 1. P. 144–152.
5. Кузнецова А.Я. Гуманистическая философия образования. Методологические основы фундаментализации образования: учебное пособие для аспирантов и студентов педагогических вузов. Новосибирск: АНО ДПО «Сибирь. Наука. Интеллект», 2020. 149 с.
6. Бакштановский В.И. Прикладная этика как проектно-ориентированное знание (теория и опыт нового освоения Ойкумены прикладной этики) // Этическая мысль. 2015. Т. 15, № 2. С. 108–122.
7. Гуревич П.С. Психология и педагогика: учебник для студентов вузов. М.: Юнити-Дана, 2012. 320 с.
8. Громова Л.А. Семантическая конвергенция светской и профессиональной этики в деятельности педагога // Методист. 2017. № 10. С. 51–53.
9. Куликов Л.В. Психология личности в трудах отечественных психологов. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: Питер, 2009. 460 с.
10. Меньшикова Е.А. Психолого-педагогические аспекты успешности обучения // Вестник ТПУ. 2007. Вып. 10 (73). С. 59–64.
11. Психология: учебник для студентов педагогических вузов / Под ред. Б.А. Сосновского. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2011. 799 с.
12. Ротенберг В.С. «Образ Я» и поведение. Рождение идей. Изд-во Ridero, 2015. 228 с.
13. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. СПб.: Питер, 2015. 705 с.
14. Горшков Е.А. Интеракционистский подход Ч.Х. Кули к определению предмета и метода социальной психологии // Приволжский научный вестник. 2014. № 11–2 (39). С. 80–85.
15. Этика профессора. Опыт коллективной рефлексии: коллективная монография / Под ред. В.И. Бакштановского; сост. М.В. Богданова. Тюмень: ТИУ, 2020. 232 с.

УДК 378.147
DOI 10.17513/snt.39753

ОЦЕНКА УРОВНЯ ГИСТОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ У СТУДЕНТОВ АКАДЕМИЧЕСКОГО БАКАЛАВРИАТА «БИОЛОГИЯ» МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА

Тихонова Т.А.

ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, e-mail: tat-do@yandex.ru

Объединение традиционных знаний и современных технологий привело к новому качеству преподавания гистологии и гистологических исследований. Гистологический анализ становится обязательным элементом лабораторных данных в клинической практике и в медико-биологических исследованиях. Растет востребованность специалистов, обладающих гистологическими компетенциями. Цель работы – сравнить педагогическую оценку и самооценку уровня гистологических компетенций у студентов академического бакалавриата «Биология». Материалы и методы: методы анкетирования, шкалы суммарных оценок Ликерта, сравнительного анализа, обобщения, описательной статистики. Определена количественная педагогическая оценка и самооценка уровня гистологических компетенций студентов, завершивших изучение дисциплины «Гистология». Согласно самооценке достаточно высокий и высокий уровень гистологических компетенций имеют 87,3% студентов. На экзамене данный уровень продемонстрировали только 55,17%. Итоговая педагогическая оценка, вклад в которую вносит среднесеместровый рейтинг, близка к самооценке студентов. Факт наличия гистологических компетенций (качественная оценка) подтверждается положительной итоговой оценкой по дисциплине. Уровень гистологических компетенций (количественная оценка) определяется итоговым рейтингом студента. Самооценка гистологических компетенций выше, чем экзаменационная оценка, и примерно сходна с педагогической итоговой оценкой гистологических компетенций. Научная новизна: представлены методические подходы к количественной оценке гистологических компетенций, которые применимы и в другой предметной области. Полученные результаты могут быть использованы для анализа вектора педагогических усилий при обучении гистологии.

Ключевые слова: гистология, компетенция, количественная оценка, самооценка, итоговый рейтинг

ASSESSMENT OF HISTOLOGICAL COMPETENCIES IN BACHELOR'S DEGREE BIOLOGY STUDENTS IN A MEDICAL SCHOOL

Tikhonova T.A.

Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, e-mail: tat-do@yandex.ru

Combining traditional expertise and contemporary technologies has resulted in a new quality of teaching histology and histological research. Histological analysis becomes an obligatory element of laboratory data in clinical practice and in biomedical research. Increasing demand for specialists with histological competencies is observed. Work purpose: to compare the pedagogical assessment and self-assessment of histological competencies level in academic bachelor's degree biology students. Materials and methods: methods of survey, Likert scale of summary assessments, comparative analysis, generalization, descriptive statistics. Quantitative pedagogical assessment and self-assessment of the of histological competencies level of students completed the study of the discipline "Histology" was determined. According to the self-assessment, 87.3% of students have relatively high and high levels of histological competencies. Only 55.17% of students demonstrated this level at the exam. The final pedagogical evaluation, to the contribution of the average semester rating, is close to the students' self-assessment. The fact of having histological competencies (qualitative assessment) is confirmed by the positive final grade in the discipline. The level of histological competencies (quantitative assessment) is determined by the final rating of the student. Self-assessment of histological competencies is higher than the examination assessment and is approximately similar to pedagogical final assessment of histological competencies. Methodological approaches to quantitative assessment of histological competencies are presented, that are also applicable in other subject area. The results obtained can be used to analyze the vector of pedagogical efforts while teaching histology.

Keywords: histology, competence, quantitative assessment, self-assessment, final rating

Гистология является дисциплиной, традиционно ассоциирующейся с высшим медицинским образованием. Преподавание гистологии как самостоятельной дисциплины началось в 1860-е гг. в Военно-медицинской академии, на медицинских факультетах Московского и Петербургского университетов и не потеряло своей актуальности и в настоящее время. При появлении новых медико-

биологических специальностей гистология как наука и учебная дисциплина также оказалась востребованной. Объединение традиционных знаний и методических подходов с возможностями современных технологий привело к новому качеству преподавания гистологии [1]. Переход к дистанционному обучению стимулировал развитие инновационных решений для сохранения качества

гистологической подготовки [2]. Электронные альбомы микропрепаратов, видеоролики практических навыков по гистологии используются и в традиционном учебном процессе. Современный уровень гистологических исследований позволил применять их в клинической практике и доклинических испытаниях фармакологических препаратов. Интенсивное развитие фарминдустрии вывело гистологические компетенции в ряд наиболее перспективных. Академический бакалавриат «Биология» (профиль «Биомедицина») в РНИМУ имени Н.И. Пирогова готовит специалистов, обладающих теоретическими и практическими знаниями медико-биологических технологий для научных и клинических исследований. Одной из составляющих профессиональных компетенций выпускника являются гистологические компетенции.

Цель исследования – сравнить педагогическую оценку и самооценку уровня гистологических компетенций у студентов академического бакалавриата «Биология» (профиль «Биомедицина»).

Материалы и методы исследования

В исследовании участвовали студенты бакалавриата «Биология», сдавшие экзамен по дисциплине «Гистология». Использовались следующие материалы: для получения педагогической оценки – учебные документы автоматизированной образовательной системы (AOS) РНИМУ имени Н.И. Пирогова: зачетные, аттестационные, экзаменационные ведомости, экзаменационные журналы. Для количественной самооценки – авторская анонимная анкета студентов с 6-разрядной шкалой суммарных оценок Ликерта. Применялись следующие методы: опрос студентов с помощью анкетирования; методы описательной статистики, методы сравнительного анализа и обобщения, корреляционного анализа. Объект исследования: учебный процесс на кафедре морфологии при изучении дисциплины «Гистология» студентами академического бакалавриата «Биология». Предмет исследования: оценка уровня гистологических компетенций у студентов академического бакалавриата «Биология», завершивших изучение дисциплины.

Результаты исследования и их обсуждение

Студенты академического бакалавриата «Биология» изучают гистологию в течение двух семестров на первом курсе. После первого семестра промежуточная аттестация проводится в форме зачета, после второго семестра – в форме экзамена. На каждом

практическом занятии оцениваются практические навыки и теоретические знания. Практическое занятие считается зачетным, если выполнение по каждому виду работ составляет не менее 70%. Полученные баллы сразу вносятся в журнал AOS. В конце первого семестра зачет выставляется на основе суммарного результата по всем практическим занятиям семестра. Для этого необходимо, чтобы все практические занятия были зачтены и семестровый рейтинг был не менее 70%. Допуск к экзамену получают только студенты, которые были аттестованы. Аттестуются студенты, имеющие зачет в первом семестре и все зачетные занятия во втором семестре. Экзаменационный билет содержит три вопроса, каждый из которых включает теоретическую и практическую часть. Суммарный балл экзамена складывается из баллов, полученных за практическую и теоретическую части. Экзамен считается сданным, если выполнение по каждой из его частей составляет не менее 70%. При выполнении менее чем на 70% экзамен не сдан, студент получает неудовлетворительную оценку вне зависимости от среднесеместрового рейтинга. Если экзамен сдан, итоговая оценка по дисциплине формируется как сумма среднесеместрового рейтинга (вклад – 70%) и собственно экзаменационной оценки (вклад – 30%). В зачетную книжку выставляется оценка по 5-балльной системе (табл. 1).

Таблица 1

Соответствие итогового рейтинга 5-балльной системе оценивания

Семестровый рейтинг (%)	< 70	70–79,9	80–89,9	90–100
Итоговая оценка	2	3	4	5

Оценка знаний студентов является одним из ключевых элементов учебного процесса. Ассоциация медицинского образования в Европе (АМЕЕ) совместно с сообществом медицинских преподавателей разработала руководство, помогающее создать матрицу для адекватного оценивания учебных программ, курсов, тем занятий, в том числе знаний, умений и навыков студентов медицинского вуза [3]. Оценка значима как для студента, так и для вуза. Для студента оценка является мерой его учебных достижений и весомым мотивирующим социальным фактором. Для преподавателя и вуза оценки студентов служат критерием успешности обучения, информацией о результативности овладения дисциплиной.

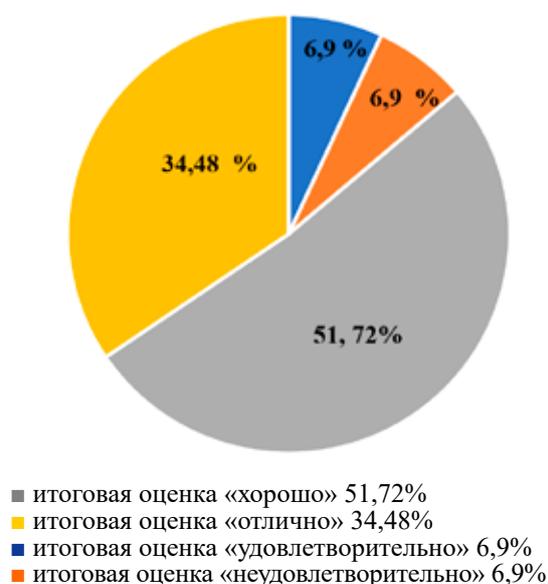
Таблица 2

Результаты учебной деятельности по дисциплине «Гистология»

Показатель	1-й семестр (%)	2-й семестр (%)	Средне-семестровый рейтинг (100%)	Экзаменационный рейтинг (100%)	Итоговый рейтинг (100%)
Среднее	88,28	85,31	87,16	83,01	85,06
Медиана	87,26	84,29	86,20	84,00	85,00
Дисперсия генеральная	22,83	21,89	17,65	182,06	107,15
СКО	4,86	4,76	4,20	13,73	10,53
Мин	77,43	77,55	79,96	46,67	46,67
Макс	97,37	93,50	94,79	100	97,00
Асимметрия	- 0,08	0,15	0,22	-0,50	-2,13
Эксцесс	- 0,44	-1,07	-0,80	0,14	6,20

Учитывая эти аспекты, следует с особой тщательностью и ответственностью подходить к выбору критериев и методологии оценивания каждого вида работ на текущих занятиях и во время промежуточной аттестации [4]. Возникает понимание, что необходимо анализировать принципы и результаты оценивания на предмет их релевантности, чтобы принимать педагогические решения, определяющие вектор дальнейшего движения. В табл. 2 представлены результаты учебной деятельности студентов академического бакалавриата «Биология» по дисциплине «Гистология».

Процентные соотношения итоговых оценок (5-балльная система) по дисциплине «Гистология» у студентов бакалавриата «Биология» представлены на рисунке.



Итоговые оценки по дисциплине «Гистология» (%)

Для современного высшего медицинского образования характерен компетентностный подход. В сообществе медицинских преподавателей за рубежом существует устойчивое представление о том, что в основу создания образовательных программ и учебных планов должны быть положены интегрированные профессиональные медицинские компетенции [5].

В России происходит переосмысление структуры и направлений развития высшего образования в целом [6]. Однако компетентностный подход, как соответствующий имеющемуся вектору изменений, сохраняет свои позиции и в высшем медицинском образовании [7]. Существуют различные трактовки понятия «компетенция» [8]. В соответствии с нашими представлениями, компетенция – совокупность знаний, умений, навыков и личностных качеств, обеспечивающих способность и готовность осуществлять успешную деятельность в определенной предметной области. Компетенция в определенной профессиональной области является интегральной характеристикой, которая может помочь работодателю понять, насколько он нуждается в данном специалисте, а соискателю – определить свои потенциальные возможности желаемого трудоустройства. Для этого необходимо научиться количественно определять уровень компетенции выпускника в определенной предметной области. В данном исследовании предлагаются методические подходы к решению этой проблемы. Приобретение профессиональных компетенций – это процесс. Во время обучения компетенции формируются. Экзамен представляет собой модель профессиональной жизненной ситуации, когда, имея знания, умения, навыки, апробированные в стан-

дартных учебных условиях, необходимо продемонстрировать готовность и способность реализовать их в других условиях. Факт сдачи экзамена по дисциплине позволяет утверждать наличие профессиональных компетенций в данной области знаний. 93,1% студентов сдали экзамен по дисциплине «Гистология» и таким образом продемонстрировали наличие гистологических компетенций. Из них высокий уровень гистологических компетенций имеют 86,2% (итоговая оценка «отлично» – 34,48%, итоговая оценка «хорошо» – 51,72%). Следовательно, имея данные о результатах промежуточной аттестации, можно дать качественную и количественную оценку сформированным компетенциям в определенной области знаний. На следующем этапе исследовалась самооценка сформированных гистологических компетенций. Для этого автором была создана анонимная анкета, в которой формулировались утверждения, отражающие содержание основных гистологических компетенций:

1. Я владею навыком работы со световым микроскопом.
2. Я владею навыком идентификации клеток, тканей и органов на микропрепаратах.
3. Я владею навыком «читать» электронные микрофотографии.
4. Я владею теоретическими знаниями по гистологии в границах программы по данной дисциплине.
5. Я удовлетворен (а) результатами, достигнутыми при изучении гистологии.

Используя шкалу Ликерта, студенты могли согласиться с данными утверждениями с определенной вероятностью: согласен в очень большой степени (5 баллов); согласен в значительной степени (4 балла); согласен в умеренной степени (3 балла); согласен в некоторой степени (2 балла); согласен в незначительной степени (1 балл); совсем не согласен (0 баллов). Для исключения нейтральных ответов использовалась 6-разрядная шкала.

Данные анонимного анкетирования показали, что согласно самооценке в очень большой или в значительной степени владеют:

- 1) навыком работы со световым микроскопом 100% студентов;
- 2) навыком идентификации клеток, тканей и органов на микропрепаратах 93% студентов;
- 3) навыком «читать» электронные микрофотографии 72% студентов;
- 4) теоретическими знаниями по гистологии в границах программы по данной дисциплине 78% студентов.

Ни один из студентов не согласился с тем, что он владеет практическими навы-

ками по гистологии в незначительной степени или вообще не владеет. Единичные студенты ответили, что они владеют указанными навыками и знаниями в некоторой степени. В целом 87,3% студентов считают, что они обладают гистологическими компетенциями в очень большой или в значительной степени (соответствует педагогическим оценкам «хорошо» и «отлично»). В итоге результатами, достигнутыми при изучении гистологии, удовлетворены в большой и значительной степени 56% студентов и еще 19% – в умеренной степени.

На третьем этапе исследования производилось сравнение количественной педагогической оценки уровня сформированных компетенций и самооценки. Итоговые оценки «хорошо» и «отлично», вклад в которые вносит среднесеместровый рейтинг, имеют 86,2% студентов (рисунок), что близко к самооценке студентов (87,3%). Однако на экзамене достаточно высокий и высокий уровень гистологических компетенций показали только 55,17% студентов (оценки «хорошо» и «отлично»). Процент студентов, которые в анкетах самооценки декларируют уверенность в высоком уровне своих практических навыков и теоретических знаний по гистологии и умении их проявить, значительно превышает эту цифру. Их самооценка выше, чем реальная оценка, выведенная преподавателями непосредственно на экзамене. Завышенные самооценки различных показателей в сравнении с объективными данными регистрировали также другие исследователи [9]. Одновременно анализ семестровых рейтингов показывает, что, если бы итоговая оценка выставлялась на основе текущей успеваемости, то «хорошо» и «отлично» получили бы 96,55% студентов. Это свидетельствует о том, что в условиях практических занятий студенты демонстрировали высокий уровень гистологических компетенций, но реализовать их на экзамене на таком же уровне не смогли. Могут обсуждаться различные причины данного явления. Прежде всего, необходимо помнить о том, что важным элементом компетенций являются личностные качества, которые могут по-разному модулировать способность к проявлению знаний, умений, навыков в новых условиях. Гендерные особенности студентов-бакалавров также могли привести к завышенным показателям: 85% студентов-биологов составляли девушки, которым, как отмечается в ряде работ, свойственна завышенная самооценка [9]. В работах, посвященных различным аспектам обучения, самооценка респондентов не всегда соответствовала объективным показателям измерения компетентности [10]. Тем не ме-

нее целый ряд авторов считает, что самооценка студентами медицинских вузов различных параметров образовательной среды является полезным инструментом [11]. Она помогает преподавателям и руководителям разного уровня получать информацию, необходимую для совершенствования образовательного процесса.

Выводы

1. Среднесеместровые и экзаменационные рейтинги по дисциплине «Гистология» могут использоваться для качественной и количественной оценки приобретенных гистологических компетенций.

2. Факт наличия гистологических компетенций (качественная оценка) подтверждается положительной итоговой оценкой по дисциплине.

3. Оценка уровня гистологических компетенций (количественная оценка) определяется итоговим рейтингом студента.

4. Для получения количественных показателей самооценки гистологических компетенций может быть использована шкала суммарных оценок Ликерта.

5. Самооценка гистологических компетенций студентами выше, чем педагогическая экзаменационная оценка, и примерно сходна с педагогической итоговой оценкой гистологических компетенций, в которую вносит вклад среднесеместровый рейтинг.

Научная новизна: представлены методические подходы к количественной оценке гистологических компетенций, которые могут быть применены для количественной оценки профессиональных компетенций в другой предметной области.

Практическая значимость: полученные результаты, отражающие количественную оценку уровня гистологических компетенций, могут быть использованы для анализа вектора педагогических усилий при обучении гистологии.

Список литературы

1. Сазонов С.В. Вектор развития – цифровая гистология // Морфология. 2019. Т. 156, № 6. С. 118–119. DOI: 10.17816/morph.102332.
2. Береснева О.Ю., Сазонов С.В., Шамшурина Е.О., Денисенко С.А. Применение визуализированных ситуационных задач на кафедре гистологии, цитологии и эмбриологии при дистанционном обучении // Вестник Уральского государственного медицинского университета. 2020. № 3. С. 6–7.
3. Балкизов З.З., Алексеева А.Ю., Ашхотов Э.Р., Ступин В.А., Семенова Т.В. Руководство. Планирование оценки. Матрица экзамена // Медицинское образование и профессиональное развитие. 2023. Т. 14, № 1. С. 18–40. DOI: 10.33029/2220-8453-2023-14-1-18-40.
4. Алексеенко С.Н., Гайворонская Т.В., Дробот Н.Н. Анализ результатов текущей и промежуточной аттестации студентов медицинского вуза и их обусловленная взаимосвязь с организацией образовательного процесса // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. Т. 118, № 4. С.17–21. DOI: 10.23670/IRJ.2022.118.4.034.
5. Hennis M.P., Jarrett J.B., Taylor D.R., Cate ten O. Twelve tips to develop entrustable professional activities // Medical Teacher. 2023. Vol. 45, Is. 7. P. 701–707. DOI: 10.1080/0142159X.2023.2197137.
6. Константинова Л.В., Петров А.М., Штыхно Д.А. Переосмысление подходов к уровневой системе высшего образования в России в условиях выхода из Болонского процесса // Высшее образование в России. 2023. Т. 32, № 2. С. 9–24. DOI: 10.31992/0869-3617-2023-32-2-9-24.
7. Алексеенко С.Н., Гайворонская Т.В., Дробот Н.Н. Педагогические технологии и компетентностный подход в системе подготовки будущего врача // Современные наукоёмкие технологии. 2021. № 7. С. 73–79. DOI: 10.17513/snt.38755.
8. Амеликина М.С. Компетентностный подход: новый виток развития отечественного образования // Управление образованием: теория и практика. 2019. Т. 34, № 2. С. 47–59.
9. Grebener B-L., Barth J., Anders S., Beissbarth T., Raupach T. A prediction-based method to estimate student learning outcome: Impact of response rate and gender differences on evaluation results // Medical Teacher. 2021. Vol. 43, Is. 5. P. 524–530. DOI: 10.1080/0142159X.2020.1867714.
10. Yates N., Gough S., Brazil V. Self-assessment: With all its limitations, why are we still measuring and teaching it? Lessons from a scoping review // Medical Teacher. 2022. Vol. 44, Is. 11. P. 1296–1302. DOI: 10.1080/0142159X.2022.2093704.
11. Homberg A., Narciss E., Thiesbonenkamp-Maag J., Schüttpeitz-Brauns K. Experience-based learning during the final year – quantitative content analyses of students' self-reports // Medical Teacher. 2023. Vol. 45, Is. 5. P. 542–549. DOI: 10.1080/0142159X.2022.2144187.

УДК 373.31
DOI 10.17513/snt.39754

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЧИТАТЕЛЬСКОЙ ГРАМОТНОСТИ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ В УСЛОВИЯХ БИЛИНГВАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Унарова В.Я., Габышева Ф.В., Хамраева Е.А.

*Центр изучения, сохранения и развития родных языков
при ГБУ «Академия наук Республики Саха (Якутия)», Якутск,
e-mail: vilena-86@mail.ru, fgabysheva@mail.ru, elizaveta.hamraeva@gmail.com*

В статье представлены промежуточные результаты исследования проблемы формирования читательской грамотности на родном (якутском) и русском языках у младших школьников. Актуальность исследования обусловлена, с одной стороны, значимостью формирования читательской грамотности у младших школьников на двух языках, с другой стороны, отсутствием современных методик ее достижения и адекватного инструмента ее оценки в условиях билингвального образования. Анализ и интерпретация результатов исследования детского чтения в Республике Саха (Якутия), материалов собственных эмпирических наблюдений в якутских школах, прошлых научных исследований, проведенных по теме билингвального образования, современных методик измерения читательской грамотности у младших школьников, в том числе основанных на PIRLS (Progress in International Reading Literacy Study), позволили определить теоретико-методологические основы проектирования диагностических и учебно-практических материалов для повышения качества читательской грамотности у детей-билингвов. Авторы приходят к заключению, что необходимо поэтапное и сбалансированное формирование читательской грамотности у детей-билингвов на этапе начального образования. Результаты исследования требуют дальнейшей экспериментальной проверки, апробации в начальной школе с родным (якутским) языком обучения на протяжении четырех лет, на основе чего будут составлены соответствующие методические рекомендации и учебные материалы для начальных классов.

Ключевые слова: младшие школьники, билингвальное образование, якутский и русский языки, PIRLS, читательская грамотность, модель поэтапного формирования

IMPROVING THE QUALITY OF READING LITERACY AMONG YOUNGER SCHOOLCHILDREN IN THE CONTEXT OF BILINGUAL EDUCATION

Unarova V.Ya., Gabysheva F.V., Khamraeva E.A.

*Center for the Study, Preservation and Development of Native Languages
at the SBI "Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia)", Yakutsk,
e-mail: vilena-86@mail.ru, fgabysheva@mail.ru, elizaveta.hamraeva@gmail.com*

The article presents the intermediate results of the study of the problem of the formation of reader literacy in the native (Yakut) and Russian languages of younger schoolchildren. The relevance of the study is due, on the one hand, to the importance of the formation of reading literacy among younger schoolchildren in two languages, on the other hand, to the lack of modern methods of achieving it and an adequate tool for its assessment in the conditions of bilingual education. The analysis and interpretation of the results of the study of children's reading in the Republic of Sakha (Yakutia), the materials of their own empirical observations in Yakut schools, past scientific research conducted on the topic of bilingual education, modern methods of measuring reading literacy in younger schoolchildren, including those based on PIRLS (Progress in International Reading Literature Study), allowed us to determine the theoretical and methodological foundations of the design of diagnostic and educational materials for improving the quality of reading literacy in bilingual children. The authors come to the conclusion that it is necessary to stage-by-stage and balanced formation of reading literacy in bilingual children at the stage of primary education. The results of the study require further experimental verification, approbation in an elementary school with a native (Yakut) language of instruction for four years, on the basis of which appropriate methodological recommendations and educational materials will be compiled.

Keywords: junior schoolchildren, bilingual education, Yakut and Russian languages, reader literacy, PIRLS, a model of step-by-step formation

Функциональная грамотность у школьников формируется в синергетическом ключе и на основе достижения базовых образовательных результатов, обозначенных в государственных стандартах. В обновленных ФГОС начального общего образования определена необходимость создания усло-

вий, обеспечивающих формирование функциональной грамотности обучающихся, которая выражается в «способности решать учебные задачи и жизненные проблемные ситуации на основе сформированных предметных, метапредметных и универсальных способов деятельности» [1].

Читательская грамотность, один из самых важных компонентов функциональной грамотности, приобретает в процессе читательской деятельности на уроках, во внеурочной деятельности, дополнительном образовании, на досуге, в семейном окружении и т.п. Чтение как рецептивный процесс и речевая деятельность, связанная с восприятием и активной переработкой письменного текста, присутствует повсеместно. Сензитивным периодом формирования читательской грамотности является младший школьный возраст. От того, насколько качественно сформированы читательские умения и кругозор, зависит и успешность обучения в школе, взаимодействия в обществе. Читательская грамотность напрямую влияет на становление других компонентов функциональной грамотности и находится в тесной взаимосвязи с ними, а также становится основой таких типов компетенций, как языковая, литературная и коммуникативная.

Актуальность исследования обусловлена, с одной стороны, значимостью формирования читательской грамотности у младших школьников на родном и русском языках, с другой стороны, отсутствием современных методик ее достижения и адекватного инструмента ее оценки у детей в условиях билингвизма. Процесс становления читательских умений у детей-билингвов начинается в 1 классе на основе изучения курсов грамоты родного (якутского) и русского языков, усвоения техники чтения. К завершению 4 класса обучающиеся должны в достаточной степени на обоих языках овладеть самостоятельным смысловым чтением, читательской грамотностью как средством дальнейшего обучения в средней школе. В настоящее время в начальной школе требуется внесение корректировок, рекомендаций и иных действий, способствующих повышению качества читательской грамотности на двух языках, что важно в целом для методической науки.

Целью первого этапа исследования, рассчитанного на три года, является определение теоретико-методологической основы проектирования диагностических и учебно-практических материалов, позволяющих выявить качество читательской грамотности на якутском и русском языках и ориентированных на успешное ее формирование у младших школьников в условиях билингвального образования. Наше исследование в окончательном его виде направлено на разработку методической системы по повышению читательской грамотности на двух языках с учетом тех факторов

и средств, которые положительно влияют на качество чтения, а также корреляционных возможностей между читательскими умениями на русском и родном языках.

Материалы и методы исследования

Материалами исследования послужили результаты исследования детского чтения в Республике Саха (Якутия), материалы прошлых исследований в сфере билингвального образования, их анализ и новая интерпретация в аспекте исследуемой темы. Кроме того, проведено эмпирическое наблюдение за учебным процессом на уроках русского и якутского языков в пяти школах, расположенных в г. Якутске и сельских районах, и контент-анализ контрольно-измерительных материалов и критериев оценки качества читательской грамотности, а также отдельных ее проявлений у школьников, которые представлены в структуре международных и российских измерителей, таких как PIRLS, PISA, ВПР, НИКО.

В нашем понимании читательская грамотность билингва – это базовое функциональное умение понимать и использовать письменные тексты на родном и русском языках, анализировать, изучать их для решения учебных и жизненных задач.

Для того чтобы выяснить современное состояние детского чтения в целом по республике и круг вопросов, связанных с ее характеристикой и особенностями, мы обратились к исследованию детского чтения, проведенного в 2019–2020 гг. Научно-исследовательским центром Национальной библиотеки Республики Саха (Якутия). По итогам социологического опроса детей и подростков школьного возраста исследователи выявили такие тенденции, как «переход от книжного (бумажного) чтения к чтению экранному и мобильному» и снижение интереса к чтению – 31,9% опрошенных не любят читать (в 2013 г. их было 21,9%). Как выяснилось, к «нелюбителям» читать относятся в основном младшие школьники, мальчики и сельские дети. Также меняются характеристики детского чтения (содержание, способ чтения, продолжительность, репертуар, читательские предпочтения и др.). Например, дети и подростки больше всего предпочитают читать материалы в учебных целях и развлекательного характера в интернете (55,3%), чем художественную (48,6%) или познавательную (35,5%) литературу. Жанровое предпочтение также претерпело значительные изменения: если в 2013 г. предпочитали читать стихи, романы и повести, то в 2019–2020 гг. – приключения, фэнтези, ужасы и триллеры [2].

Для нас большой интерес представляет сам факт билингвизма у юных читателей, поэтому результаты анализа современного детского чтения синхронизированы с результатами проведенных нами предыдущих исследований по билингвальному образованию в школах Якутии. В рамках исследования в 2017–2019 гг. нами были применены методы анкетирования и сравнительного анализа результатов тестирования младших школьников по русскому и якутскому языкам, билингвов и монолингвов [3]. Исследованием были охвачены 578 младших школьников, 202 родителя и 27 учителей начальных классов.

Результаты данного исследования могут быть интерпретированы следующим образом:

1) для обучения детей-билингвов Республики Саха (Якутия) русскому языку и чтению на русском языке необходимо применение учебных, учитывающих этнокультурные и региональные особенности, то есть учебников, ментально, содержательно, методически и лингвистически отличающихся от учебников русского языка, предназначенных для обучающихся-монолингвов с родным русским языком;

2) становление билингвизма у детей зависит от позиции и усилий самих родителей, качества общения на родном языке; существуют разные модели билингвального воспитания ребенка в семье; язык обучения и воспитания в дошкольной организации задает определенную траекторию овладения языком (-ами);

3) осознание собственной билингвальности у детей начинает проявляться на пятом году жизни, а переводческая деятельность – в шесть лет; в этом же возрасте у детей прослеживается тенденция ухода от этнического языка в сторону билингвального восприятия действительности;

4) монолингвы имеют речевые преимущества перед сверстниками-билингвами, тем не менее у билингвов более развита когнитивная сфера, интуиция, догадка, следовательно, когнитивная составляющая важна при формировании читательской грамотности, особенно в ситуации, когда обе языковые системы в сознании билингва находятся в постоянном контакте.

К числу особенностей выполнения младшими школьниками заданий с включением трех (русского, якутского и иностранного) языков относим тот факт, что среди вторых классов городских школ лучше справляются с заданиями на языковую способность, чем ученики сельских школ, а среди четвертых классов, наоборот, высокие результаты продемонстрировали

ученики сельских школ. Факторы, повлиявшие на противоречивые (перекрестные) показатели городских и сельских школьников, могут быть следующие: проблема оптимального комплектования классов, разный уровень подготовленности к школе (городские дети, как правило, поступают в первый класс уже читающими), контингент обучающихся, обусловленный социальным фактором, степень профессиональной компетенции учителя и др.

Читательская грамотность является объектом измерения в глобальных трендовых мониторингах PIRLS и PISA. В структуре международного сравнительного исследования PIRLS в качестве диагностического инструментария изучения качества чтения и понимания текста обучающимся предлагается тестирование, в том числе компьютерное, включающее два вида чтения и выполнение заданий: 1) чтение художественного текста с целью получения литературного опыта (литературное чтение); 2) чтение информационного текста с целью освоения и использования информации (информационное чтение).

Оценивание работ осуществляется по четырем уровням читательской грамотности, в частности проверяются четыре группы читательских умений: 1) умение находить информацию, изложенную в явном виде; 2) умение формулировать прямой вывод на основе информации; 3) умение интерпретировать (толковать) и обобщать информацию; 4) умение анализировать и оценивать содержание и форму текста, в том числе его языковые особенности и структуру.

В дополнение к выполнению тестовых заданий проводится сбор данных с помощью контекстных вопросников по факторам, влияющим на развитие чтения учащихся (домашний, школьный, классный контексты, характеристика учащихся и национальный контекст), которые адресованы родителям, учителю, директору школы и самим школьникам [4].

Итоги современных измерителей подтверждают, что количество часов по чтению не влияет на результаты читательской грамотности, важно качество обучения, компетенция учителя, используемые методы обучения, т.е. эффективность использования времени урока [5]. К числу трудностей для начинающих читателей относят нерегулярное обращение к тексту, недостаточно развернутое изложение собственных мыслей, неумение перефразировать, оценивать содержание и форму текста, ответы объяснительного характера, многокомпонентные ответы на задания с «подвопросами» [6] и т.п.

Другим инструментом измерения чтения является измеритель международного исследования PISA, проводимого в 15-летнем возрасте. В настоящее время задания на основе PISA включены в УМК по русскому языку для основной школы, входящий в федеральный перечень учебников. Выполнение заданий сквозного раздела «Функциональная грамотность» ориентировано во внеурочное время и самостоятельно. По мнению одного из авторов учебников Е.А. Хамраевой, представленные материалы на межпредметной основе связывают уровень речевого и интеллектуального развития детей, поскольку коммуникативные и познавательные умения становятся определяющими факторами IQ. Формирование функциональной грамотности на уроках русского языка подразумевает развитие не только коммуникативной компетенции, но также языковой и лингвистической [7, с. 248]. Читательская грамотность – основной компонент функциональной грамотности, именно поэтому измерители сформированности умений в этом аспекте становятся валидным средством, определяющим общие учебные умения обучающихся-билингвов.

Комбинированным измерителем читательской грамотности у школьников является методика «Тяни-Толкай» (авторы Г.А. Цукерман, Г.С. Ковалева и М.И. Кузнецова), которая представляет собой инструмент, сочетающий возможности PIRLS и PISA и оценивающий динамику читательской грамотности у обучающихся 4–9-х классов на основе информационных текстов с учетом «перехода от обучения чтению к чтению для обучения». Авторы методики разработали вопросы, «призванные сделать "взрослые" тексты PISA более доступными для неискушенных читателей, а "детские" тексты PIRLS – требующими более глубокого размышления» [8, с. 287].

Задачи нашего исследования обусловлены необходимостью не только проектировать диагностические и учебно-практические материалы для формирования и совершенствования читательской грамотности у обучающихся 1–4-х классов, но и создать новые параметры и установки, опираясь на инструменты, расширяющие описанные международные измерители.

Результаты исследования и их обсуждение

Основываясь на теоретико-эмпирической базе исследования, а также на концепции метапредметности, изложенной в ФГОС НОО, считаем, что для более эффективного формирования читательской грамотности

средствами двух языков необходимо акцентировать внимание на группы читательских умений и их поэтапное и сбалансированное формирование на двух языках. При этом диагностические материалы, разработанные в рамках данного исследования, предназначены как для замеров сформированности техники чтения, немаловажной в начальной школе, особенно в 6–10 лет, так и для измерений понимания прочитанного [9].

Диагностические и учебно-практические материалы, предназначенные для формирования, развития и диагностики у младших школьников читательской грамотности и понимания прочитанного на якутском и русском языках, включают два вида текстов: 1) учебно-научный текст; 2) художественный текст. Тематики текстов на русском и якутском языках максимально схожи между собой и приближены к реальным ситуациям обучения.

Каждый текст сопровождается 9–10 вопросами содержательного характера и практическими заданиями, ориентированными на выявление степени понимания прочитанного текста, его эмоционального осмысления или извлечения информации, т.е. базовых компонентов сформированной читательской грамотности. Важнейшим компонентом исследования стала разработка измерителей глубины понимания текста, т.е. параметров смыслового чтения для обучающихся-билингвов, осуществляемого как с опорой на текст, так и с учетом фоновых знаний и собственного опыта.

При составлении вопросов и заданий к текстам на якутском и русском языках нужно обратить внимание на следующие параметры: 1) тип учебного вопроса (простые, поисковые, уточняющие, объясняющие, оценочные, творческие, практические, проблемные); 2) тип задания (на мнемоническое воспроизведение, поиск и извлечение, описание, наблюдение, структурирование и переработку информации, осмысление, оценку и интерпретацию, творческое применение информации); 3) стратегии смыслового чтения (традиционные и аналитические технологии, методы и приемы, а также их модификации для билингвальной категории обучающихся, позволяющие организовать понимание прочитанного через активную познавательную деятельность).

Проектируемые материалы позволяют проверить четыре группы читательских умений: 1. Информационные умения (ИУ) – читательские умения, связанные с пониманием формы и содержания текста на русском и якутском языках, поиском и воспроизведением фактов и событий из текста. 2. Аналитические умения (АУ) – читатель-

ские умения, направленные на анализ содержания текста, интерпретацию информации и формулировку простых выводов на основе анализа. 3. Творческие умения (ТУ) – читательские умения, помогающие обобщать и преобразовывать информацию в различных формах и аспектах, проявлять творческий подход. 4. Практические умения (ПУ) – читательские умения, позволяющие на основе оценочных суждений выходить за рамки текста и использовать усвоенную информацию в ситуации личной практики или для решения практических задач.

По результатам исследования нами разработана модель поэтапного и сбалансированного формирования читательской грамотности у младших школьников средствами родного и русского языков (рисунок).

Соотношение вопросов и заданий в структуре учебно-практических материалов для обучающихся 1–4 классов представляет постепенное распределение (в%), когда ИУ постепенно сокращается, ПУ вводится на втором году обучения, ТУ и ПУ постепенно увеличиваются к концу начальной школы, неизменным остается только АУ. Так, количество и объем вопросов и заданий варьируется в зависимости от класса, предполагая поэтапное (дозированное) формирование читательской грамотности на двух языках. При этом вариация может быть скорректирована в случае, если на одном, например родном, языке предъявленный объем не обеспечивает получения соответствующих результатов. Отметим, что процентное соотношение вопросов и заданий к текстам для обучающихся 4 класса демонстрирует достижение определенного лингводидактического баланса, поскольку данные вопросы отрабатываются как на русском, так и на якутском языках. С целью обнаружения

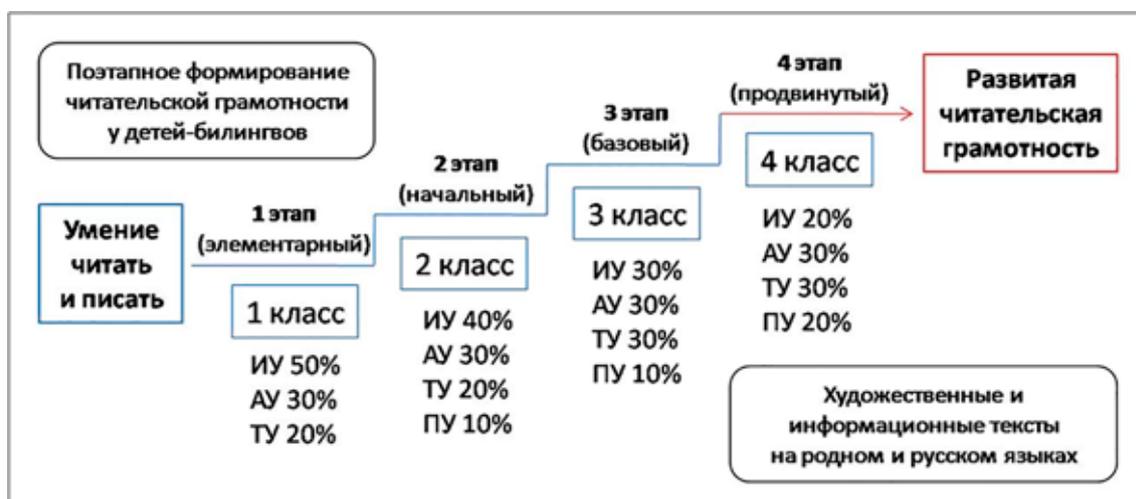
корреляций авторами могут быть применены показатели PIRLS, актуализированные в международном опыте изучения читательской грамотности на одном языке.

Система оценивания работ применяется на каждом году обучения по четырем уровням качества читательской грамотности, где уровень 1 (высшее качество) свидетельствует о развитой сбалансированной читательской грамотности на русском и родном языках, уровень 2 (качество выше среднего) – читательская грамотность на двух языках сформирована достаточно с выделением нескольких общих проблемных зон, уровень 3 (среднее качество) – читательская грамотность сформирована частично, есть что развивать на втором языке, уровень 4 (низкое качество) подтверждает, что читательская грамотность не сформирована ни на одном языке.

Модель поэтапного и сбалансированного формирования и повышения качества читательской грамотности с применением разработанных диагностических и учебно-практических материалов может быть осуществлена на уроках разных предметов, не только филологического цикла, а также во внеурочной деятельности и т.д.

Итак, уникальность проектируемых диагностических и учебно-практических материалов заключается в следующем:

- читательские умения сгруппированы и имеют условные обобщенные названия («информационные умения»/булар, бэлиэтиир үөрүйэх, «аналитические умения»/ырытар, толкуйдуур үөрүйэх, «творческие умения»/айар, уларытар үөрүйэх и «практические умения»/олоххо туһанар үөрүйэх) и отрабатываются на текстовом материале у обучающихся-билингвов 1–4 классов на двух разносистемных языках: якутском и русском;



Модель формирования читательской грамотности у детей-билингвов

- младшим школьникам предлагаются тексты небольшого объема, которые объединены единой темой и жанром, но не идентичны, что вынуждает концентрировать внимание двуязычных школьников не на собственно тексте, а на вопросах и заданиях к тексту;

- диагностика, формирование и совершенствование читательских умений у билингвов осуществляется в направлении «от текста к личному опыту», поэтому в исследовании включены вопросы практического характера, позволяющие обратиться к личному опыту и применить результат читательской деятельности в своем опыте, выйдя за рамки текста, его формы и содержания;

- формирование читательской грамотности осуществляется поэтапно и сбалансированно на каждом году обучения, вариация количества вопросов и заданий для формирования и отработки тех или иных умений может быть скорректирована для достижения полного результата на двух языках;

- успешность читательской и аналитической деятельности у младших школьников предполагают опору не только на явную информацию в тексте, но и отчасти на внетекстовые знания и личный опыт, потому как самостоятельный поиск недостающей информации (соответствующей их возрасту) должен обеспечивать зону ближайшего развития у двуязычных школьников, что и позволит успешно обучаться в основной школе.

Заключение

Таким образом, мы пришли к выводу, что разработка измерителей читательской грамотности для применения к детям-билингвам, как и сам процесс формирования читательской грамотности на двух языках, целесообразно осуществлять систематически и поэтапно не только на уроках литературного чтения на обоих языках, но и на уроках по другим предметам, что обеспечит достижение синергетического эффекта. На наш взгляд, отсутствие в имеющихся учебниках для начальных классов специальных заданий на читательскую грамотность усложняет практику решения обучающимися учебных задач и приобретения читательского опыта, а также не дает возможность в полном объеме обеспечить достижение результатов ФГОС.

Анализ наших наблюдений на уроках русского и якутского языков в начальной школе, письменных работ обучающихся в контекстном виде свидетельствует о не-

высоком уровне сформированности читательских навыков на родном (якутском) языке, связанном напрямую с недостаточным развитием речи на родном языке и умением формулировать мысль на родном языке. Результаты, полученные в ходе дальнейшего диагностического исследования и апробации учебно-практических материалов в 1–4 классах с родным (якутским) языком обучения, могут послужить основой для подтверждения или опровержения того, что читательские умения на якутском языке даются детям труднее, чем на русском языке. Аналитическая обработка выполненных работ на двух языках даст возможность углубленного описания не только типичных ошибок, трудностей и особенностей становления читательских умений у детей-билингвов, но и выяснения причин и факторов, препятствующих успешному формированию читательской грамотности.

Авторским коллективом определены не только теоретико-методологическая основа формирования и диагностики читательских умений у двуязычных учащихся, но и основные параметры диагностики, дающей возможность осуществить в целом повышение качества читательской грамотности на родном и русском языках. Данные результаты дополняют концепцию билингвального образования и обеспечивают сравнимость и сопоставимость результатов исследования читательской грамотности.

Перспектива и расширение направлений исследования связана с тем, что современное чтение становится цифровым и полисемиотическим, включает линейные и несплошные тексты, что дает возможность включения в исследование поликодовых дополнений к информационным и художественным текстам, на базе которых формируется читательская грамотность школьника как важная составляющая функциональной грамотности.

Список литературы

1. ФГОС начального общего образования (утвержден приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 31 мая 2021 г. № 286) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400807193/> (дата обращения: 07.11.2022).
2. Афанасьева О.И., Неустроева О.Б. Детское чтение в Республике Саха (Якутия): итоги социологического опроса. [Электронный ресурс]. URL: <https://readingstat.nl.ru/poisk?sID=E19A21CC-75BE-41F8-A34F-58A4392ECFF2> (дата обращения: 13.07.2023).
3. Унарова В.Я. О необходимости целенаправленного развития метаязыковых способностей у младших школьников-билингвов // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28298> (дата обращения: 21.07.2023). DOI: 10.17513/spno.28298.

4. Mullis I.V.S., Martin M.O. (Eds.). PIRLS 2021 Assessment Frameworks. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website. 2019. URL: <https://timssandpirls.bc.edu/pirls2021/frameworks/> (дата обращения: 21.07.2023).
5. Российские школьники – лучшие читатели в мире! (по результатам международного исследования PIRLS-2016) [Электронный ресурс]. URL: http://www.centeroko.ru/pirls16/pirls16_pub.html (дата обращения: 10.05.2022).
6. Основная информация об исследовании PIRLS (по материалам исследования PIRLS: 2001, 2006, 2011 гг.). ИСРО РАО [Электронный ресурс]. URL: http://www.centeroko.ru/pirls16/pirls16_pub.html (дата обращения: 12.06.2023).
7. Русский язык. 5–9 классы: методические рекомендации / А.Д. Дейкина, Т.П. Малявина, О.Н. Левушкина, Е.А. Хамраева. М.: Просвещение, 2021. 256 с.
8. Цукерман Г.А., Ковалева Г.С., Кузнецова М.И. Становление читательской грамотности, или Новые похождения Тяни-Толкая // Вопросы образования. 2015. № 1. С. 284–300.
9. Хамраева Е.А. Обучение детей-билингвов технике чтения: вы уже читаете по-русски? // Русский язык за рубежом. 2018. № 6. С. 17–23.

УДК 376.2
DOI 10.17513/snt.39755

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОБУЧЕНИЯ ИНВАЛИДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Хаперская А.В., Минин М.Г.

*ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,
Томск, e-mail: khape@mail.ru*

В работе описываются проблемы, возникающие в процессе онлайн-обучения инвалидов. В первую очередь рассматривается проблема их участия в групповых проектах в цифровой среде, так как слушатели с инвалидностью имеют разные ограничения, в связи с этим процесс социальной адаптации в группе, а также доступность материалов значительно усложняется. Также выдвигается гипотеза, что для организации качественного образовательного процесса в онлайн-среде преподавателю необходим базовый набор ИКТ-компетенций, что позволит обеспечить более эффективную учебную деятельность в электронной среде. В программе для имитационного моделирования процессов в режиме реального времени была разработана имитационная модель обучения инвалидов в групповых проектах. С помощью функции симуляции (token simulation) в программе Bizagi Modeler проверена ее работоспособность и успешное завершение процесса обучения инвалидов в групповых проектах. Описана пошаговая интеграция каждого функционального блока алгоритма в любую онлайн-платформу для обучения. В работе также говорится о том, что разработанный алгоритм помогает не только осуществлять проектную деятельность в обучении инвалидов, но и реализовывать их социальную адаптацию, помогать в консультировании и повышать уровень развития коммуникаций.

Ключевые слова: обучение инвалидов, электронное обучение, цифровая среда, проектная деятельность, адаптация инвалидов, ИКТ-компетенции, программа имитационного моделирования

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 19-18-00300,
<https://rscf.ru/project/19-18-00300>.*

THE DEVELOPMENT OF A METHOD OF TRAINING FOR DISABLED PEOPLE USING ONLINE PLATFORMS BASED ON SIMULATION MODELING

Khaperskaya A.V., Minin M.G.

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: khape@mail.ru

The paper describes the problems arising in the process of online learning for the disabled. First of all, the problem of participation in group projects in the digital environment is considered, since students with disabilities have different limitations, in connection with this, the process of social adaptation in the group, as well as the availability of materials, is much more complicated. It is also hypothesized that in order to organize a high-quality educational process in an online environment, a teacher needs a basic set of ICT competencies, which will ensure more effective learning activities in an electronic environment. In a program for real-time simulation of processes, an algorithm for teaching disabled people in group projects was developed. With the help of the simulation function in Bizagi Modeler, the performance of this algorithm and the successful completion of the learning process for disabled people in group projects were verified. The step-by-step integration of each functional block of the algorithm into any online learning platform is described. The paper also states that the developed algorithm helps not only to carry out project activities in teaching disabled people, but also to implement their social adaptation, help in counseling and increase the level of communication development.

Keywords: education for disabled people, e-learning, digital environment, project activities, adaptation of people with disabilities, ICT competencies, simulation program

*The study was supported by the Russian Science Foundation grant No. 19-18-00300,
<https://rscf.ru/project/19-18-00300>.*

Онлайн-обучение более оперативно, чем традиционное, в частности в таких аспектах, как гибкость расписания и доступность учебного материала; в онлайн-формате слушатели могут изучать материал в том темпе, который им подходит, в любое удобное для них время и в удобном для них месте. Однако традиционное обучение имеет свои преимущества, такие как более личный контакт между преподавателя-

ми и слушателями с инвалидностью, а также возможность лучшего общения в группе и в целом возможность работать в команде и выполнять групповые задания, что на сегодня не реализовано на онлайн-площадках для людей с инвалидностью. В совокупности, если учесть, что при электронном обучении существует множество информационных каналов коммуникации, появление возможности применения искусственного

интеллекта в процессе обучения, то авторами предлагается реализовать процесс обучения людей с инвалидностью в групповых проектах на онлайн-платформе. Для этого были учтены все сложности, возникающие при реализации онлайн-обучения для людей с инвалидностью:

1. Недоступность контента. Некоторые ресурсы онлайн-обучения могут предоставлять материалы, которые недоступны людям с ограниченными возможностями. Например, видео может не содержать субтитров или дескрипторов звука, которые обеспечивают понимание для слабовидящих или глухих людей.

2. Недоступность технологий. Некоторые технологии, используемые для электронного обучения, такие как интерактивные интерфейсы, тоже могут оказаться непригодными для людей с ограниченными возможностями. Например, люди с моторными нарушениями могут испытывать трудности с использованием компьютерной мыши или клавиатуры.

3. Отсутствие регуляции. Электронное обучение регулируется не так строго, как традиционное обучение, и не всегда соблюдаются стандарты доступности. Это может привести к тому, что люди с ограниченными возможностями оставляются без возможности получить доступ к нужному материалу.

Хотя электронное обучение имеет множество преимуществ, необходимо принимать меры для того, чтобы обеспечить равный доступ к образованию всем обучающимся, включая людей с ограниченными возможностями. Разработчики образовательных технологий и провайдеры онлайн-курсов должны сделать все возможное, чтобы убедиться в доступности своих ресурсов для всех.

Важно также осознавать, что не только IT-разработчик создает онлайн-платформы для обучения людей с инвалидностью, но и преподаватель должен иметь базовые ИКТ-компетенции, чтобы уметь размещать материал в нужном формате, заполнять определенные базы данных и т.д. С помощью имитационного моделирования в программе для симуляции процессов IBM Blueworks Live авторами был разработан алгоритм для обучения людей с инвалидностью в групповых проектах на онлайн-платформе.

Целью нашего исследования явилась разработка имитационной модели процесса обучения людей с инвалидностью в группах на онлайн-платформе. Для реализации указанной цели необходимо было провести анализ существующих потребностей и сте-

пень адаптации людей с инвалидностью в электронном обучении; выделить проблемы, которые возникают при обучении на онлайн-платформе в группах; оценить степень проблемы и предоставить методы ее решения; с помощью симулятора разработать имитационную модель, которая отразит процесс обучения людей с инвалидностью в групповых проектах.

Материалы и методы исследования

В рамках исследования были использованы методы анализа, обобщения, алгоритмизации, моделирования. Метод интервью и опроса не всегда подходит и сложно реализуем в той или иной компании из-за не такого большого количества людей с инвалидностью, находящихся на рабочих местах физически. Поэтому авторы также использовали веб-технологии для оценки потребностей и барьеров, возникающих в процессе обучения на онлайн-платформе. Так, например, с помощью инструментов Яндекс Метрики была произведена оценка запросов, которые делают люди с инвалидностью в интернете. Как производится оценка потребностей с помощью инструмента YandexWordStat, более подробно описано в научных трудах авторов [1]. Какие инструменты бывают и как воспользоваться ими в образовательной сфере, изучали Н.А. Федькова и К.В. Исаев [2]. На рис. 1 приведен результат одного из запросов. Стоит отметить, что спектр потребностей намного шире, просто не все указывают, что имеют инвалидность. Поэтому анализировались только те запросы, которые имеют такие формулировки, как обучение для инвалидов онлайн; обучение инвалидов в групповых проектах онлайн и т.д.

С учетом проведенного анализа интернет-запросов и обращений людей с инвалидностью было взято во внимание несколько факторов и индивидуальных потребностей при использовании метода имитационного моделирования. С помощью симуляции обучающего процесса с реальными показателями были достигнуты результаты исследования.

Результаты исследования и их обсуждение

В первую очередь разработанная имитационная модель должна предоставлять следующие возможности онлайн-обучения:

1. Доступность – все материалы должны быть доступны и использоваться при помощи различных средств доступности, таких как субтитры, дескрипторы звука, переводы на язык жестов.

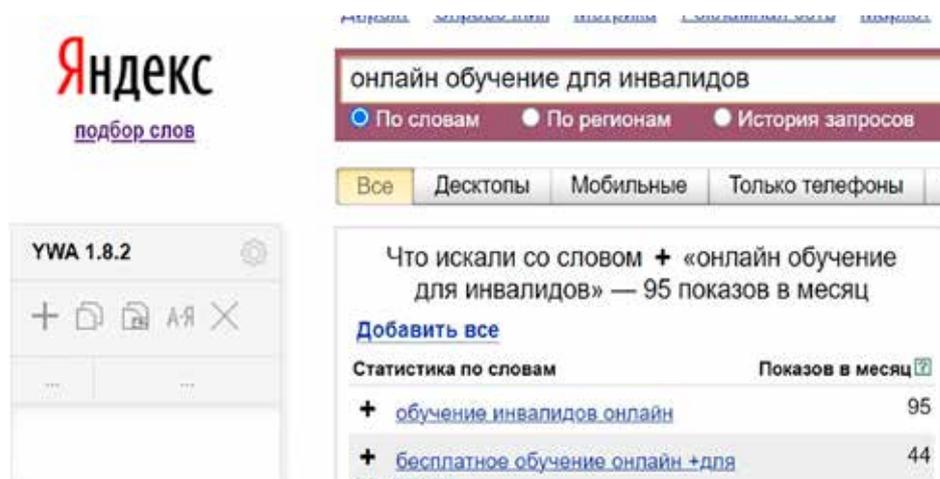


Рис. 1. Использование сервиса Яндекс для анализа запросов людей с инвалидностью

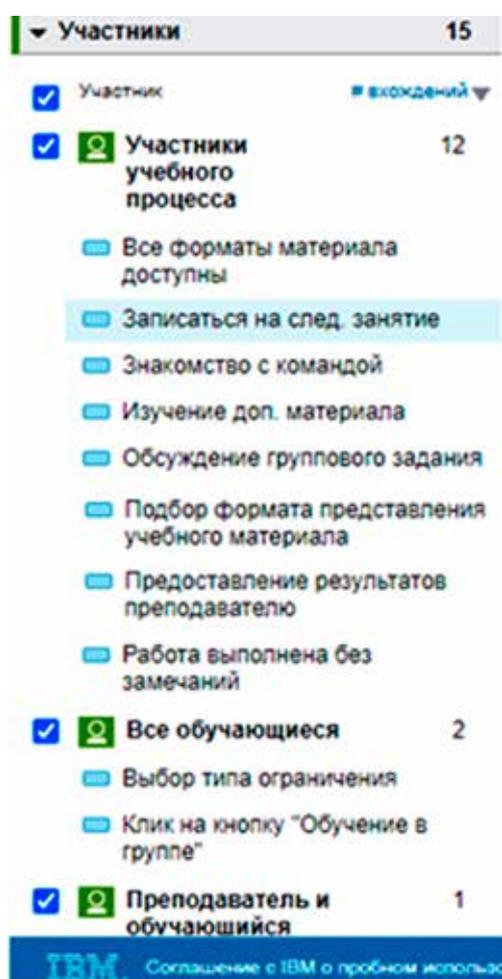


Рис. 2. Элементы имитационной модели обучения людей с инвалидностью в группе

2. Технологическая доступность – все технологии, используемые при обуче-

нии, должны быть доступны для всех обучающихся, в том числе и тех, кто имеет ограничения в моторных навыках или управлении компьютером.

3. Обеспечение равных возможностей – участие в онлайн-курсах и программе должно быть открыто для всех слушателей, и никакие ограничения или барьеры не должны создаваться.

4. Онлайн-платформы и веб-интерфейсы созданы в соответствии с принципами доступности и удобства пользования, с учетом различных потребностей обучающихся с инвалидностью.

5. Соблюдение принципа инклюзивности при электронном обучении – создание условий, позволяющих всем обучающимся получать качественное образование и развиваться, независимо от их индивидуальных потребностей и возможностей.

На рис. 2 представлены все элементы имитационной модели, которые использовались для симуляции процесса обучения людей с инвалидностью в групповых проектах. Голубые блоки отражают все элементы и действия, которые выполняют участники учебного процесса на онлайн-платформе во время выполнения группового проекта. Не все блоки имеют отглагольное значение, как это требуется при моделировании бизнес-процессов. В исследовании авторов важна визуализация, чтобы показать преподавателям и IT-специалистам что необходимо включить при разработке онлайн-платформы для обучения людей с инвалидностью. Преподаватель, глядя на разработанную модель, может сразу определить, какие компетенции ему необходимы (иметь представление о базах данных, системное мышление, виды форматов файлов и т.д.).

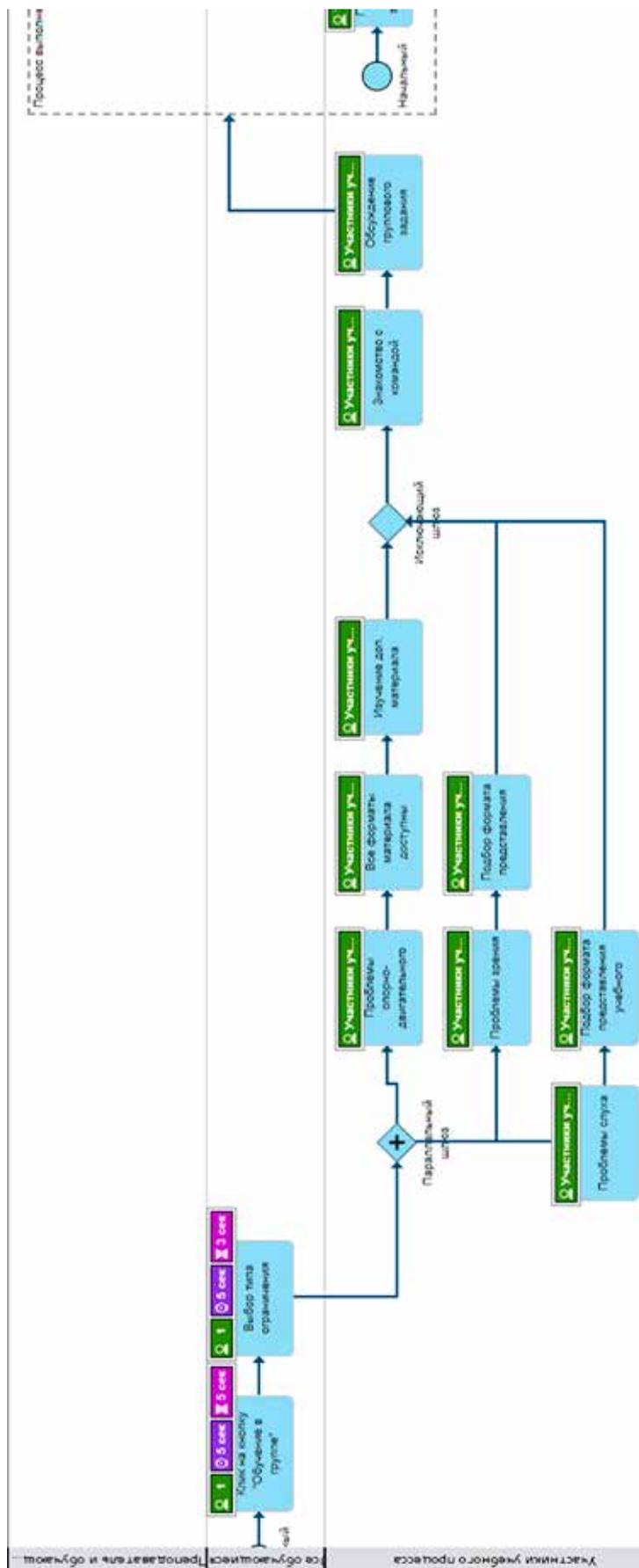


Рис. 3. Симулятор процесса обучения в группе в режиме реального времени

После того, как в программу IBM Blueworks Live внесены все данные (время выполнения процессов: клик на кнопку, ознакомление с заданием, восприятие материала с учетом вида ограничения и т.д.) процесса обучения людей с инвалидностью в групповом проекте, необходимо произвести имитацию действий обучающихся, поведения, эмоционального состояния, уровня тревожности и т.д.

На рис. 2 изображена имитационная модель процесса обучения людей с инвалидностью в групповых проектах с учетом принципов проектирования электронных дидактических средств. Разработанная имитационная модель IBM предусматривает всевозможные варианты и проблемы, которые могут возникнуть в процессе электронного обучения у людей с инвалидностью, что поможет избежать таких проблем в реальности и снизить уровень тревожности, эмоционального беспокойства. Так, например, на рисунке видно, что время на клик и выбор определенной операции на интерактивной обучающей панели у людей с проблемами зрения и слуха намного больше, чем время, которое выделено для людей с проблемами опорно-двигательного аппарата, так как они воспринимают информацию и материал быстрее. Но все обучающиеся находятся в группе и участвуют в одном групповом проекте, соответственно, время ознакомления с учебным материалом необходимо синхронизировать так, чтобы людям с проблемами опорно-двигательного аппарата не пришлось ждать остальных, у кого имеются ограничения в восприятии материала. Эта проблема, согласно разработанному алгоритму, решается таким образом: на этапе выбора типа индивидуального ограничения при нажатии на кнопку «Проблемы опорно-двигательного аппарата» (рис. 3) дается время для ознакомления с материалом и дополнительный полезный материал, пока другие члены команды, время восприятия материала которыми значительно выше, знакомятся с групповым заданием.

Несмотря на то, что для имитационной модели были выбраны программные продукты для работы с бизнес-процессами, на рис. 3 четко визуализируются процессы и действия, с которыми сталкиваются участники учебного процесса, а для технического специалиста, в свою очередь, отражена необходимость включения дополнительных кнопок, аудио- и видеосистем, виртуальных ассистентов и т.д. Также важным ресурсом в программных продуктах для управления процессами является время, поэтому внесение точных временных рамок (ведь люди

с ограничениями воспринимают информацию в разном темпе) для работы в группе является важным в процессе имитационного моделирования. Следовательно, ошибочно полагать, что разработка обучающих онлайн-платформ – это работа только IT-специалиста. В процессе электронного обучения важно соблюдать его принципы и дидактику, но возникает также ряд проблем с компетенциями преподавателя для технической реализации электронного обучения, в связи с этим авторами были сформированы компетенции, которыми должны обладать преподаватели, работа в цифровой образовательной среде:

- иметь общее представление о работе электронной платформы, которую используют для обучения;
- уметь различать форматы загружаемого материала, так как для людей с инвалидностью существует ряд ограничений и важно, чтобы для людей с ограниченным зрением материал был загружен в форматах аудио (mp3, wav, ogg и т.д.), для людей с проблемами слуха – в видеоформатах (mp4, wmv, avi и т.д.);
- уметь использовать веб-технологии для коммуникаций (чаты, вики, влоги и т.д.);
- если в платформе используется применение методов искусственного интеллекта, то понимать общие принципы работы, чтобы уметь формировать, например, семантическое ядро, наполнять базы данных результатами обучения и т.д.

В бесплатной версии IBM BlueworksLive нет возможности проигрывать больше 10 действий, поэтому проверка работоспособности всех блоков и отражение проблемных зон было произведено авторами в Bizagi Modeler. На рис. 4 более детально отражена необходимость соответствия выделенных компетенций для преподавателя при размещении учебного материала и организации учебного процесса в электронной среде. Например, преподаватель видит, что материал должен быть сформирован в БД в соответствующем формате, а разработчик платформы – необходимость включения дополнительных кнопок, сервер для баз данных и т.д.

Из рисунка видно, что при наличии у преподавателя определенных компетенций процесс обучения будет завершен успешно, что говорит функция «Finished» симулятора учебного процесса.

На рис. 4 видно, что помимо кнопки проигрыша процессов есть также разветвления, что говорит о наличии и разработке в модели дополнительных функций при возникновении каких-либо проблем. Так, например, при нажатии на окончание занятия без дополнительных вопросов оно завершается.

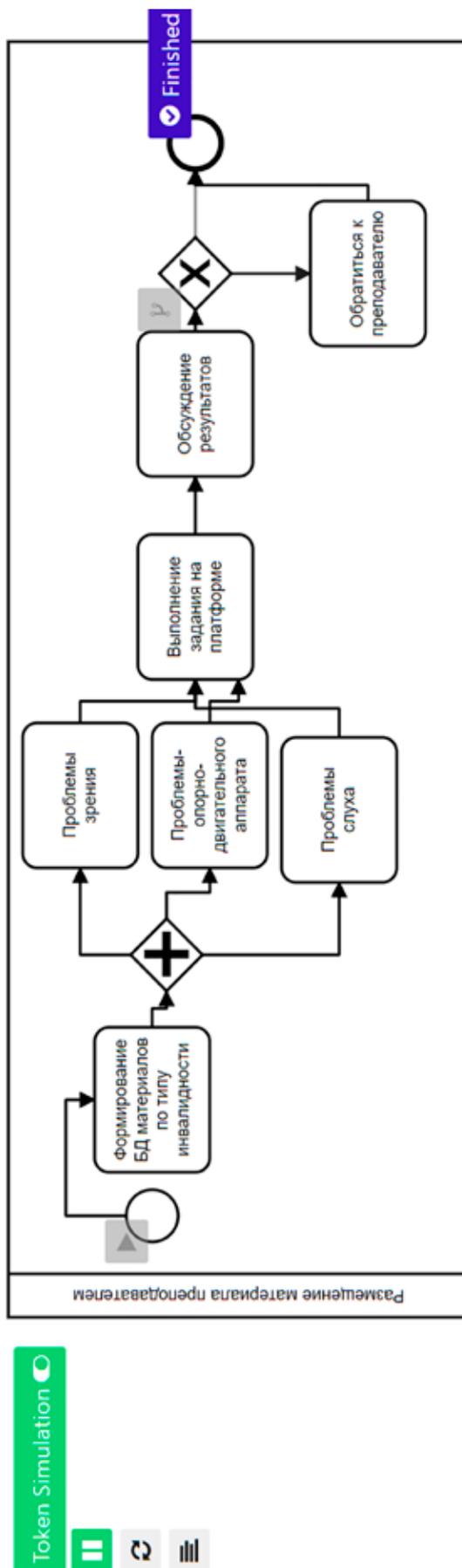


Рис. 4. Симуляция процесса размещения учебного материала на платформе в Bizagi Modeler

Во время проигрыша процесса в режиме реального времени и детализации действий во время обучения на онлайн-платформе преподавателем также могут быть визуально обнаружены проблемы, с которыми могут сталкиваться люди с инвалидностью в процессе обучения:

1. Фрустрация. Это может быть связано с трудностями в доступе к образовательным материалам или недостатком поддержки со стороны учебных заведений.

2. Усталость и истощение.

3. Дискриминация. Это может быть вызвано отсутствием поддержки, недостатком адаптации учебных программ или нежеланием других слушателей признавать их права и потребности.

4. Успех и удовлетворение. Это может быть связано с преодолением трудностей, приобретением новых знаний и навыков, а также возможностью раскрыть свой потенциал [3, 4].

Важно понимать, что эмоциональное состояние инвалидов может варьироваться в зависимости от индивидуальных особенностей и контекста обучения. Поэтому необходимо создавать инклюзивные электронные образовательные среды, наполнять платформы более широким спектром функций (как, например, на рис. 2). В разработанной имитационной модели также легко симулируется процесс применения дидактических методов электронного обучения [5]:

1. Интерактивные модели обучения.
2. Компьютерные игры для обучения.
3. Виртуальные лаборатории и симуляторы.
4. Геймификация.
5. Онлайн-дискуссии и коллаборация.
6. Адаптивное обучение.

Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки, поэтому подбор метода обучения зависит от целей и потребностей обучающихся, что учтено симулятором учебного процесса в IBM Blueworks Live и Bizagi Modeler.

Заключение

Полученные результаты исследования дают четкое понимание того, что значи-

мость выполнения групповых проектов для людей с инвалидностью на электронных платформах достаточно высокая. Актуальность определяется рядом причин: проблемой ограниченного доступа к информации; наличием трудностей с просмотром видео или прослушиванием аудио и др. Имитационная модель построена с учетом решения проблем, возникающих в процессе выполнения учебных заданий на электронной платформе. Практическая значимость работы заключается в пошаговом изложении алгоритма организации процесса выполнения групповых заданий на онлайн-платформе, создании имитационной модели с применением данного алгоритма и проверки его работоспособности, а также обнаружении возникающих проблем с помощью симулятора. В процессе создания онлайн-платформ для обучения людей с инвалидностью должны участвовать не только IT-специалист, но и преподаватель с достаточно развитыми ИКТ-компетенциями.

В статье доказательно утверждается мысль о том, что инклюзия обеспечивается посредством электронной среды более оперативно и упрощенно, чем в традиционном обучении. Определены основные условия организации учебного процесса для обучающихся с инвалидностью.

Список литературы

1. Хаперская А.В., Минин М.Г. Искусственный интеллект как инструмент оценки компетенций в активных методах обучения старшего поколения и людей с ОВЗ на электронной платформе и помощь в их трудоустройстве: монография / Под науч. ред. Г.А. Барышевой. Томск: СГТ, 2021. 130 с.
2. Федькова Н.А., Исаев К.В. Яндекс Метрика – система веб-аналитики // Инновационное развитие предпринимательской деятельности региона: сборник статей международной научно-практической конференции. Брянск: Брянский институт управления и бизнеса, 2021. С. 31–37.
3. Manzoor M., Vimarlund V. Digital technologies for social inclusion of individuals with disabilities // Health and technology. 2018. Т. 8. С. 377–390.
4. Alamri A., Tyler-Wood T. Factors affecting learners with disabilities—instructor interaction in online learning // Journal of Special Education Technology. 2017. Т. 32. № 2. С. 59–69.
5. Габдулхаков В.Ф., Галимова Э.Г. Цифровая педагогика и геймификация образования в университетах // Образование и саморазвитие. 2014. № 4. С. 37–43.