

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,926
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,308

Журнал издается с 2003 г.
12 выпусков в год

Электронная версия журнала
Правила для авторов:

top-technologies.ru/ru
top-technologies.ru/ru/rules/index

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

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

Ответственный секретарь редакции

Бизенкова Мария Николаевна

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

«СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ» зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство ПИ № ФС 77 – 63399.

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатный.

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,926.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,308.

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ.

Учредитель, издательство и редакция:
ООО ИД «Академия Естествознания»

Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47

Адрес редакции и издателя: 440026, Пензенская область, г. Пенза, ул. Лермонтова, 3

Ответственный секретарь редакции
Бизенкова Мария Николаевна
тел. +7 (499) 705-72-30
E-mail: edition@rae.ru

Подписано в печать – 28.04.2023

Дата выхода номера – 31.05.2023

Формат 60×90 1/8

Типография

ООО «Научно-издательский центр Академия Естествознания»

410035, Саратовская область, г. Саратов, ул. Мамонтовой, 5

Техническая редакция и верстка

Доронкина Е.Н.

Корректор

Галенкина Е.С., Дудкина Н.А.

Способ печати – оперативный

Распространение по свободной цене

Усл. печ. л. 30,75

Тираж 1000 экз.

Заказ СНТ 2023/4

Подписной индекс в электронном каталоге «Почта России»: ПА037

© ООО ИД «Академия Естествознания»

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

ОБОСНОВАНИЕ ТОЛЩИНЫ ПЛИТЫ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО СТЕНДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СДВИГОВОГО УСИЛИЯ НА ОБЕТОНИРОВАННЫХ ТРУБОПРОВОДАХ <i>Алимов Д.С., Гогошилова Е.Р., Носенко В.А., Саразов А.В.</i>	9
НЕЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЛИНЕЙНЫЕ РЕГРЕССИИ С ЛИНЕЙНЫМИ КОМБИНАЦИЯМИ ПЕРЕМЕННЫХ В АРГУМЕНТАХ БИНАРНЫХ ОПЕРАЦИЙ <i>Базилевский М.П.</i>	14
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА ИНФОРМАЦИОННОГО СЕРВИСА ПРОФОРИЕНТАЦИИ АБИТУРИЕНТОВ СФУ <i>Безруких А.Д., Черепанов М.Д., Мельников В.А., Мельникова Е.В.</i>	19
АДГЕЗИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ НИТРИД-ТИТАНОВЫХ ПОКРЫТИЙ НА СТАЛИ 20Х13 <i>Бердибеков А.Т., Юров В.М., Доля А.В., Гученко С.А., Грузин В.В.</i>	28
ТЕХНОЛОГИЯ КЛАСТЕРИЗАЦИИ И ГЕНЕРАЦИИ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫХ ТОРГОВЫХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ПАССАЖИРСКИХ АВИАПЕРЕВОЗОК <i>Гордеев В.В., Столяров А.Д., Абрамов В.И.</i>	34
ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА АНАЛИЗА И ОБРАБОТКИ ПРАВОВОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ <i>Ермолатий Д.А., Быстров А.И.</i>	42
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МОДИФИЦИРОВАННОГО ЦЕЛОЧИСЛЕННОГО ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ХААРА В КОНЕЧНЫХ ПОЛЯХ <i>Калмыков И.А., Чистоусов Н.К., Духовный Д.В.</i>	49
НЕЙРОННЫЕ СЕТИ НА ТРЕХМЕРНЫХ МРТ-СНИМКАХ ГОЛОВНОГО МОЗГА: ПРЕДСКАЗАНИЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ И ГЕНДЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК С ПЕРЕНОСОМ ДОМЕНА ДАННЫХ В МОДЕЛЯХ ГЛУБИННОГО ОБУЧЕНИЯ <i>Куртис А.А., Талалаев М.В., Елисеев С.Н.</i>	54
РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЕМАНТИЧЕСКИМИ ДАННЫМИ, ОСНОВАННОЙ НА ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН <i>Олимпиев Н.В., Жукова Н.А.</i>	64
О СТАНДАРТИЗАЦИИ ПРОГРАММ ВЫЧИСЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛОВ НА ОСНОВЕ КУСОЧНОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ПОДЫНТЕГРАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ <i>Ромм Я.Е., Джанунц Г.А.</i>	71
МНОГОПОТОЧНАЯ УСТАНОВКА МИКРОПРОГРАММЫ НА ЭЛЕКТРОННУЮ ПЛАТУ ГАЗОВОГО СЧЕТЧИКА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММАТОРА J-LINK <i>Статусев А.А., Железцов С.Н., Первушкина Е.А.</i>	93
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ СТАЛЕРАЗЛИВОЧНОГО КОВША И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ТЕХНИКО- ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА <i>Харламов Д.А., Масягина Н.И.</i>	100

АДАПТИВНАЯ БАЛАНСИРОВКА СЕТЕВЫХ ЗАПРОСОВ НА БАЗЕ
ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА И WEIGHTED ROUND ROBIN

Шульман В.Д., Шабанов В.В., Максименко О.Е. 106

1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин

СТАТЬЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕСКОНТАКТНЫХ
ОПОР ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ РОТОРНЫХ СИСТЕМ

Хвостиков А.С. 113

Педагогические науки (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)

СТАТЬИ

ПОВЫШЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ЕДИНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Акимова И.В., Титова Е.И. 119

КОМПЛЕКСНАЯ АБИЛИТАЦИЯ ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ
ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И РИСКОМ РАЗВИТИЯ
ОГРАНИЧЕНИЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Алпатова Н.С., Долецкий А.Н., Алпатов М.А. 127

ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ И ПОНЯТИЙ
РЕЛЯТИВИСТСКОЙ МЕХАНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ИНТЕРАКТИВНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ

Баяндин Д.В. 132

ТЕХНОЛОГИЯ КОНТЕКСТНОГО ЦИФРОВОГО ОБУЧЕНИЯ
ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ СТУДЕНТОВ – БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ

Гильманишина С. И., Кулымбет Л.С., Сагитова Р.Н. 138

О КАЧЕСТВЕ ОБРАЗОВАНИЯ В ВУЗЕ: ВЗГЛЯД ОБУЧАЮЩИХСЯ

Демидько Е.В. 145

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРАВОВОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТОВ-
ДЕФЕКТОЛОГОВ В УСЛОВИЯХ МОДЕРНИЗАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Евтушенко И.В., Горский Б.Б., Воронкова В.В., Евтушенко А.И. 150

АКТУАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ ВЛАДЕНИЯ РУССКИМ ЯЗЫКОМ ИНОСТРАННЫМИ
СЛУШАТЕЛЯМИ ВЕДОМСТВЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
(НА ПРИМЕРЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ СИБЮИ МВД РОССИИ)

Зорина В.В. 155

ОБУЧЕНИЕ ШКОЛЬНИКОВ ВЫПОЛНЕНИЮ ЦИКЛИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ
ДЛЯ ИСПОЛНИТЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Козлов С.В., Быков А.А. 160

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ ПО ИНФОРМАТИКЕ С ПОМОЩЬЮ
ЦИФРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ПЕРЕВЕРНУТОГО ОБУЧЕНИЯ

Кормилицына Т.В., Пауткина О.И., Шестаков В.С. 166

ИСТОРИКО–КУЛЬТУРНАЯ ПОДГОТОВКА ШКОЛЬНИКОВ НА ЗАНЯТИЯХ БАЛЬНЫМИ ТАНЦАМИ <i>Латыпова Е.К., Ключова П.С.</i>	171
ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ В УСЛОВИЯХ БЫСТРО МЕНЯЮЩЕЙСЯ СРЕДЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: КОНСТРУКТИВИСТСКИЙ ПОДХОД <i>Мельник Н.М.</i>	179
ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ УРОКОВ «ФАНТАЗИИ» КАК СРЕДСТВО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО САМОРАЗВИТИЯ БУДУЩЕГО ПЕДАГОГА НАЧАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ <i>Микерова Г.Ж.</i>	184
РАЗРАБОТКА ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ К ИННОВАЦИОННОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ В ПРОЕКТНО-ДЕЯТЕЛЬНОСТНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ <i>Наушкин Н.И., Глушко Д.Е., Абушаева З.Х.</i>	189
ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА ФИЗИКИ ИНОСТРАННЫМ СТУДЕНТАМ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ <i>Панюшкин Н.Н., Евсикова Н.Ю., Бирюкова И.П.</i>	195
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ГОТОВНОСТИ ПЕДАГОГА К ОБЕСПЕЧЕНИЮ СОЦИАЛЬНОЙ ИНКЛЮЗИИ РЕБЕНКА С ОВЗ <i>Скалозуб Н.В., Блинов Л.В.</i>	200
СОДЕРЖАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СУБЪЕКТОВ РЕГИОНАЛЬНОГО КЛАСТЕРА ПО ФОРМИРОВАНИЮ КУЛЬТУРЫ ЗДОРОВЬЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ <i>Федоров В.А., Чедов К.В.</i>	206
ИССЛЕДОВАНИЕ САМООЦЕНКИ ГОТОВНОСТИ БУДУЩИХ БАКАЛАВРОВ К ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СИСТЕМЕ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ <i>Фиалко А.И.</i>	211
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ БУДУЩЕЕ В ПРЕДСТАВЛЕНИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ НАКАНУНЕ ВЫБОРА ПРОФЕССИИ <i>Чебровская С.В.</i>	218
РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА <i>Черпакова Н.А., Старовойт А.Н.</i>	224
СОПРОВОЖДЕНИЕ СЕМЬИ НЕГОВОРЯЩЕГО РЕБЕНКА РАННЕГО ВОЗРАСТА В ДОШКОЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ <i>Шереметьева Е.В., Скрипникова О.Т., Носачева С.Б.</i>	229
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВИЗУАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ВУЗА <i>Шорина Т.В.</i>	234
ОБЗОР	
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ СОВРЕМЕННОГО МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА И СПЕЦИФИКА ЕГО ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ <i>Махонько М.Н., Шкробова Н.В., Шарипов Д.Г., Шелехова Т.В.</i>	240

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

JUSTIFICATION OF THE PLATE THICKNESS OF THE UPGRADED BENCH EQUIPMENT FOR DETERMINING THE SHEAR FORCE ON THE OBETONATED PIPELINES <i>Alimov D.S., Gonoshilova E.R., Nosenko V.A., Sarazov A.V.</i>	9
NON-ELEMENTARY LINEAR REGRESSIONS WITH LINEAR COMBINATIONS OF VARIABLES IN THE ARGUMENTS OF BINARY OPERATIONS <i>Bazilevskiy M.P.</i>	14
DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SERVICE SOFTWARE PROJECT FOR VOCATIONAL GUIDANCE OF SFU APPLICANTS <i>Bezrukikh A.D., Cherepanov M.D., Melnikov V.A., Melnikova E.V.</i>	19
ADHESION STRENGTH OF TITANIUM NITRIDE COATINGS ON STEEL 20X13 <i>Berdibekov A.T., Yurov V.M., Dolya A.V., Guchenko S.A., Gruzin V.V.</i>	28
INNOVATIVE TEHCNOLOGY FOR GENERATION OF PERSONALIZED OFFERS FOR AIR COMPANY PASSENGERS <i>Gordeev V.V., Stolyarov A.D., Abramov V.I.</i>	34
MPROVING THE QUALITY OF ANALYSIS AND PROCESSING OF LEGAL INFORMATION BASED ON THE USE OF MACHINE LEARNING METHODS <i>Ermolatiy D.A., Bystrov A.I.</i>	42
MATHEMATICAL MODEL OF THE MODIFIED INTEGER HAAR WAVELET TRANSFORM IN FINITE FIELDS <i>Kalmykov I.A., Chistousov N.K., Dukhovnyy D.V.</i>	49
NEURAL NETWORKS ON 3D BRAIN MRI: DEMOGRAPHIC AND GENDER PREDICTION WITH DOMAIN TRANSFER IN DEEP LEARNING MODELS <i>Kurtis A.A., Talalaev M.V., Eliseev S.N.</i>	54
DEVELOPMENT OF THE ARCHITECTURE OF A SEMANTIC DATA MANAGEMENT SYSTEM BASED ON BLOCKCHAIN TECHNOLOGY <i>Olimpiev N.V., Zhukova N.A.</i>	64
ON STANDARDIZATION OF INTEGRAL CALCULATION PROGRAMS BASED ON PIECEWISE INTERPOLATION OF INTEGRAND FUNCTIONS <i>Romm Ya.E., Dzhanunts G.A.</i>	71
MULTITHREADED INSTALLATION OF THE FIRMWARE ON THE ELECTRONIC BOARD OF THE GAS METER USING THE J-LINK PROGRAMMER <i>Statuev A.A., Zheleztsov S.N., Pervushkina E.A.</i>	93
MATHEMATICAL MODELING OF THE THERMAL STATE OF THE STEEL LADLE AND ITS INFLUENCE ON THE TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS OF PRODUCTION <i>Kharlamov D.A., Masyagina N.I.</i>	100
ADAPTIVE BALANCING OF NETWORK REQUESTS BASED ON A GENETIC ALGORITHM AND WEIGHTED ROUND ROBIN <i>Shulman V.D., Shabanov V.V., Maksimenko O.E.</i>	106

1.1.7. Theoretical mechanics, machine dynamics
ARTICLE
**INVESTIGATION OF DYNAMIC CHARACTERISTICS
OF CONTACTLESS SUPPORTS OF HIGH-SPEED ROTARY SYSTEMS**
Khvostikov A.S. 113

Pedagogical sciences (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)
ARTICLES
**IMPROVING THE REGIONAL RESULTS OF THE UNIFIED STATE EXAM
BASED ON THE USE OF DISTANCE LEARNING TECHNOLOGIES**
Akimova I.V., Titova E.I. 119

**COMPREHENSIVE HABILITATION OF CHILDREN WITH DISABILITIES
AND THE RISK OF DEVELOPING DISABILITIES**
Alpatova N.S., Doletskii A.N., Alpatov M.A. 127

**FORMATION OF CONCEPTS AND IDEAS OF RELATIVISTIC MECHANICS
USING INTERACTIVE COMPUTER MODELS**
Bayandin D.V. 132

**TECHNOLOGY OF CONTEXT DIGITAL LEARNING OF ORGANIC CHEMISTRY
FOR STUDENTS – FUTURE TEACHERS**
Gilmanshina S.I., Kulymbet L.S., Sagitova R.N. 138

**ABOUT THE QUALITY OF EDUCATION AT THE UNIVERSITY:
THE STUDENT'S VIEW**
Demidko E.V. 145

**PECULIARITIES OF THE FORMATION OF LEGAL CULTURE
OF STUDENTS OF SPECIAL PEDAGOGERS IN CONDITIONS
OF MODERNIZATION OF HIGHER EDUCATION**
Evtushenko I.V., Gorskin B.B., Voronkova V.V., Evtushenko A.I. 150

**THE CURRENT LEVEL OF RUSSIAN LANGUAGE PROFICIENCY
BY FOREIGN STUDENTS OF DEPARTMENTAL EDUCATIONAL
ORGANIZATIONS (ON THE EXAMPLE OF STUDENTS OF THE SIBYU
OF THE MINISTRY OF INTERNAL AFFAIRS OF RUSSIA)**
Zorina V.V. 155

**TEACHING SCHOOLCHILDREN TO EXECUTE CYCLIC ALGORITHMS
FOR THE CONTRACTOR WITH THE HELP OF PROGRAMMING SYSTEMS**
Kozlov S.V., Bykov A.A. 160

**FEATURES OF THE ORGANIZATION OF INDEPENDENT WORK
AND CONTROL OF STUDENTS' KNOWLEDGE ON INFORMATICS
WITH THE HELP OF DIGITAL INSTRUMENTS OF FLIPPED LEARNING**
Kormilitsyna T.V., Pautkina O.I., Shestakov V.S. 166

**HISTORICAL AND CULTURAL TRAINING OF SCHOOL CHILDREN STUDYING
BALLROOM DANCING**
Latypova E.K., Klyusova P.S. 171

PROFESSIONAL DEVELOPMENT IN RAPIDLY CHANGING PROFESSIONAL ENVIRONMENT: CONSTRUCTIVISM APPROACH <i>Melnik N.M.</i>	179
PREPARATION FOR LESSONS “FANTASY” AS A MEANS OF PROFESSIONAL SELF-DEVELOPMENT OF THE FUTURE TEACHER OF PRIMARY EDUCATION <i>Mikerova G.Zh.</i>	184
DEVELOPMENT OF A PEDAGOGICAL MODEL FOR PREPARING UNIVERSITY STUDENTS FOR INNOVATIVE ENGINEERING ACTIVITY WHEN LEARNING IN A PROJECT-ACTIVITY EDUCATIONAL ENVIRONMENT <i>Naumkin N.I., Glushko D.E., Abushaeva Z.Kh.</i>	189
ORGANIZATIONAL AND METHODOLOGICAL SPECIFICITIES OF TEACHING PHYSICS FOR FOREIGN STUDENTS IN ENGLISH <i>Panyushkin N.N., Evsikova N.Yu., Biryukova I.P.</i>	195
THEORETICAL MODEL OF FORMATION OF TEACHER’S READINESS TO ENSURE SOCIAL INCLUSION OF A CHILD WITH DISABILITIES <i>Skalozub N.V., Blinov L.V.</i>	200
THE CONTENT OF THE REGIONAL CLUSTER SUBJECTS’ ACTIVITIES TO CREATE A CULTURE OF HEALTH OF STUDENTS <i>Fedorov V.A., Chedov K.V.</i>	206
STUDY OF THE SELF-ASSESSMENT OF THE READINESS OF FUTURE BACHELORS TO PEDAGOGICAL ACTIVITY IN THE SYSTEM OF SECONDARY VOCATIONAL EDUCATION <i>Fialko A.I.</i>	211
PROFESSIONAL FUTURE AS STUDENTS VIEW WITH DISABILITIES ON THE EVE OF CHOOSING A PROFESSION <i>Chebrovskaya S.V.</i>	218
DEVELOPMENT AND USE OF A DIGITAL EDUCATIONAL PLATFORM TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF THE EDUCATIONAL PROCESS <i>Cherpakova N.A., Starovoit A.N.</i>	224
ACCOMPANYING THE FAMILY OF A NON-SPEAKING YOUNG CHILD IN A PRESCHOOL EDUCATIONAL ORGANIZATION <i>Sheremeteva E.V., Skripnikova O.T., Nosacheva S.B.</i>	229
THEORETICAL SUBSTANTIATION OF VISUAL COMPONENT OF THE INFORMATION EDUCATIONAL RESOURCES OF UNIVERSITY <i>Shorina T.V.</i>	234
REVIEW	
A TEACHER OF A MODERN MEDICAL UNIVERSITY AND THE SPECIFICS OF HIS PEDAGOGICAL ACTIVITY <i>Makhonko M.N., Shkrobova N.V., Sharipov D.G., Shelekhova T.V.</i>	240

СТАТЬИ

УДК 621.77.08

**ОБОСНОВАНИЕ ТОЛЩИНЫ ПЛИТЫ
МОДЕРНИЗИРОВАННОГО СТЕНДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СДВИГОВОГО УСИЛИЯ
НА ОБЕТОНИРОВАННЫХ ТРУБОПРОВОДАХ**¹Алимов Д.С., ²Гоншилова Е.Р., ²Носенко В.А., ²Саразов А.В.¹ООО «Трубопроводные покрытия и технологии», Волжский;²Волжский политехнический институт, филиал ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волжский, e-mail: katerina_gonoshilova@mail.ru

На территории ООО «Трубопроводные покрытия и технологии» находится аттестованное испытательное оборудование, в том числе стенд для определения сдвигового усилия относительно антикоррозионного покрытия трубопровода. Рассмотрены недостатки старого оборудования и отличительные особенности новой конструкции. Проведен анализ действующего стендового оборудования, его работоспособности и возможности использования на меньших типоразмерах трубопроводов. В настоящее время стендовое оборудование требует изменений, так как действующий стенд не предназначен для проведения аттестационных стендовых испытаний для труб диаметром менее 750 мм, в связи с чем возникла необходимость разработки нового стенда. По нуждам ООО «Трубопроводные покрытия и технологии» разработана новая конструкция стенда, позволяющая проводить аттестационные квалификационные испытания на трубопроводах для определения сдвигового усилия бетонного покрытия. С целью определения оптимальной толщины для проведения испытаний в новом разработанном оборудовании исследован сравнительный анализ напряжений по коэффициенту запаса прочности на прижимных пластинах. Сравнительный анализ проводился при помощи САД-системы Компас-3D приложения для изучения прочностного анализа АРМ-FEM методом конечных элементов. Рассмотрена методика проведения испытаний. Выявлена оптимальная толщина для проведения стендовых испытаний, удовлетворяющая специальным техническим условиям ООО «Трубопроводные покрытия и технологии».

Ключевые слова: обетонированный трубопровод, стендовое оборудование, метод конечных элементов, прижимные вставки, испытания, коэффициент запаса прочности

**JUSTIFICATION OF THE PLATE THICKNESS OF THE UPGRADED
BENCH EQUIPMENT FOR DETERMINING THE SHEAR FORCE
ON THE OBETONATED PIPELINES**¹Alimov D.S., ²Gonoshilova E.R., ²Nosenko V.A., ²Sarazov A.V.¹LLP "Pipeline coatings and technologies", Volzhskiy;²Volzhsky Polytechnic Institute (branch) Volgograd State Technical University, Volzhskiy, e-mail: katerina_gonoshilova@mail.ru

There is certified test equipment on the territory of LLC "Truboprovodnye oborudovaniye i tekhnologii", among which there is a bench for determination of shear force relative to anticorrosive coating of pipelines. The disadvantages of old equipment and distinctive features of new design are considered. The analysis of the operating test bench equipment, its serviceability and possibility of its use at the smaller dimension types of pipelines is carried out. At the present moment the stand equipment requires changes as the operating stand is not intended for certification stand tests for pipes with diameter less than 750 mm and in this connection there is a necessity of development of a new stand. According to the needs of LLC "Pipeline Coatings and Technologies" a new design of the stand was developed which allows to carry out the qualification tests on pipelines to determine the shear force of concrete coating. In order to determine the optimum thickness for testing in the newly developed equipment, a comparative stress analysis was carried out on the coefficient of safety margin on the clamping plates. The comparative analysis was performed using the CAD-system Compass-3D application for strength analysis АРМ-FEM by the finite element method. The test methodology was considered. The optimum thickness for bench tests, satisfying special specifications of Pipeline Coatings and Technologies LLC, has been revealed.

Keywords: obetonated pipeline, bench equipment, finite element method, clamping inserts, tests, safety factor

Магистральные трубопроводы относятся к стратегическим объектам, поэтому обеспечение безопасности является обязательным условием их эксплуатации. В первую очередь это относится к подводной части трубопроводов, повреждения которых могут привести к катастрофическим последствиям. Для обеспечения защиты

от механических повреждений наружную поверхность трубопровода покрывают специальным бетонным слоем [1]. На обводненной и заболоченной местности укладывают трубы со сплошным армированным бетонным покрытием [2].

Утяжеляющее бетонное покрытие представляет собой тщательно сбалансирован-

ную смесь, наносимую на стальные трубы, предназначенные для строительства газопровода. Обетонирование увеличивает массу каждой трубы, что необходимо для придания газопроводу устойчивости на морском дне и обеспечивает механическую защиту от внешних воздействий [3]. Обетонированный трубопровод должен соответствовать системе стандартизации ОАО «Газпром» [4]. Бетонное покрытие защищает антикоррозионную изоляцию и трубопровод в период строительства и эксплуатации, позволяет протаскивать трубопровод по любым типам спусковых дорожек и грунтам с полной гарантией сохранения изоляции и т.д. Для проверки качества бетонного покрытия обетонированные трубы испытывают на специальных стендах. Например, создан стенд для проверки качества бетонного покрытия при изгибе трубы с покрытием на заданный радиус [5]. При укладке обетонированного трубопровода в траншею методом протаскивания внутренние напряжения в металле не должны превышать предельных значений [6].

В ходе испытания объекты и их элементы подвергаются нагрузкам, сопоставимым либо превышающим нагрузки в реальных условиях. Это позволяет определить несущую способность конструкции, проверить изделия на прочность и долговечность, выявить скрытые конструктивные недостатки, определить показатели изношенности и усталости. Объектом испытаний является продукция, подвергаемая испытаниям. Основная цель испытаний – получение объективной достоверной информации:

1) о фактических значениях показателей качества продукции;

2) о соответствии полученных значений показателей качества продукции требованиям нормативно-технической и технической документации.

Для испытания покрытия труб больших диаметров на ударные и сдвиговые нагрузки ООО «Трубопроводные покрытия и технологии» использует специальный стенд, разработанный ВНИИТМАШ [7]. В процессе испытания объекты и их элементы подвергаются нагрузкам, сопоставимым либо превышающим нагрузки в реальных условиях. Испытания на стенде позволяют определить несущую способность конструкции, проверить изделия на прочность и долговечность, выявить скрытые конструктивные недостатки. Одним из основных испытаний бетона на прочность является величина сопротивления сдвигу. Сущность испытания заключается в определении величины сопротивления сдвигу бетонного покрытия

относительно наружного антикоррозионного покрытия трубы. Сопротивление сдвигу – сдвигающее усилие, вызывающее максимальную деформацию сдвига без нарушения сплошности испытуемой трубы, оно должно составлять не менее 1,0 МПа. Одним из недостатков данного стенда является распределение нагрузки на две противоположные стороны обетонированной части трубопровода. При повреждении торца бетонного покрытия необходимо вырезать покрытие в другой части трубы, что исключает возможность дальнейшего использования трубопроводов.

Наиболее нагруженным элементом стенда является стальная плита, передающая усилия от гидроцилиндров на торцевую поверхность бетонного покрытия. Обязательным условием ее работы является отсутствие пластических деформаций под воздействием прикладываемых усилий. Плита является сменным элементом конструкции, ее размеры определяются диаметром испытуемой трубы.

Целью работы является определение оптимальной толщины прижимной пластины модернизированного испытательного стенда для трубы диаметром 750 мм.

Задачи:

– Проанализировать недостатки имеющегося оборудования и разработать стенд для определения сдвигового усилия без повреждения фаски трубы на трубах диаметром 750 мм.

– При помощи САД-систем произвести расчет напряжений, возникающих на деталях оборудования во время подачи давления и определить оптимальную толщину прижимных пластин по максимальным напряжениям методом конечных элементов.

Материалы и методы исследования

Для установки испытательного стенда в обетонированном трубопроводе удаляют часть бетонного покрытия (рис. 1). После установки создают начальное давление в гидроцилиндрах стенда и поднимают его ступенчато до 1 МПа. Время выдержки на каждой ступени составляет 1 мин. Если время выдержки на последней ступени не установлено в нормативной документации на изделие, его принимают равным 5 мин.

В связи с недостатками, отмеченными в литературном обзоре, разработана новая конструкция стенда (рис. 2). Нагрузка на модернизированном стенде действует только на одну сторону бетонного покрытия, в данном случае правую, что позволяет при необходимости провести повторные испытания на левом конце трубопровода.

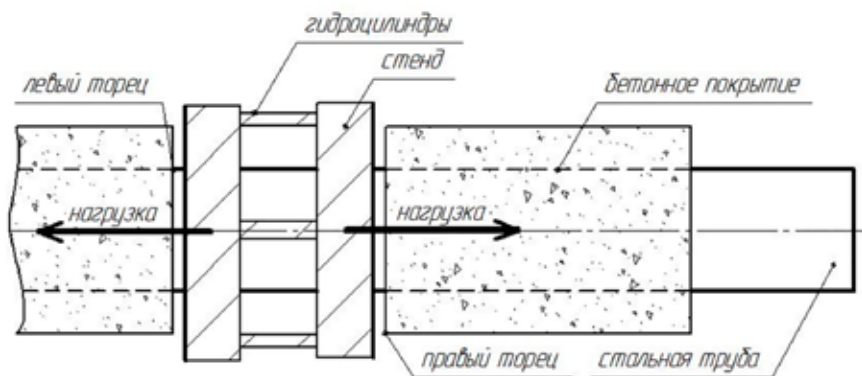


Рис. 1. Схема испытательного стенда с двусторонней опорой на торцы бетонного покрытия

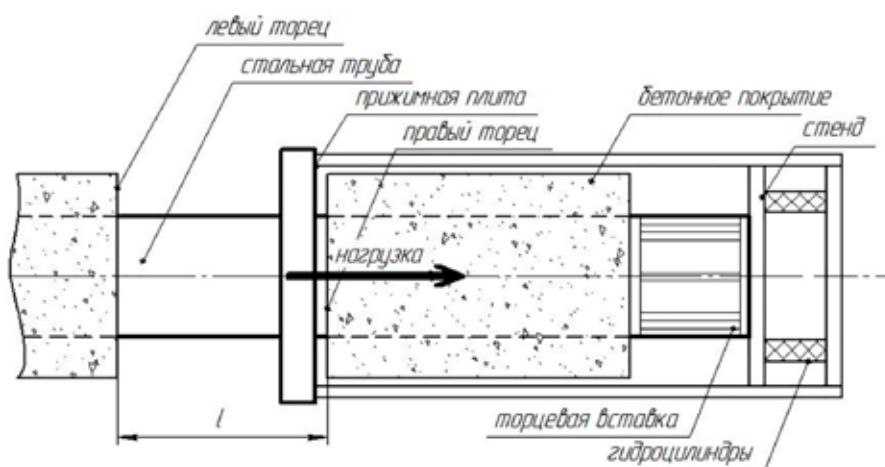


Рис. 2. Схема испытательного стенда с опорой в торец трубы

При проведении испытаний из партии труб случайным образом выбирают одну для проведения стендовых испытаний. На обетонированной трубе вырезают участок бетона до антикоррозионного покрытия длиной l не менее наружного диаметра трубы. Торцевая вставка (рис. 2) служит опорой трубы при монтаже на испытательном стенде. Стенд закрепляют на трубе и проводят испытания. Отличительной особенностью новой разработанной конструкции является место приложения опорной нагрузки, которая действует на фаску трубы, а не левый торец бетонного покрытия (рис. 1), что позволяет повторно провести испытания на обетонированном трубопроводе. Повторные испытания на определение сдвигового усилия проводятся в случае, если во время испытаний бетонное покрытие не выдержало приложенных нагрузок. Тогда на противоположной стороне трубы вырезается еще один участок и проводится испытание для подтверждения или опровержения полученных ранее результатов.

Торцевая поверхность сдвигаемого участка бетонного покрытия, прилегающая к устройству сдвига, должна быть ровной. Допустимое отклонение от параллельности сдвигаемого участка относительно прилегающих поверхностей устройства сдвига не более 4 мм.

После того, как подготовлен сдвиговой участок, трубу укладывают на опоры. На подготовленном участке трубы монтируют испытательный стенд, проверяют работоспособность оборудования и начинают испытательный процесс. Давление на прижимную плиту, соответственно, на торцевую часть обетонированного, как и ранее, поднимают ступенчато до расчетного значения с выдержкой на каждом этапе в течение 1 мин. Наружное бетонное покрытие считают соответствующим требованиям, если после 5 мин выдержки при заданном давлении не произошло разрушения и сдвига испытываемого участка наружного бетонного покрытия относительно антикоррозионного покрытия.

Результаты исследования и их обсуждение

Определение толщины раздвижной плиты

Основными показателями при прочностном анализе статического расчета является коэффициент запаса по пределу текучести. Коэффициент запаса – величина, показывающая способность конструкции выдерживать прилагаемые к ней нагрузки выше расчетных. Наличие запаса прочности обеспечивает дополнительную надежность конструкции.

Расчет выполнен методом конечных элементов с использованием программного обеспечения (Компас-3D) приложения АРМ FEM, которое предназначено для выполнения экспресс-расчетов твердотельных объектов в системе КОМПАС-3D и визуализации результатов этих расчетов. При помощи программы для трехмерного моделирования Компас-3D машиностроительного приложения АРМ FEM необходимо произвести расчет сдвиговых усилий и сделать вывод о полученных результатах. Перед расчетом задают материалы для трубы и бетонного покрытия, устанавливают неподвижное

закрепление трубы и скользящий контакт между трубой и бетонным покрытием. Подают максимальную силу с учетом коэффициента запаса прочности (стандартная величина давления 1 МПа). По требованию заказчика возможно увеличение стандартного давления до 1,5 МПа.

Условия расчетов: закрепить трубу в качестве неподвижной опоры; приложить удельную силу по площади прижимных пластин; задать совпадающие поверхности: труба – бетонное покрытие; бетонное покрытие – прижимные пластины; сгенерировать КЭ-сетку (размер сетки – 10-узловые тетраэдры с максимальной длиной стороны элемента 25 мм; задать материалы трубы и бетонного покрытия: труба – сталь марки 45, бетонное покрытие – бетон; прижимные пластины – сталь марки 3 полуспокойная).

С целью экономии затрат на производство прижимных пластин и снижения массы оборудования определение коэффициента запаса прочности начинаем для прижимной пластины толщиной 30 мм с последующим увеличением толщины на 10 мм. Базовую величину допустимого давления принимаем равным 1,5 МПа.

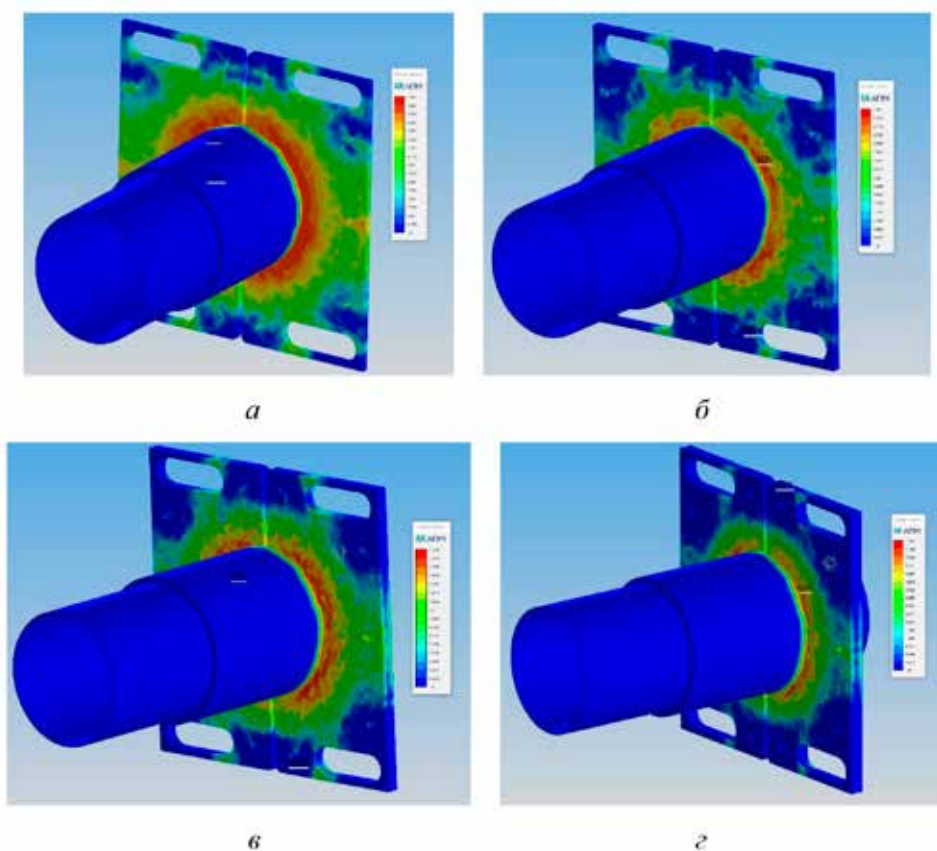


Рис. 3. Шкала напряжения по коэффициенту запаса на прижимных плитах различной толщины: а – 30 мм; б – 40 мм; в – 50 мм; г – 60 мм

Для сравнения полученных результатов отверстия в зоне крепления тяг не учитываем, так как в процессе проведения испытаний основную нагрузку воспринимает на себя зона контакта прижимных пластин с бетонным покрытием. Коэффициент запаса прочности плиты толщиной 30 мм равен 0,6 (рис. 3, а), что не удовлетворяет требованиям. С увеличением толщины плиты до 40 мм коэффициент запаса прочности возрастает до 1,06 (рис. 3, б). Как показал опыт эксплуатации стенда, представленного на рис. 1, после нескольких испытаний раздвижные плиты постепенно деформируются и их приходится заменять. Поэтому считаем, что коэффициент запаса прочности, равный 1,06, не удовлетворяет требованиям.

В связи с этим толщину плит увеличили до 50 мм (рис. 3, в). Коэффициент запаса прочности на прижимной пластине возрос до 1,289, что существенно повысило эксплуатационную надежность работы испытательного стенда. На случай приложения больших нагрузок по требованию заказчика, проверили прижимную пластину толщиной 60 мм. На рис. 3, г, представлены результаты расчета. Коэффициент запаса прочности возрос до 1,58, что позволяет производить испытания при давлении более 1,5 МПа.

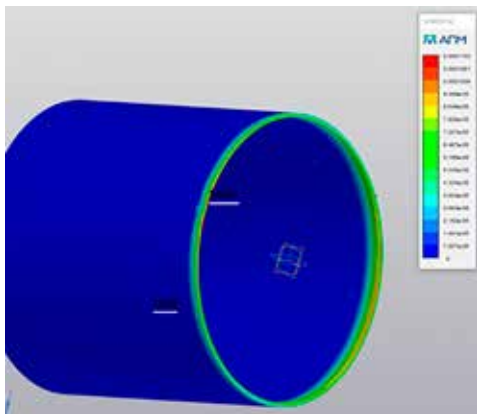


Рис. 4. Напряжения на фаске трубы

По условиям ООО «Трубопроводные покрытия и технологии» оптимальной для проведения испытаний принята прижимная пластина толщиной 50 мм.

В целях исключения смятия торца трубы при проведении стендовых испытаний выполнен расчет напряжений в зоне контакта трубы с упорной плитой (рис. 4). Установ-

лено, что фаска трубы выдерживает напряжение до 2 МПа, что не потребует ремонта после проведения стендовых испытаний и позволит использовать трубу для сварки трубной плети.

Заключение

Для нужд ООО «Трубопроводные покрытия и технологии» разработана новая конструкция стенда, позволяющая проводить аттестационные квалификационные испытания на обетонированных магистральных трубопроводах по определению сдвигового усилия бетонного покрытия. Разработанный стенд с прижимной плитой толщиной 50 мм по значениям коэффициента запаса прочности позволяет проводить испытания при базовом давлении 1,5 МПа. С увеличением толщины пластины до 60 мм появляется возможность проводить испытания со сдвиговой нагрузкой более 1,5 МПа без повреждения оборудования. Новая конструкция гарантирует сохранность торца трубы бетонного покрытия. Стенд принят к эксплуатации на ООО «Трубопроводные покрытия и технологии».

Список литературы

1. Метод набрызга от компании «Трубопроводные покрытия и технологии»: защита и надежность. [Электронный ресурс]. URL: www.neftegaz.ru/science/Oborudovanie-uslugi-materialy/331466-metod-nabryzga-ot-kompanii-truboprovodnyye-pokrytiya-i-tehnologii-zashchita-i-nadezhnost/ (дата обращения: 14.02.2023).
2. Великоднев В.Я., Митрохин М.Ю., Погребняков П.В., Котишевский Г.В., Подвойский А.О. К вопросу о применении обетонированных труб при сооружении подводных переходов // Обеспечение прочности и надежности трубопроводов из обетонированных труб. 2018. № 1 (65). С. 12–17.
3. Общая информация: Обетонирование и логистика Nord Stream 2 AG | апрель 2018 г. [Электронный ресурс]. URL: www.nord-stream2.com/media/documents/pdf/ru/2019/07/background-coating-logistics-ru-201804.pdf (дата обращения: 14.02.2023).
4. Ремонт и строительство магистральных газопроводов в обводненной и заболоченной местности, на подводных переходах с применением обетонированных труб: СТО Газпром 2-2.2-334-2009: издание официальное. М.: ОАО «Газпром» [и др.], 2009. VI. 46 с.
5. Маянц Ю.А., Ширяпов Д.И., Алихашкин А.С. Разработка стенда для испытания обетонированных труб // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2018. Т. 8. № 4. С. 368–376. DOI: 10.28999/2541-9595-2018-8-4-368-376.
6. Филатов А.А., Дьячков М.К. Определение сил сопротивления при протаскивании обетонированного трубопровода в подводной траншее // Территория Нефтегаз. 2016. № 9. С. 108–113.
7. ВНИИТМАШ. [Электронный ресурс]. URL: www.vniitmash.ru/news/content/1433836806.html (дата обращения: 22.01.2023).

УДК 519.862.6

НЕЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЛИНЕЙНЫЕ РЕГРЕССИИ С ЛИНЕЙНЫМИ КОМБИНАЦИЯМИ ПЕРЕМЕННЫХ В АРГУМЕНТАХ БИНАРНЫХ ОПЕРАЦИЙ

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

Статья посвящена разработке новой спецификации регрессионных моделей. Рассмотрены известные неэлементарные линейные регрессии, содержащие в качестве регрессоров как объясняющие переменные, так и все возможные их парные комбинации, преобразованные с помощью бинарных операций \min и \max . Путём последовательной трансформации известной функции Леонтьева сформулированы неэлементарные линейные регрессии с линейными комбинациями переменных в аргументах бинарных операций. Предложенные модели обобщают известные неэлементарные линейные регрессии. Они содержат ещё большее количество неизвестных параметров, что делает их весьма гибким инструментом регрессионного моделирования. Разработан алгоритм их численного оценивания с помощью метода наименьших квадратов. Его ключевой этап состоит в формировании областей возможных значений параметров из бинарных операций. Показано, как формировать такие области. Решена задача моделирования сельскохозяйственной продукции в Республике Бурятия по ежегодным статистическим данным за период с 2000 по 2021 год. Объясняющими переменными для этого выбраны урожайность овощей, производство скота и птицы на убой и надой молока на одну корову в сельскохозяйственных организациях. Построена высокоточная неэлементарная линейная регрессия с величиной коэффициента детерминации, равной 0,9755. Дана её интерпретация.

Ключевые слова: неэлементарная линейная регрессия, метод наименьших квадратов, бинарная операция, функция Леонтьева, линейная комбинация, интерпретация, продукция сельского хозяйства

NON-ELEMENTARY LINEAR REGRESSIONS WITH LINEAR COMBINATIONS OF VARIABLES IN THE ARGUMENTS OF BINARY OPERATIONS

Bazilevskiy M.P.*Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: mik2178@yandex.ru*

This article is devoted to the development of a new regression models specification. The well-known non-elementary linear regressions are considered, containing as regressors both explanatory variables and all their possible pair combinations, transformed using binary operations \min and \max . By sequential transformation of the known Leontief function, non-elementary linear regressions with linear combinations of variables in the arguments of binary operations are formulated. The proposed models generalize known non-elementary linear regressions. They contain even more unknown parameters, which makes them a very flexible tool for regression modeling. An algorithm for their numerical estimation using the ordinary least squares method has been developed. Its key step is to form the ranges of possible parameter values from binary operations. It is shown how to form such areas. The problem of modeling agricultural products in the Republic of Buryatia based on annual statistical data for the period from 2000 to 2021 has been solved. The explanatory variables for this are the yield of vegetables, the production of livestock and poultry for slaughter, and the milk yield per cow in agricultural organizations. A high-precision non-elementary linear regression was constructed with the value of the coefficient of determination equal to 0.9755. Its interpretation is given.

Keywords: non-elementary linear regression, ordinary least squares, binary operation, Leontief function, linear combination, interpretation, agricultural output

Регрессионный анализ в настоящее время успешно применяется для решения широкого круга различных прикладных задач (см., например, [1-3]). А запас методов регрессионного анализа постоянно расширяется – появляются новые спецификации регрессионных моделей, методы их оценивания и критерии адекватности. Так, в работе [4] впервые была введена неэлементарная линейная регрессия (НЛР), регрессорами в которой выступают как объясняющие переменные, так и все возможные комбинации их пар, преобразованные с помощью бинарных операций \min и \max . В той же работе предложен алгоритм их приближенного оценивания с помощью

метода наименьших квадратов (МНК). В [5] рассмотрены некоторые стратегии построения НЛР, основанные на переборных процедурах. А в [6] задача выбора оптимальной структуры НЛР сведена к задаче частично-булевого линейного программирования. До сегодняшнего дня рассматривались лишь НЛР, содержащие в каждом аргументе бинарной операции только одну объясняющую переменную.

Цель исследования состоит в формализации новой спецификации НЛР, разработке алгоритма её МНК-оценивания и решении задачи моделирования сельскохозяйственной продукции в Республике Бурятия.

Материал и методы исследования

НЛР с бинарными операциями \min и \max , впервые введенная в [6], имеет следующий вид:

$$y_i = \alpha_0 + \sum_{j=1}^l \alpha_j x_{ij} + \sum_{j=1}^p \alpha_j^{\min} \min \{x_{i,\mu_{j1}}, k_j^{\min} x_{i,\mu_{j2}}\} + \sum_{j=1}^p \alpha_j^{\max} \max \{x_{i,\mu_{j1}}, k_j^{\max} x_{i,\mu_{j2}}\} + \varepsilon_i \quad i = \overline{1, n}, \quad (1)$$

где n – объем выборки; l – число входных переменных; y_i – i -е значение выходной переменной; x_{ij} – i -е значение j -й входной переменной; \min (\max) – бинарные операции, возвращающие минимум (максимум) двух чисел; $p = C_l^2$ – число всех возможных комбинаций пар входных переменных; $\mu_{j1}, \mu_{j2}, j = 1, p$ – элементы первого и второго столбца матрицы M размера $p \times 2$, содержащей по строкам в лексикографическом порядке индексы всех возможных комбинаций пар входных переменных; $\alpha_j, j = 0, l, \alpha_j^{\min}, \alpha_j^{\max}, k_j^{\min}, k_j^{\max}, j = 1, p$ – известные параметры; ε_i – i -я ошибка аппроксимации.

Для обобщения модели (1) рассмотрим часто применяемую в экономике производственную функцию Леонтьева [7]:

$$y_i = \min \{ \alpha_1 x_{i1}, \alpha_2 x_{i2}, \dots, \alpha_l x_{il} \} + \varepsilon_i, \quad i = \overline{1, n}. \quad (2)$$

Модель (2) можно обобщить, используя в аргументах операции \min линейные комбинации объясняющих переменных:

$$y_i = \min \left\{ \sum_{j=1}^l \alpha_j^1 x_{ij}, \sum_{j=1}^l \alpha_j^2 x_{ij}, \dots, \sum_{j=1}^l \alpha_j^l x_{ij} \right\} + \varepsilon_i, \quad i = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Аргументы в модели (3) естественным образом должны быть различны, т.е. в них не должно быть одинаковых линейных комбинаций объясняющих переменных. Также в регрессии (3) каждый аргумент должен срабатывать хотя бы 1 раз.

Пусть операция \min в (3) является бинарной, т.е. содержит 2 аргумента. Тогда модель (3) примет вид:

$$y_i = \min \left\{ \sum_{j=1}^l \alpha_j^1 x_{ij}, \sum_{j=1}^l \alpha_j^2 x_{ij} \right\} + \varepsilon_i, \quad i = \overline{1, n}. \quad (4)$$

Для (4) будем считать, что $x_{ij} > 0, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, l}$, а все объясняющие переменные коррелируют с y с одинаковым знаком, т.е. оценки параметров $\alpha_j^1, \alpha_j^2, j = 1, l$ либо только положительны, либо только отрицательны. Тогда за знак операции \min в (4) можно вынести общий множитель:

$$y_i = \alpha_1 \min \left\{ x_{i1} + \sum_{j=2}^l \kappa_j x_{ij}, \sum_{j=1}^l k_j x_{ij} \right\} + \varepsilon_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad (5)$$

где $\kappa_j, j = \overline{2, l}, k_j, j = \overline{1, l}$ – неизвестные положительные параметры.

Добавим в модель (5) свободный член α_0 :

$$y_i = \alpha_0 + \alpha_1 \min \left\{ x_{i1} + \sum_{j=2}^l \kappa_j x_{ij}, \sum_{j=1}^l k_j x_{ij} \right\} + \varepsilon_i, \quad i = \overline{1, n}. \quad (6)$$

Приближенно найти МНК-оценки модели (6) можно по следующему алгоритму.

Найти область D возможных значений параметров $\kappa_j, j = 2, l, k_j, j = 1, l$.

Разбивая область D точками, определить для каждой из них МНК-оценки параметров α_0 и α_1 модели (6).

Выбрать оценки, для которых сумма квадратов остатков минимальна.

Область D идентифицируется по следующему алгоритму.

Находится область D_1 значений параметров $\kappa_j, j = 2, l, k_j, j = 1, l$, в которой сраба-

тывает только первый аргумент бинарной операции в (6). Для этого необходимо решить систему линейных неравенств:

$$\begin{cases} x_{11} + \sum_{j=2}^l \kappa_j x_{1j} \leq \sum_{j=1}^l k_j x_{1j}, \\ x_{21} + \sum_{j=2}^l \kappa_j x_{2j} \leq \sum_{j=1}^l k_j x_{2j}, \\ \dots \\ x_{n1} + \sum_{j=2}^l \kappa_j x_{nj} \leq \sum_{j=1}^l k_j x_{nj}. \end{cases}$$

Находится область D_2 значений параметров $\kappa_j, j = \overline{2, l}, k_j, j = \overline{1, l}$, в которой срабатывает только второй аргумент бинарной операции в (6). Для этого решается система линейных неравенств:

$$\begin{cases} x_{11} + \sum_{j=2}^l \kappa_j x_{1j} \geq \sum_{j=1}^l k_j x_{1j}, \\ x_{21} + \sum_{j=2}^l \kappa_j x_{2j} \geq \sum_{j=1}^l k_j x_{2j}, \\ \dots \\ x_{n1} + \sum_{j=2}^l \kappa_j x_{nj} \geq \sum_{j=1}^l k_j x_{nj}. \end{cases}$$

В условиях неотрицательности параметров $\kappa_j, j = \overline{2, l}, k_j, j = \overline{1, l}$, находится открытая область D как инверсия объединения областей D_1 и D_2 .

Пусть в модель (6) каждая объясняющая переменная входит ровно 1 раз. Тогда сколько комбинаций различных регрессий можно из неё составить? Число переменных l можно разбить на 2 аргумента $q = \left[\frac{l}{2} \right]$ способами, где $[z]$ – целая часть числа z . Пусть все эти разбиения содержатся в матрице $V = \{v_{ij}\}$ размера $q \times 2$. Тогда по этой матрице можно вычислить общее количество регрессий по формуле $\sum_{r=1}^q d(r)$, где

$$d(r) = \begin{cases} C_l^{v_{r1}} \cdot C_{l-v_{r1}}^{v_{r2}}, & \text{если } v_{r1} \neq v_{r2}, \\ \frac{C_l^{v_{r1}} \cdot C_{l-v_{r1}}^{v_{r2}}}{2}, & \text{если } v_{r1} = v_{r2}. \end{cases}$$

Просуммируем все эти уравнения, получив следующую модель:

$$y_i = \alpha_0 + \sum_{r=1}^q \sum_{h=1}^{d(r)} \alpha_{r,h}^{\min} \min \left\{ x_{i, \mu_{h,1}^{(r)}} + \sum_{j=2}^{v_{r1}} \kappa_{r,h,j}^{\min} x_{i, \mu_{h,j}^{(r)}}, \sum_{j=1}^{v_{r2}} k_{r,h,j}^{\min} x_{i, \mu_{h,j+v_{r1}}^{(r)}} \right\} + \varepsilon_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad (7)$$

где $\mu_{hj}^{(r)}$ – элементы матрицы $M^{(r)}$ размера $d(r) \times l$, содержащей все возможные комбинации переменных для их r -го разбиения.

Например, если $l = 4$, то спецификация (7) принимает вид:

$$\begin{aligned} y_i = \alpha_0 + \alpha_{1,1}^{\min} \min \{ x_{i1}, k_{1,1,1}^{\min} x_{i2} + k_{1,1,2}^{\min} x_{i3} + k_{1,1,3}^{\min} x_{i4} \} + \alpha_{1,2}^{\min} \min \{ x_{i2}, k_{1,2,1}^{\min} x_{i1} + k_{1,2,2}^{\min} x_{i3} + k_{1,2,3}^{\min} x_{i4} \} + \\ + \alpha_{1,3}^{\min} \min \{ x_{i3}, k_{1,3,1}^{\min} x_{i1} + k_{1,3,2}^{\min} x_{i2} + k_{1,3,3}^{\min} x_{i4} \} + \alpha_{1,4}^{\min} \min \{ x_{i4}, k_{1,4,1}^{\min} x_{i1} + k_{1,4,2}^{\min} x_{i2} + k_{1,4,3}^{\min} x_{i3} \} + \\ + \alpha_{2,1}^{\min} \min \{ x_{i1} + \kappa_{2,1,2}^{\min} x_{i2}, k_{2,1,1}^{\min} x_{i3} + k_{2,1,2}^{\min} x_{i4} \} + \alpha_{2,2}^{\min} \min \{ x_{i1} + \kappa_{2,2,2}^{\min} x_{i3}, k_{2,2,1}^{\min} x_{i2} + k_{2,2,2}^{\min} x_{i4} \} + \\ + \alpha_{2,3}^{\min} \min \{ x_{i1} + \kappa_{2,3,2}^{\min} x_{i4}, k_{2,3,1}^{\min} x_{i2} + k_{2,3,2}^{\min} x_{i3} \} + \varepsilon_i, \quad i = \overline{1, n}. \end{aligned}$$

В модели (7) в каждую бинарную операцию \min входит ровно l объясняющих переменных. Расширим эту регрессию регрессорами с бинарными операциями \min , содержащими 2, 3, ..., $l-1$ переменных:

$$y_i = \alpha_0 + \sum_{s=2}^l \sum_{r=1}^{q_s} \sum_{h=1}^{d(s,r)} \alpha_{s,r,h}^{\min} \min \left\{ x_{i, \mu_{h,1}^{(s,r)}} + \sum_{j=2}^{v_{r1}^{(s)}} \kappa_{s,r,h,j}^{\min} x_{i, \mu_{h,j}^{(s,r)}}, \sum_{j=1}^{v_{r2}^{(s)}} k_{s,r,h,j}^{\min} x_{i, \mu_{h,j+v_{r1}^{(s)}}^{(s,r)}} \right\} + \varepsilon_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad (8)$$

где $q_s = \left[\frac{s}{2} \right]$, $d(s,r) = \begin{cases} C_l^{v_{r1}^{(s)}} \cdot C_{l-v_{r1}^{(s)}}^{v_{r2}^{(s)}}, & \text{если } v_{r1}^{(s)} \neq v_{r2}^{(s)}, \\ \frac{C_l^{v_{r1}^{(s)}} \cdot C_{l-v_{r1}^{(s)}}^{v_{r2}^{(s)}}}{2}, & \text{если } v_{r1}^{(s)} = v_{r2}^{(s)}, \end{cases}$ $v_{ij}^{(s)}$ – элементы матрицы $V^{(s)}$ разме-

ра $q_s \times 2$, содержащей все разбиения числа s по 2, $\mu_{hj}^{(s,r)}$ – элементы матрицы $M^{(s,r)}$ размера $d(s,r) \times l$, содержащей все возможные комбинации s переменных для их r -го разбиения.

Тогда с использованием спецификации (8) введем НЛР с линейными комбинациями переменных в аргументах бинарных операций:

$$y_i = \alpha_0 + \sum_{j=1}^l \alpha_j x_{ij} + \sum_{s=2}^l \sum_{r=1}^{q_s} \sum_{h=1}^{d(s,r)} \alpha_{s,r,h}^{\min} \min \left\{ x_{i,\mu_{h,1}^{(s,r)}} + \sum_{j=2}^{v_1^{(s)}} \kappa_{s,r,h,j}^{\min} x_{i,\mu_{h,j}^{(s,r)}}, \sum_{j=1}^{v_2^{(s)}} k_{s,r,h,j}^{\min} x_{i,\mu_{h,j+v_1^{(s)}}^{(s,r)}} \right\} + \sum_{s=2}^l \sum_{r=1}^{q_s} \sum_{h=1}^{d(s,r)} \alpha_{s,r,h}^{\max} \max \left\{ x_{i,\mu_{h,1}^{(s,r)}} + \sum_{j=2}^{v_1^{(s)}} \kappa_{s,r,h,j}^{\max} x_{i,\mu_{h,j}^{(s,r)}}, \sum_{j=1}^{v_2^{(s)}} k_{s,r,h,j}^{\max} x_{i,\mu_{h,j+v_1^{(s)}}^{(s,r)}} \right\}, \quad i = \overline{1, n}. \quad (9)$$

Очевидно, что если в (9) взять $s = 2$, то эта модель вырождается в НЛР (1).

Приближенные МНК-оценки регрессии (9) можно найти с использованием описанного выше алгоритма.

Результаты исследования и их обсуждение

Сформулированные в этой работе НЛР (9) были использованы для моделирования продукции сельского хозяйства в Республике Бурятия. Стоит заметить, что моделирование и прогнозирование сельскохозяйственной продукции является актуальной научной задачей. Решению этой проблемы посвящено множество научных работ. Так, например, в [8] построена модель регрессии зависимости стоимости произведенной продукции от объема затрат на неё в Саратовской области, в [9] – модель сельскохозяйственной продукции в Оренбургской

области, в [10] – модели производства основных видов продукции сельского хозяйства в Республике Дагестан, в [11] – модель производства молочной продукции в Республике Крым.

Для построения НЛР были использованы ежегодные статистические данные (<https://rosstat.gov.ru/>) за период с 2000 по 2021 г. по следующим переменным:

y – продукция сельского хозяйства в Республике Бурятия (млн руб.);

x_1 – урожайность овощей (центнеров с одного га убранный площади);

x_2 – производство скота и птицы на убой (в убойном весе, тыс. тонн);

x_3 – надой молока на одну корову в сельскохозяйственных организациях (кг).

Все объясняющие переменные тесно коррелируют с y со знаком «+».

Сначала с помощью МНК было получено уравнение линейной регрессии:

$$\tilde{y} = -9392,47 + 53,36x_1 + 109,94x_2 + 1,972x_3. \quad (10)$$

Коэффициент детерминации R^2 модели (10) составил 0,942, что позволяет судить о её весьма высоком качестве.

Затем с помощью МНК оценивались следующие спецификации НЛР:

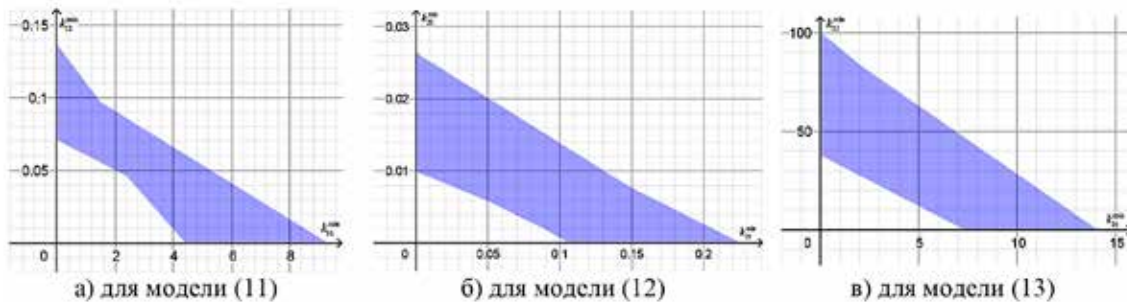
$$y_i = \alpha_0 + \alpha_1 \min \{ x_{i1}, k_{11}^{\min} x_{i2} + k_{12}^{\min} x_{i3} \} + \varepsilon_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad (11)$$

$$y_i = \alpha_0 + \alpha_1 \min \{ x_{i2}, k_{21}^{\min} x_{i1} + k_{22}^{\min} x_{i3} \} + \varepsilon_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad (12)$$

$$y_i = \alpha_0 + \alpha_1 \min \{ x_{i3}, k_{31}^{\min} x_{i1} + k_{32}^{\min} x_{i2} \} + \varepsilon_i, \quad i = \overline{1, n}. \quad (13)$$

Оценивание моделей (11) – (13) проводилось с использованием специально разработанного скрипта для эконометрического пакета Gretl.

Для каждой из моделей (11) – (13) предварительно была найдена область возможных значений параметров, входящих в бинарные операции. Для параметров k_{11} и k_{12} модели (11) эта область представлена на рис. а, для k_{21} и k_{22} модели (12) – на рис. б, для k_{31} и k_{32} модели (13) – на рис. в.



Области возможных значений параметров

Затем для каждой области (рисунок) были выбраны прямоугольники, у которых координаты левого нижнего угла (0,0), а координаты правого верхнего угла (9.343044,0.136461), (0.225949,0.026446) и (14.0987,100.2632) соответственно, т.е. эти прямоугольники целиком «покрывают» найденные области. После чего прямоугольники равномерно разбивались на 10 000 точек. Каждая точка проверялась на предмет попадания в соответствующую область, и, в случае попадания, находились МНК-оценки параметров α_0 и α_1 регрессий (11) – (13). Далее из каждой области выбиралась точка, обеспечивающая минимум суммы квадратов остатков НЛР. В итоге были получены следующие оцененные модели (11) – (13):

$$\tilde{y} = -9903,97 + 95,2402 \min \{x_1, 7.58544x_2 + 0.001351x_3\}, \quad (14)$$

$$\tilde{y} = -8369,71 + 688,1304 \min \{x_2, 0.09843x_1 + 0.00288x_3\}, \quad (15)$$

$$\tilde{y} = -10985,6 + 11,4857 \min \{x_3, 4.7461x_1 + 26.803x_2\}. \quad (16)$$

Для НЛР (14) $R^2 = 0,9388$, для (15) $R^2 = 0,9608$, для (16) $R^2 = 0,9755$. Таким образом, модель (16) оказалась самой лучшей из регрессий (14) – (16) по величине коэффициента детерминации. Она также лучше линейной регрессии (10). Заметим, что дополнительно проводилось оценивание моделей (11) – (13) с бинарной операцией max. Однако по величине R^2 все они оказались хуже зависимости (16).

Как видно, в уравнении (16) знаки всех коэффициентов удовлетворяют смыслу решаемой задачи, поэтому полученную модель можно интерпретировать. Для этого представим её в кусочно-заданной форме:

$$\tilde{y} = \begin{cases} -10985,6 + 11,486x_3, & \text{если } x_3 < 4,7461x_1 + 26,803x_2, \\ -10985,6 + 54,512x_1 + 307,851x_2, & \text{если } x_3 \geq 4,7461x_1 + 26,803x_2. \end{cases}$$

Тогда справедлива следующая интерпретация. Если линейная комбинация урожайности овощей x_1 и производства скота и птицы x_2 ($4,7461x_1 + 26,803x_2$) превосходит надой молока на одну корову x_3 , то на продукцию сельского хозяйства в Республике Бурятия у влияет только x_3 . Так происходило в 2000–2003 гг. и в 2014 году. При этом с увеличением x_3 на 1 кг у увеличивается примерно на 11,486 млн руб. Если линейная комбинация $4,7461x_1 + 26,803x_2$ не превосходит x_3 , то на у влияют и x_1 , и x_2 . Так происходило в 2004–2013 гг. и в 2015–2021 гг. При этом с увеличением x_1 на 1 центнер у увеличивается примерно на 54,512 млн руб., а с увеличением x_2 на 1 тыс. тонн увеличивается примерно на 307,851 млн руб.

Заключение

В результате проведенных исследований были предложены неэлементарные линейные регрессии с линейными комбинациями переменных в аргументах бинарных операций. Предложенные модели содержат большое число неизвестных параметров, что делает их довольно гибким инструментом регрессионного моделирования. Разработан алгоритм их численного МНК-оценивания. С помощью предложенных моделей успешно решена задача моделирования сельскохозяйственной продукции в Республике Бурятия. Дальнейшие работы автора будут связаны с разработкой универсального программного обеспечения для оценивания предложенных регрессий.

Список литературы

1. Boateng E.Y., Abaye D.A. A review of the logistic regression model with emphasis on medical research // Journal of data analysis and information processing. 2019. Vol. 7. No. 4. P. 190-207.
2. Dharma F., Shabrina S., Noviana A., Tahir M., Hendrastuty N., Wahyono W. Prediction of Indonesian inflation rate using regression model based on genetic algorithms // Jurnal Online Informatika. 2020. Vol. 5. No. 1. P. 45-52.
3. Mazucheli J., Alves B., Menezes A.F., Leiva V. An overview on parametric quantile regression models and their computational implementation with applications to biomedical problems including COVID-19 data. Computer Methods and Programs in Biomedicine. 2022. P. 106816.
4. Базилевский М.П. Оценивание линейно-неэлементарных регрессионных моделей с помощью метода наименьших квадратов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2020. Т. 8. № 4 (31). DOI: 10.26102/2310-6018/2020.31.4.026.
5. Базилевский М.П. Отбор информативных операций при построении линейно-неэлементарных регрессионных моделей // International Journal of Open Information Technologies. 2021. Т. 9. № 5. С. 30-35.
6. Базилевский М.П. Метод построения неэлементарных линейных регрессий на основе аппарата математического программирования // Проблемы управления. 2022. № 4. С. 3-14.
7. Клейнер Г.Б. Экономика. Моделирование. Математика. Избранные труды. М.: ЦЭМИ РАН, 2016. 856 с.
8. Камышова Г.Н., Каневская И.Ю., Терехова Н.Н., Монахов С.В. Экономико-статистическое исследование деятельности сельскохозяйственных предприятий на основе использования методов корреляционно-регрессионного анализа // The Agrarian Scientific Journal. 2018. № 4. С. 77-81.
9. Клычова Г.С., Цыпин А.П., Валиев А.Р. Статистическое исследование пространственно-временного развития сельского хозяйства на мезоуровне // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 4. С. 105-114.
10. Адамдзиев К.Р., Касимова Т.М. Методы прогнозирования развития сельского хозяйства // Фундаментальные исследования. 2014. № 5-1. С. 122-126.
11. Гельфанова Д.Д., Мандражи З.Р., Сухтаева А.М. Регрессионная модель и прогнозирование экономических процессов производства сельскохозяйственной продукции // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. 2017. № 4. С. 37-42.

УДК 004.4

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА ИНФОРМАЦИОННОГО СЕРВИСА ПРОФОРИЕНТАЦИИ АБИТУРИЕНТОВ СФУ

¹Безруких А.Д., ¹Черепанов М.Д., ²Мельников В.А., ³Мельникова Е.В.

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

² ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск,
e-mail: melnikov.vladimir.2002@mail.ru;

³ ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева», Красноярск, e-mail: melena6921@mail.ru

Современные особенности профессиональной ориентации связаны с нарастанием информационной асимметрии и фрагментацией компетенций. Абитуриент сегодня должен выбирать не профессию, а кластер компетенций. Вот почему необходимо развивать информационные сервисы профориентации, позволяющие оценить входные компетенции и склонности личности и сопоставить их с конкурсной ситуацией и изменяющимся запросом рынка труда. Решить такую задачу вне цифрового поля не представляется возможным. В статье представлен процесс разработки программного проекта информационного сервиса профориентации абитуриентов Сибирского федерального университета (СФУ). Сервис должен поддерживать принятие решений абитуриентами с учетом их личностных предпочтений и отвечать требованиям гибкости, репрезентативности, валидности, надежности, достоверности, согласованности. В проекте для описания потребностей пользователей использовался графический язык UML. В проектировании архитектурной модели информационной системы применялась методология SADT. Для моделирования основных процессов информационной системы использовалось семейство стандартов IDEF. Выбор инструментов осуществлялся с учетом поставленных задач проектирования и опыта других университетов. Для развития сервиса необходимо развивать тестовую часть, актуализировать требования к входным компетенциям с учетом тенденций развития технологий в режиме опережения.

Ключевые слова: программный проект, UML диаграммы, контекстная схема, методология SADT, стандарты IDEF, компетенции, профориентация

DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SERVICE SOFTWARE PROJECT FOR VOCATIONAL GUIDANCE OF SFU APPLICANTS

¹Bezrukikh A.D., ¹Cherepanov M.D., ²Melnikov V.A., ³Melnikova E.V.

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

²Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: melnikov.vladimir.2002@mail.ru;

³Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk,
e-mail: melena6921@mail.ru

Modern features of professional orientation are associated with an increase in information asymmetry and fragmentation of competencies. An applicant today should choose not a profession, but a cluster of competencies. That is why it is necessary to develop career guidance information services that allow assessing the input competencies and aptitudes of an individual and comparing them with the competitive situation and the changing demand of the labor market. It is not possible to solve such a problem outside the digital world. The article presents the process of developing a software project of an information service for vocational guidance of applicants of the Siberian Federal University (SFU). The service should support decision-making by applicants, taking into account their personal preferences and meet the requirements of flexibility, representation, validity, reliability, credibility, consistency. In the project, the graphical language UML was used to describe the needs of users. The SADT methodology was used in the design of the architectural model of the information system. The IDEF family of standards was used to model the main processes of the information system. The choice of tools was carried out by taking into account the assigned design tasks and the experience of other universities. For the development of the service, it is necessary to develop the test part, update the requirements for input competencies, taking into account the trends in the development of technologies in the advance mode.

Keywords: software project, UML diagrams, context diagram, SADT methodology, IDEF standards, competencies, career guidance

Современные условия поступления в вузы предоставляют широкие возможности выбора для абитуриента, однако усложняют процесс принятия решений. Государство, университеты, работодатели, абитуриенты заинтересованы в том, чтобы профессиональный выбор в максимальной степени учитывал склонности и уровень подготовки абитуриента. Проблемными

асpekтами организации профориентации сегодня являются информационная асимметрия и разрывы в восприятии различными участниками рынка труда содержания компетенциям, поскольку содержание многих профессий изменяется в условиях технологического перехода, и единицы анализа должны быть именно компетенции, а не профессии [1].

Цифровизация, с одной стороны, ускоряет устаревание профессий и предъявляет новые требования к компетенциям, а с другой – позволяет реализовать сетевую логику использования компетенций и предлагает инструменты их оценки. Вот почему в качестве основной содержательной единицы систем профессионального тестирования в ближайшем будущем должна быть принята именно компетенция. Базы для оценки компетенций только формируются, появляются сервисы для верификации творческих компетенций, наиболее сложных в оценке, предлагаются подходы к выявлению тенденций развития технологий и соответствующих им профессиональных навыков, например на основе автоматизированного анализа патентов [2], с учетом конвергенции технологий. Признается рост значения мягких, трансфессиональных навыков [3]. В этих условиях возрастает потребность в гибких, настраиваемых сервисах профориентации, позволяющих дополнять спектр используемых методик тестирования, работая на опережение изменений в запросах рынка труда.

В целом использование цифровых технологий в профориентации воспринимается сегодня как объективная необходимость, позволяет снизить затраты, увязать интересы всех заинтересованных лиц, ускорить прохождение информации, придать работе по профориентации системность, актуализировать мотивы самоопределения абитуриентов. Как отмечают специалисты, пока что «основными в окончательном выборе будущей профессии (до 45%) остаются внешние мотивы» [4, с. 29], а склонности и интересы личности слабо принимаются во внимание. В результате студенты быстро теряют мотивацию к обучению, что снижает качество и процесса, и результата образования.

Цель исследования состоит в разработке проекта информационного сервиса профориентации абитуриентов Сибирского федерального университета с использованием графического языка UML, методологии SADT и стандартов IDEF, позволяющего проводить профессиональную диагностику абитуриентов и поддерживать принятие решений.

Материал и методы исследования

При построении плана исследования был изучен опыт ряда университетов в этой области. Ряд авторов предлагают платформенную организацию сервиса и использование структурной схемы компьютерного тренажера [5], информационные системы поддержки принятия решения для абитури-

ентов, показаны возможности платформы 1С и языка UML [6]. Собственный профориентационный опыт авторов, полученный в работе со специализированными классами по треку «Технологическое предпринимательство» в течение 6 лет, позволил получить положительные результаты применения методики профориентации «Хочу – Могу – Надо», подтвердить удовлетворенность выбором при использовании ряда методик оценки склонностей личности.

Анализ опыта дал возможность определиться в выборе инструментов. Для точного понимания потребностей конечных пользователей, своевременного обнаружения недостатков проекта использовался графический язык UML (Unified Modeling Language) [7]. Для проектирования архитектурной модели информационной системы применялась методология SADT (Structured Analysis and Design Technique). Она представляет собой структурированный анализ и технику проектирования системы, описывает систему с определенной точки зрения и с определенной целью. Методология содержит набор диаграмм, которые помогают структурировать и дисциплинировать анализ и проектирование системы. Цель указанной модели: провести профессиональную диагностику соискателя. Точка зрения: соискатель (пользователь веб-приложения). Назначение модели – описание этапов построения траектории профессионального развития. Модель должна отвечать на вопросы о последовательности процесса прохождения тестирования, выборке профессий и направлений и прогнозировании среднего балла.

Для моделирования основных процессов и архитектуры проекта информационной системы приложения использовалось семейство стандартов IDEF. Данные методологии, входящие в состав SADT, позволяют структурировать и максимально точно передать модели семантики естественного языка. Такой набор инструкций дает возможность построить модель процессов для понимания работы системы, что необходимо на ранних этапах жизненного цикла системы. Таким способом можно организовать естественный язык и определенным и однозначным образом описывать системы.

Результаты исследования и их обсуждение

Первым делом в разработке программного проекта любого приложения требуется описать акторов системы и функциональность через варианты использования. Результат описания акторов представлен в таблице 1.

Таблица 1

Актеры системы

Актер	Краткое описание
Абитуриент	Выбирает категорию, заносит результаты ЕГЭ, проходит тестирование, просматривает результаты работы сервиса
Администратор	Создает тестирование, вносит изменения в набор вопросов тестов, назначает категории тесту

Таблица 2

Реестр вариантов использования

Код	Основной актер	Наименование	Формулировка
Аб1	Абитуриент	Выбирает категорию	Абитуриенту необходимо выбрать интересующую категорию тестирования на сайте
Аб2	Абитуриент	Проходит тестирование	Абитуриент отвечает на вопросы теста, выбирая нужный ответ из предложенных
Аб3	Абитуриент	Заносит результаты ЕГЭ	Абитуриент вносит свои результаты ЕГЭ в форму на сайте для корректной работы алгоритма подсчета результата
Аб4	Абитуриент	Просматривает результаты работы сервиса	Абитуриент имеет возможность ознакомиться с результатами тестирования
А1	Администратор	Создает тесты	Администратор создает тесты для прохождения абитуриентами, располагает вопросы в нужном порядке
А2	Администратор	Внесение изменений в набор вопросов тестов	Администратор имеет возможность изменять порядок вопросов в тесте, удалять или добавлять вопросы
А3	Администратор	Назначение категории тесту	Администратор присваивает тесту категорию

Актеры напрямую взаимодействуют с вариантами использования. В реестре вариантов использования определены функциональные требования к системе, от которых зависит процесс разработки программного проекта. Результат создания реестра показан в таблице 2.

С помощью диаграммы активности проведена наглядная демонстрация различий текущего процесса записи и прохождения профориентационного тестирования и процесса с использованием информационного сервиса в рамках определенных сценариев. Текущий процесс занимает от 2 до 5 дней, трудозатратен и особенно неудобен для иногородних абитуриентов. Автоматизация позволяет сократить время всего процесса до нескольких минут, не требует дополнительных финансовых затрат и подразумевает бесконечное число попыток.

Диаграмма прецедентов (Use-case diagram) разработана, чтобы проследить, какая из ролей связана с какими прецедентами. В данной системе два актора: пользователь и администратор. Прецеденты для пользователя: выбор категории теста, прохождение тестирований, добавление баллов ЕГЭ,

просмотр результатов тестирования. Роль администратора: администрирование системы – создание, изменение и удаление тестов, а также присвоение категории тесту. Роль абитуриента: прохождение тестирования. Данная диаграмма позволяет определить конкретные прецеденты, а также описать отношения их с ролями. На рисунке 1 показана данная диаграмма.

Согласно описанным функциональным и нефункциональным требованиям разработана модель бизнес-процесса «Пройти тестирование». Составлены список функций и список данных с последующим агрегированием (табл. 3). Список данных включает URL-адрес, ответы на вопросы теста, баллы за ЕГЭ, профориентационную методику, структуру теста, минимальные баллы за ЕГЭ, метод математического преобразования, баллы поступивших абитуриентов прошлых лет, данные соискателя; список профессий, список специальностей, величину среднего балла, а также классы «Профессиональная диагностика», «Управление тестами», «Проверка соответствия минимальным требованиям», «Прогнозирование среднего балла», «Мониторинг результатов».

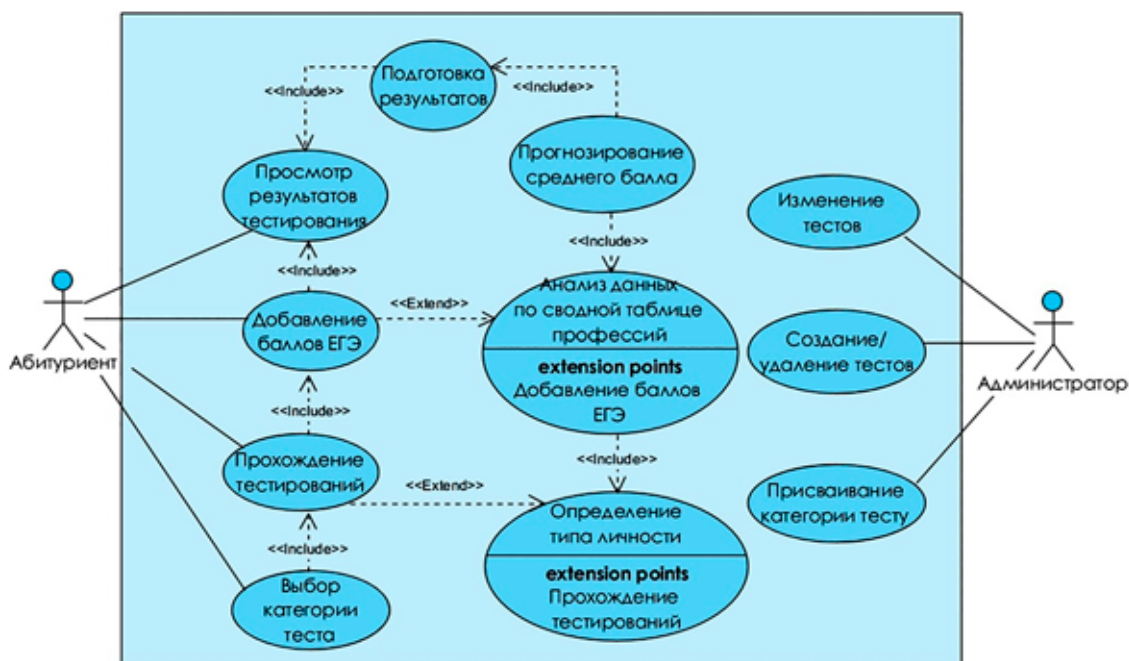


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

Таблица 3

Агрегирование функций

Список функций	Агрегирование функций
Зайти на сайт веб-приложения	Войти в систему
Перейти на вкладку «Тесты»	
Выбрать категорию теста	
Начать выполнение выбранного теста	
Отобразить вопрос на странице	Диагностика соискателя
Выбрать ответ	
Найти соответствия в БД	
Перейти к следующему вопросу	Ввод баллов за ЕГЭ
Заполнить форму баллами за ЕГЭ	
Проверить соответствие требованиям	
Передать данные на сервер	
Сортировка данных по коду направления	Спрогнозировать средний балл
Прогнозирование временного ряда	
Оценка точности прогноза	
Отфильтровать по типу профессии и предметам ЕГЭ	Формирование рекомендаций
Найти профессии и направления согласно максимальному баллу за ЕГЭ и приоритетному направлению в БД	
Добавить результаты на страницу	
Присвоить тесту категорию	

Анализ вариантов использования показал, что с точки зрения потенциальных рисков и архитектурной значимости существенными являются прецеденты, связанные с деятельностью соискателя.

Контекстная схема – самая верхняя схема в модели IDEF0. Диаграмма A0 показана на рисунке 2.

Разработка производилась в программе Ramus [8].

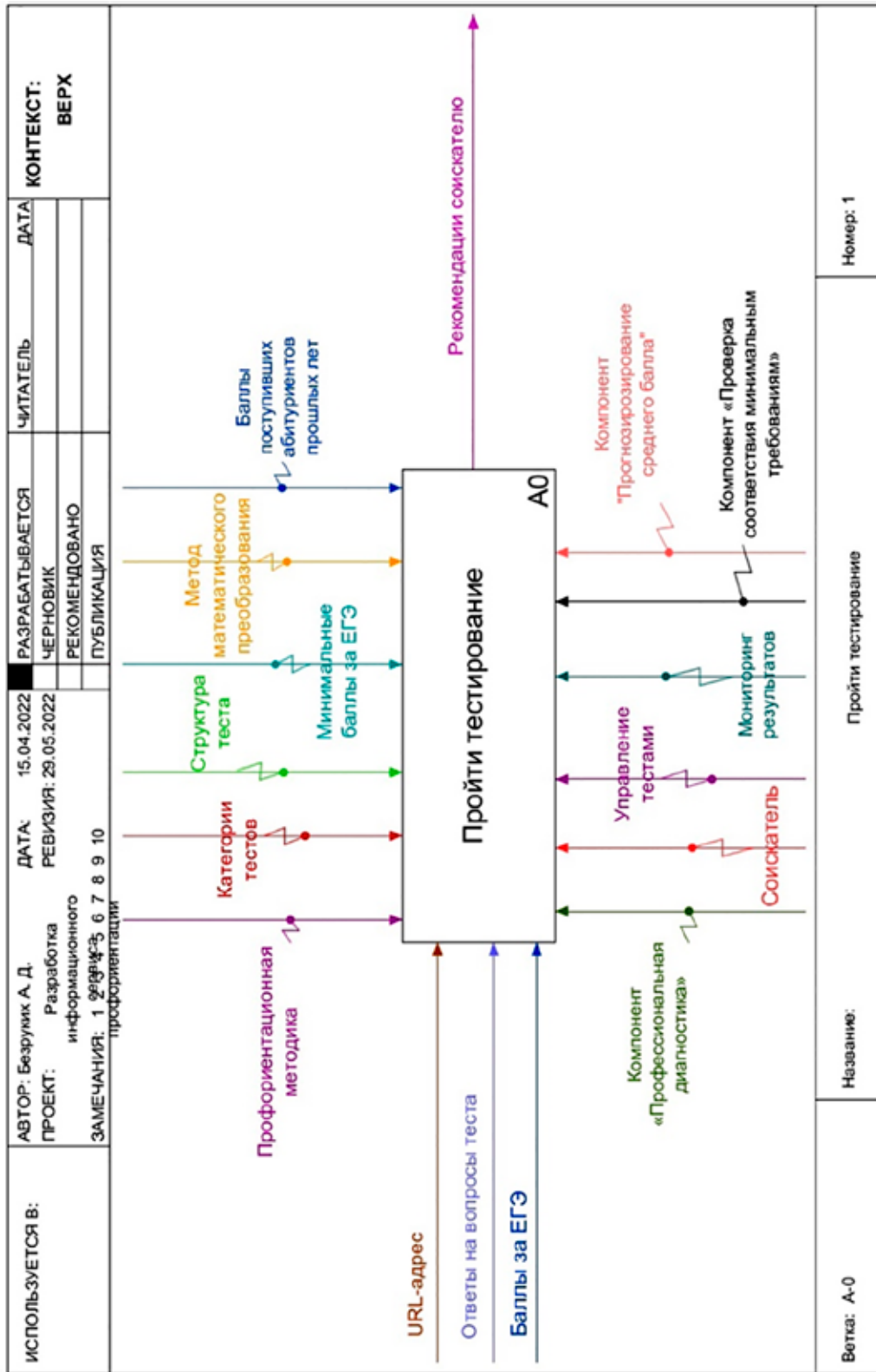


Рис. 2. Диаграмма A0

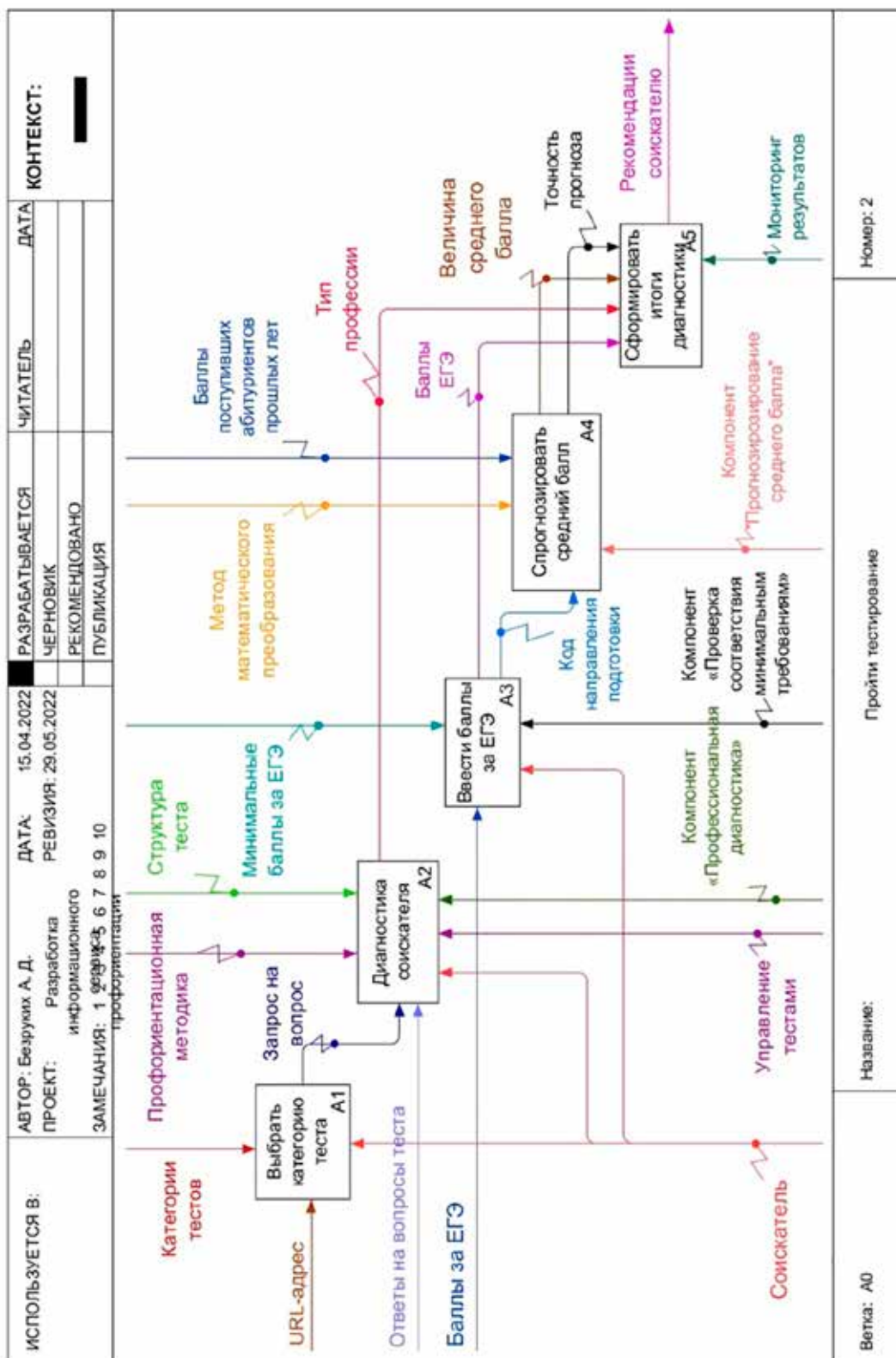


Рис. 3. Декомпозиция диаграммы A0

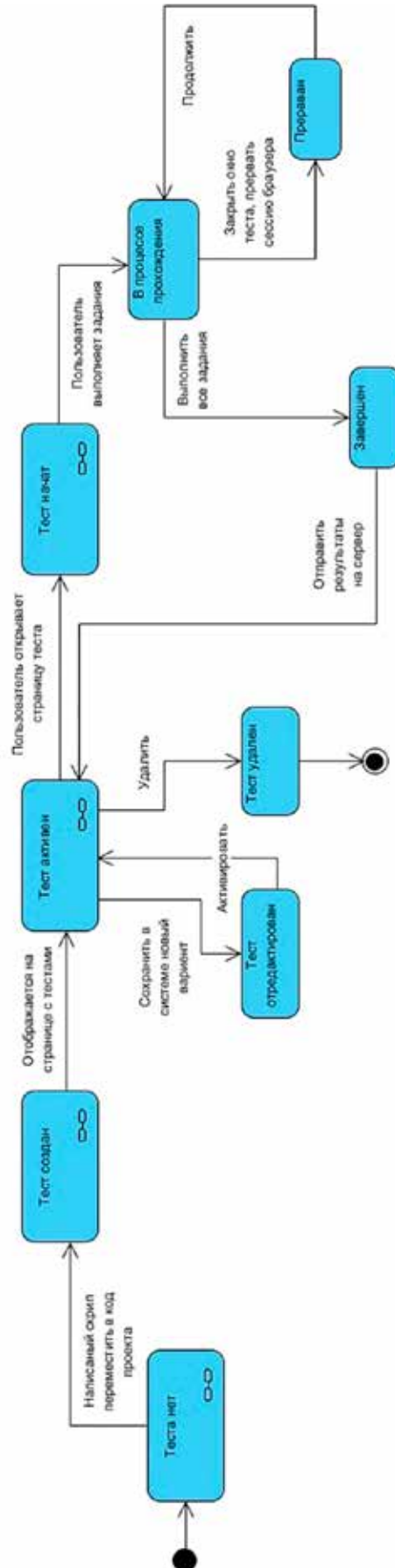


Рис. 4. Диаграмма состояния Теста

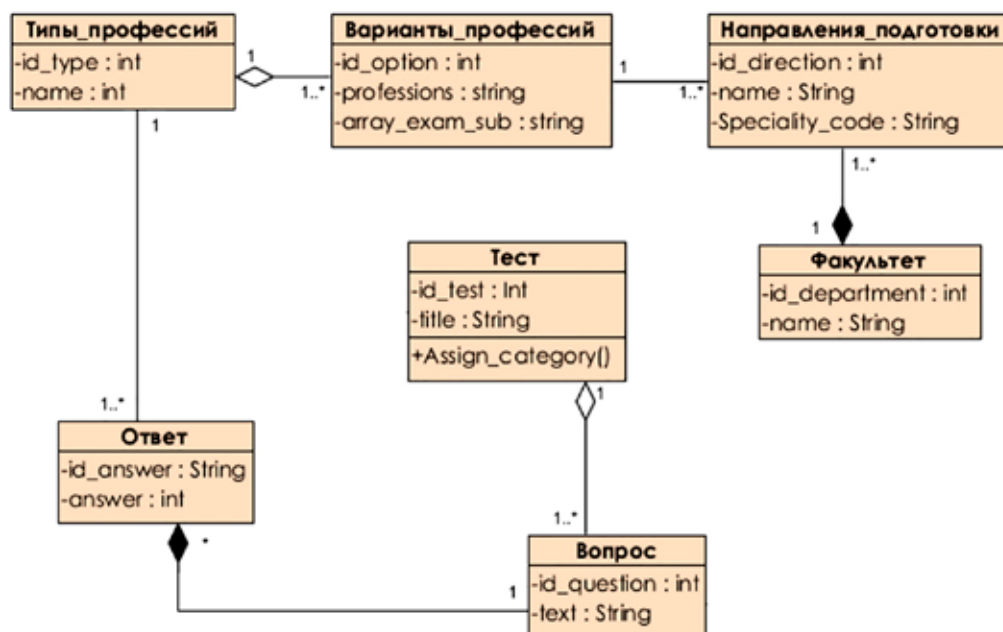


Рис. 5. Диаграмма классов

На этой диаграмме отражены основной бизнес-процесс системы, общее ее описание и взаимодействие интерфейса с внешними сущностями. Основные задачи контекстной схемы – определить назначение и границы системы, выявить главные управления, входы, выходы и механизмы этой системы. Точка зрения определяет контекст модели и ее масштабы.

На рисунке 3 представлена декомпозиция диаграммы А0.

Декомпозиция диаграммы А0 – процесс разделения основной модели. Создание данной диаграммы позволит детализировать объект моделирования. Данная контекстная диаграмма содержит блоки, изображающие функции моделируемой системы, и дуги, связывающие блоки вместе и отображающие взаимодействие и взаимосвязи между ними.

Для детального рассмотрения возможностей теста и его переходов описана диаграмма состояния. На рисунке 4 отражен жизненный цикл объекта «Тест».

Для создания модели веб-приложения описана диаграмма классов. Данная диаграмма является ключевым элементом, так как информация с диаграммы классов содержится в исходном коде. Результат разработки представлен на рисунке 5.

На диаграмме классов отражены набор классов, а также их связи. С ее помощью смоделирована система и графически представлена статическая структура БД приложения.

Заключение

В статье рассмотрен процесс разработки программного проекта. Определены акторы системы информационного сервиса профориентации абитуриентов СФУ и ее функциональность через варианты использования. Описана основная архитектурная модель информационной системы, произведена декомпозиция процессов основной модели, взаимодействия объектов друг с другом и в рамках определенных сценариев использования системы. Программный проект соответствует требованиям, отмеченным в [9]: репрезентативности, надежности, согласованности, достоверности, внешней и внутренней валидности, а также гибкости. Дальнейшее развитие сервиса возможно в направлении интеграции в цифровую платформу, позволяющую как выполнять профориентационную функцию, так и выстраивать образовательную траекторию обучающихся, управлять талантами, учитывая запрос компетенций в масштабах региона [10]. Подобные решения уже внедряются. Например, в Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского разработана цифровая платформа «Траектория» с использованием «систем искусственного интеллекта, машинного обучения и технологий работы с большими данными» [11, с. 447]. Данная платформа может рассматриваться как бенч-проект для дальнейшего развития сервиса.

Список литературы

1. Мельникова Е.В., Безруких Ю.А. Управленческие инновации и трансформация профиля компетенций в информационно-сетевой экономике. М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. 187 с.
2. Ильин Д.Ю., Никульчев Е.В., Бубнов Г.Г., Матешук Е.О. Информационно-аналитический сервис формирования актуальных профессиональных компетенций на основе патентного анализа технологий и выделения профессиональных навыков в вакансиях работодателей // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2017. № 2 (38). С. 71-88.
3. Melnikova, E.V. Melnikova A.A., Sergeev M.Yu. Transforming requirements for engineering occupations as affected by technological changes // Journal of Physics: Conference Series. 2020. Vol. 1691. P. 12033. DOI 10.1088/1742-6596/1691/1/012033.
4. Дочкин С.А., Кузнецова И.Ю. Цифровая трансформация профессиональной ориентации и профессионального самоопределения молодежи // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2020. № 3 (39). С. 27-35.
5. Казанская О.В., Якименко А.А., Булатов А.Д. Проект по разработке информационного сервиса профориентирования // Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета. 2019. № 2(95). С. 49-56. DOI 10.17212/2307-6879-2019-2-49-56.
6. Широкова С.Н. О методике построения UML-моделей предметно-ориентированных экономических информационных систем на платформе «1С:Предприятие» // Инновационная наука. 2016. № 10-1. С. 169-176.
7. Рамбо Д., Блаха М. UML 2.0. Объектно-ориентированное моделирование и разработка. СПб.: Питер, 2021. 544 с.
8. Кара-Ушанов В.Ю. Функционально-структурное моделирование в системе Ramus Educational. Екатеринбург: Уральский федеральный университет им Б.Н. Ельцина, 2019. 67 с.
9. Худяков И.Н. Профконтур – облачный web-сервис для профориентации и психодиагностики детей в школе // Инновационные технологии в науке и образовании: материалы 4-й международной научно-практической конференции (Улан-Удэ, 28–30 августа 2015 г.). Улан-Удэ: Бурятский государственный университет, 2015. С. 253-257.
10. Melnikova E.V., Bezrukih Y.A., Yarkova S.A., Yakimova L.D., Melnikova A.A. Forming the human resources potential for innovative and technological development of the region within the framework of the «triple helix» model. Lecture Notes in Networks and Systems. 2021. Vol. 200. P. 373-380. DOI 10.1007/978-3-030-69421-0_40.
11. Авралева Н.В., Ефимова И.Н., Маковейчук А.В. Профессионально-ценностные ориентации абитуриентов как объект педагогических и управленческих воздействий // Педагогический журнал. 2019. Т. 9. № 4А. С. 443-450. DOI: 10.34670/AR.2019.44.4.052.

УДК 621.793

АДГЕЗИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ НИТРИД-ТИТАНОВЫХ ПОКРЫТИЙ НА СТАЛИ 20X13

¹Бердибеков А.Т., ²Юров В.М., ¹Доля А.В., ³Гученко С.А., ¹Грузин В.В.

¹Национальный университет обороны имени Первого Президента Республики Казахстан –
Елбасы, Астана, e-mail: berdibekovat777@mail.ru;

²Карагандинский технический университет имени А. Сагинова, Караганда,
e-mail: exciton@list.ru;

³Карагандинский государственный университет имени Е.А. Букетова,
Караганда, e-mail: guchen@mail.ru

Первичные нанотрещины в стали 20X13 возникают из-за напряженно-деформированного состояния, связанного с релаксацией его поверхности. Размер этих нанотрещин равен 1,21 нм. Через 100 нс и более они превращаются в мезотрещины размером 121 нм. При осаждении нитрида титана ионно-плазменным методом его ионы диффундируют в сталь и образуют межфазовый (переходной) слой размером около 130 нм (121 нм). Размер этого слоя экспериментально измерен на сколе турбинной лопатки на электронном микроскопе MIRA 3 фирмы TESCAN, а также используя систему Quanta 200 3D. Вверху этого слоя располагается покрытие TiN с твердостью равной $H_{\text{TiN}} \approx 21000$ МПа. Внизу этого слоя располагается сталь 20X13 с пределом прочности $\sigma_b = 830$ МПа. Полученную нами величину переходного слоя $H \approx 3000$ МПа следует назвать адгезионной прочностью нитрид-титанового покрытия на турбинную лопатку из стали 20X13. Чтобы оторвать покрытие TiN от стали 20X13, нужно затратить работу адгезии $W_a = 2,620$ Дж/м², которая дает для напряжения в переходном слое $\sigma_a = 2260$ МПа. Это напряжение в переходном слое близко к значению $H \approx 3000$ МПа. Это означает, что мы предлагаем модель первичных трещин, по которой можно сделать теоретическую оценку адгезионной прочности.

Ключевые слова: сталь, нитрид титана, поверхностный слой, нанотрещина, адгезия, покрытие

ADHESION STRENGTH OF TITANIUM NITRIDE COATINGS ON STEEL 20X13

¹Berdibekov A.T., ²Yurov V.M., ¹Dolya A.V., ³Guchenko S.A., Gruzin V.V.

¹National Defense University named after the First President of the Republic of Kazakhstan – Elbasy,
Astana, e-mail: berdibekovat777@mail.ru;

²Karaganda Technical University named after A. Saginov, Karaganda, e-mail: exciton@list.ru;

³Karaganda State University named after E.A. Buketov, Karaganda, e-mail: guchen@mail.ru

Primary nanocracks in steel 20X13 arise due to the stress-strain state associated with the relaxation of its surface. The size of these nanocracks is 1.21 nm. After 100 nanoseconds or more, they turn into mesocracks 121 nm in size. When titanium nitride is deposited by the ion-plasma method, its ions diffuse into the steel and form an interfacial (transitional) layer about 130 nm (121 nm) in size. The size of this layer was experimentally measured on a turbine blade cleavage using a TESCAN MIRA 3 electron microscope and also using a Quanta 200 3D system. At the top of this layer there is a TiN coating with a hardness equal to $H_{\text{TiN}} \approx 21000$ MPa. At the bottom of this layer is steel 20X13 with ultimate strength $\sigma_b = 830$ MPa. The value of the transition layer obtained by us $H \approx 3000$ MPa should be called the adhesion strength of titanium nitride coating on a turbine blade made of steel 20X13. To tear off the TiN coating from steel 20X13, it is necessary to expend the work of adhesion $W_a = 2.620$ J/m², which gives $\sigma_a = 2260$ MPa for the stress in the transition layer. This stress in the transition layer is close to $H \approx 3000$ MPa. This means that we propose a model of primary cracks from which a theoretical estimate of adhesive strength can be made.

Keywords: steel, titanium nitride, surface layer, nanocrack, adhesion, coating

Первичные трещины в металлах исследованы в работах [1, 2]. Было показано, что их длина составляет в среднем доли микрона. Однако позже в работе [3] было обнаружено, что первичные трещины в твердых телах возникают в наносекундном диапазоне и длина их составляет нанометры. Так появился термин нанотрещина, который был связан с толщиной поверхностного слоя твердого тела [4]. Для металлов длина нанотрещины составляет 2–4 нм, и через 100 нс она превращается в мезотрещину, рост которой

достигает микрона [4]. Длина нанотрещины пропорциональна молярному объему элемента: $L_{\text{nm}} = 0,17 \cdot 10^{-9} v$, и для металлов она зависит от порядкового номера Z в таблице Д.И. Менделеева (рис. 1, а). На рис. 1, б, показана зависимость поверхностной энергии γ от температуры плавления T_m : $\gamma = 7,8 \cdot 10^{-4} T_m$, полученная эмпирически в работе [5].

В настоящей работе мы рассмотрим поведение нанотрещины в упрочняющем покрытии TiN, нанесенном ионно-плазменным методом на сталь 20X13.

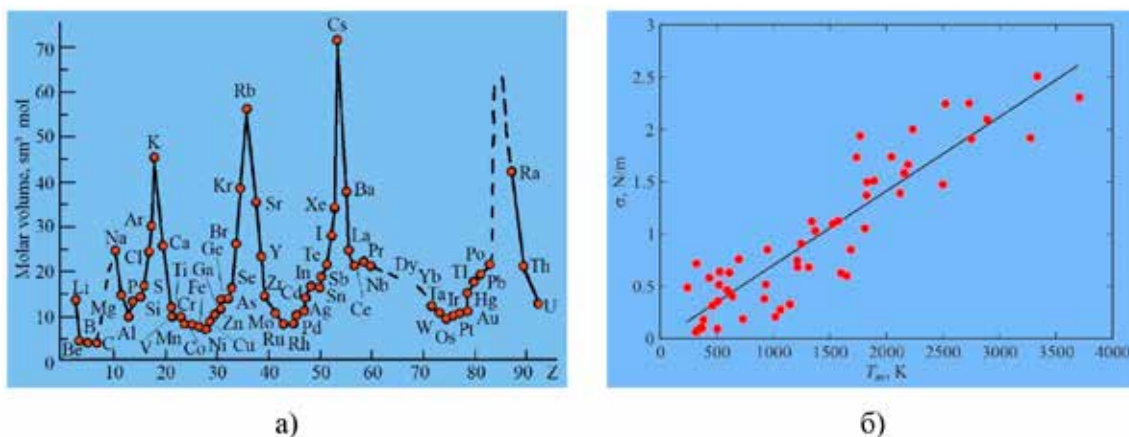


Рис. 1. Периодическое изменение молярного объема элементов (а); коррелятивная зависимость поверхностной энергии от температуры плавления (б) [5]

Таблица 1

Химический состав стали 20X13

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Fe
0,16–0,25	до 0,6	до 0,6	до 0,6	до 0,025	до 0,03	12–14	~ 84

Таблица 2

Физические параметры стали 20X13

Сталь	L _{nm} = R(I), нм	T _m , К	γ, Дж/м²	γ ₁ , Дж/м²
20X13	1,21	1820	1,420	0,473

Первичные трещины в стали 20X13

Первичные нанотрещины твердого тела возникают при образовании его поверхности из-за ее реконструкции или релаксации. При этом возникают напряжения в поверхностном слое, приводящие к возникновению дислокаций, дефектов упаковки и т.д. и, следовательно, нанотрещин L_{nm}. Размер поверхностного слоя R(I) определен нами в работе [6]:

$$L_{nm} = 0,17 \cdot 10^{-9} \nu. \quad (1)$$

Уравнение (1) определяет параметр – атомный объем металла или его сплава, равный $\nu = M/\rho$ (M – молярная масса, ρ – ее плотность). Химический состав стали 20X13 показан в табл. 1.

Для твердых растворов примем следующие соотношения:

$$T_m = \sum_{i=1}^n c_i(T_m)_i, \quad M = \sum_{i=1}^n c_i(M)_i, \\ \rho = \sum_{i=1}^n c_i(\rho)_i. \quad (2)$$

В [5] показано, что поверхностная энергия объемного металла γ с точностью до 3% равна

$$\gamma = 7,8 \cdot 10^{-4} T_m, \quad (3)$$

где T_m – температура плавления металла (К).

В слое R(I) нужно учесть размерный эффект, и энергия слоя R(I) становится равной γ₁ [7]:

$$\gamma_1 = \gamma(1 - R(I) / R(I) + h) \approx 0,3\gamma, \quad (4)$$

Уравнение (4) показывает, что энергия слоя R(I) в три раза меньше энергии основного металла. Используя (1)–(4), приведем параметры стали 20X13 в табл. 2.

Осаждение покрытия TiN и ее адгезия

Покрyтия нитрида титана на турбинные лопатки паровой турбины Т-100/120-130-2 ТМЗ наносились ионно-плазменным методом на установке ННВ-6.6И1 (рис. 2, а). На рис. 2, б, показан переходной слой между сталью и нитридом титана, измеренном на сколе турбинной лопатки на электронном микроскопе MIRA 3 фирмы TESCAN. Толщина переходного слоя оказалось равной около 0,13 мкм.

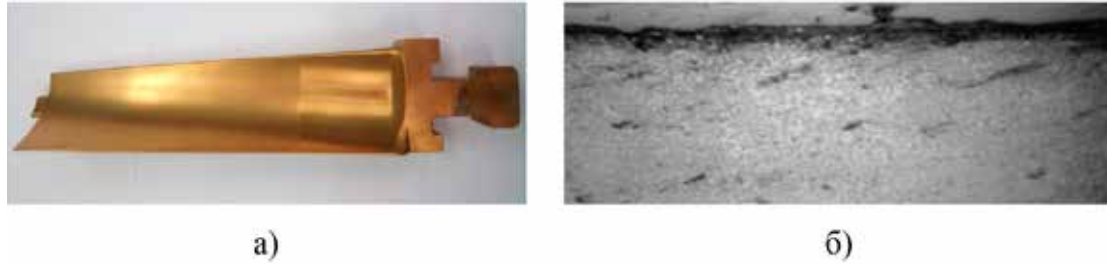


Рис. 2. Турбинные лопатки с нитрид-титановым покрытием (а); переходной слой (б)

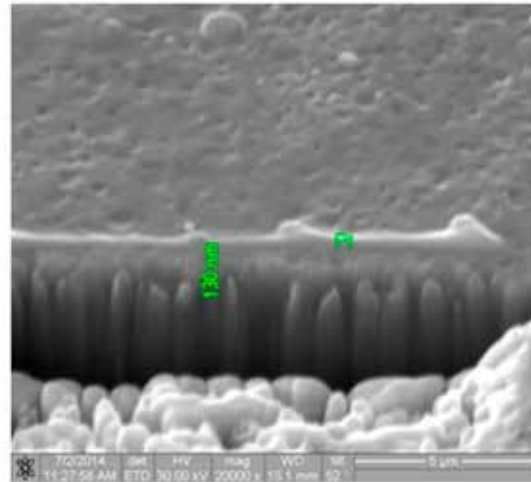
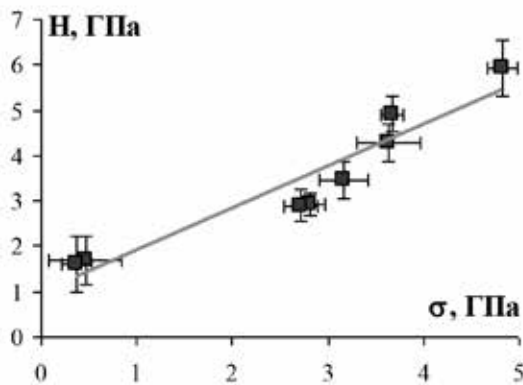


Рис. 3. Зависимость микротвердости от величины сжимающих остаточных напряжений в покрытии TiN на сталь 12X18H10T (а) [9]; толщина переходного слоя (б)

Длина трещин идет по схеме:

$$L_{nm} \rightarrow L_{\mu m} = 10^2 L_{nm},$$

т.е. из табл. 1 следует, что длина мезотрещин равна $L_{\mu m} = 0,121$ мкм, что не сильно отличается от толщины переходного слоя. Вверху этого слоя находится TiN, а внизу – сталь 20X13.

Чтобы отделить покрытие TiN от стали, нужно затратить работу, которая называется работой или энергией адгезии и дается выражением типа Дюпре [8]:

$$W_a = \gamma_1 + \gamma_2 - \gamma_{12} \approx 2/3(\gamma_1 + \gamma_2), \quad (5)$$

где $\gamma_1 = 2,510$ Дж/м² – поверхностная энергия TiN, $\gamma_2 = 1,420$ Дж/м² – поверхностная энергия стали 20X13, $\gamma_{12} \approx 1/3\gamma_1 + 1/3\gamma_2$ – поверхностная энергия переходного слоя.

Энергия адгезии равна: $W_a = 2,620$ Дж/м². Напряжения в переходном слое равно σ_a [8]:

$$\sigma_a = \sqrt{W_a \times E / L_{\mu m}}, \quad (6)$$

где $E = 236$ ГПа – модуль Юнга переходного слоя.

В результате мы получили:

$$\sigma_a = 2260 \text{ МПа.}$$

Эти напряжения, связанные с переходным слоем в покрытии, следует трактовать как остаточные напряжения. Они связаны с релаксацией поверхности стали 20X13. Какова же твердость переходного слоя? На этот вопрос можно ответить рис. 3, а, взятым из работы [9], где TiN наносился на сталь 12X18H10T.

На рис. 3, б, показана толщина переходного слоя покрытия, полученного с использованием системы Quanta 200 3D, которая совмещает в себе сканирующий электронный микроскоп с термоэмиссионным катодом, сфокусированный ионный пучок, позволяющий прецизионно наносить и удалять материалы. Переходной слой отделялся от TiN и стали 20X13 слоем из платины Pt.

Из рис. 3, а, из значения σ_a следует, что твердость переходного слоя $H \approx 3000$ МПа. Для определения нанотвердости полученных покрытий нами использовалась зондовая лаборатория Ntegra с индентором

Берковича. Для покрытия TiN эта величина оказалась равной $H_{TiN} \approx 21000$ МПа, что в 7 раз больше H переходного слоя. Сделаем теперь некоторые сравнения.

У стали 20X13 в виде закаленного прутка предел прочности $\sigma_B = 830$ МПа [10], что в 25 раз меньше H_{TiN} , значит, у стали идет упрочнение. Для покрытий TiN предел прочности изменяется от 16000 до 30000 МПа в зависимости от способа осаждения покрытий. У литых высокопрочных сталей предел прочности составляет около 1700 МПа, у поковок высокопрочных сталей предел прочности несколько ниже, около 1200 МПа, у высокопрочных низколегированных сталей – 550 МПа [10].

Полученную величину $H \approx 3000$ МПа следует назвать адгезионной прочностью нитрид-титанового покрытия на турбинную лопатку из стали 20X13.

Адгезионная прочность покрытий бронз, полученных на стали 45 методом деформационного плакирования, составила в среднем 15 МПа [11]. В работе [12] исследовалась адгезионная прочность покрытий Ti-Hf-Si-N на стали 3. На рис. 4, а, показана схема установки для проведения эксперимента по измерению адгезионной прочности покрытия. Суть эксперимента заключалась в следующем: определялись критические нагрузки: во-первых, начало проникновения индентора в покрытие; во-вторых, когда появляется первая трещина; в-третьих, когда происходит отслаивание в некоторых участках покрытия; в-четвертых, когда покрытие истирается до стальной основы.

На рис. 4, б, показана нанотвердость покрытия $H_{TiHfSiN} = 42700$ МПа с индентором Берковича вместо $H_{TiN} \approx 21000$ МПа, полученного в нашем покрытии. Результатом ра-

боты [12] является тот факт, что адгезионное разрушение покрытия TiHfSiN на стали 3 наблюдается при 9,81 Н. Это соответствует параметру $A_1 = H^3/E^2 = 0,51$ ГПа (при $H = 42,7$ ГПа и $E = 390$ ГПа). В нашем случае $A_2 = H^3/E^2 = 0,25$ ГПа (при $H_{TiN} \approx 21$ ГПа и $E = 336$ ГПа). Это соответствует отношению $A_1 / A_2 = 2$ или $H_{TiHfSiN} / H_{TiN} \approx 2$, т.е. покрытие TiHfSiN в 2 раза прочнее, чем покрытие TiN.

Однако выше мы отметили: полученную величину переходного слоя $H \approx 3$ ГПа следует назвать адгезионной прочностью нитрид-титанового покрытия на турбинную лопатку из стали 20X13. Именно в этом слое происходит отделение прочного покрытия от непрочной стали. И именно этот переходной слой формируется за счет первичных трещин, которые характерны для стали 20X13.

На сегодняшний день существуют несколько теорий адгезии, включающие механическую, диффузионную, электронную, адсорбционную, релаксационную и слабого слоя на границе [8]. Механическая теория адгезии была предложена Мак-Беном, согласно которому она осуществляется путем затекания адгезива в трещины на поверхности субстрата с последующим его затвердеванием (рис. 5, а). В нашем случае адгезивом служит покрытие TiN, которое осаждается с помощью плазмы и затекает в трещины, остывая в субстрате. Значит, мы имеем механический вариант теории адгезии. Диффузионная теория адгезии, впервые предложенная Воюцким, рассматривает диффузию адгезива в структуру субстрата (рис. 5, б). В нашем случае происходит диффузия ионов осаждаемого металла внутрь стали. Значит, мы также имеем диффузионный вариант адгезии.

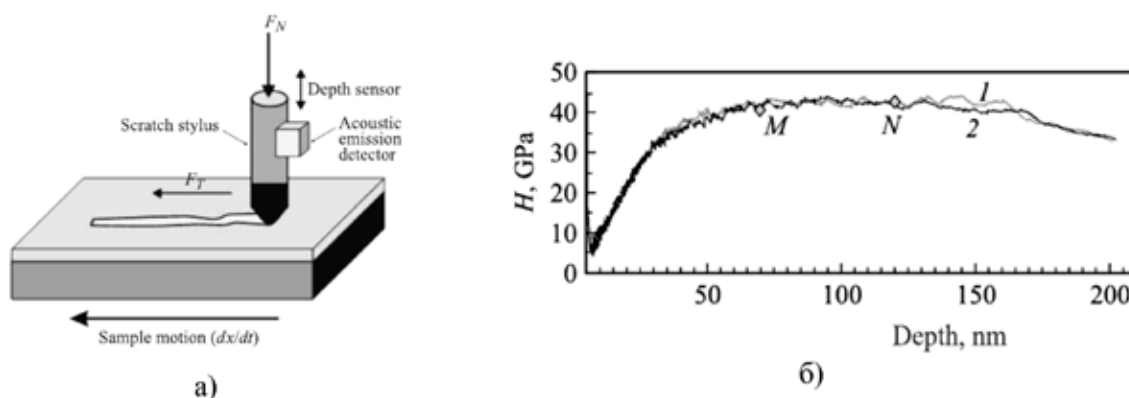


Рис. 4. Схема экспериментальной установки для определения адгезионной/когезионной прочности.

F_N – величина нормальной нагрузки, F_T – сила трения (а); зависимости твердости H от глубины вдавливания (б). Точками отображаются места, где проводились измерения H . Кривые 1 и 2 соответствуют разным измерениям для одного и того же образца. Светлые точки на части с – места измерений для кривой 1, темные точки – места измерений для кривой 2 [12]

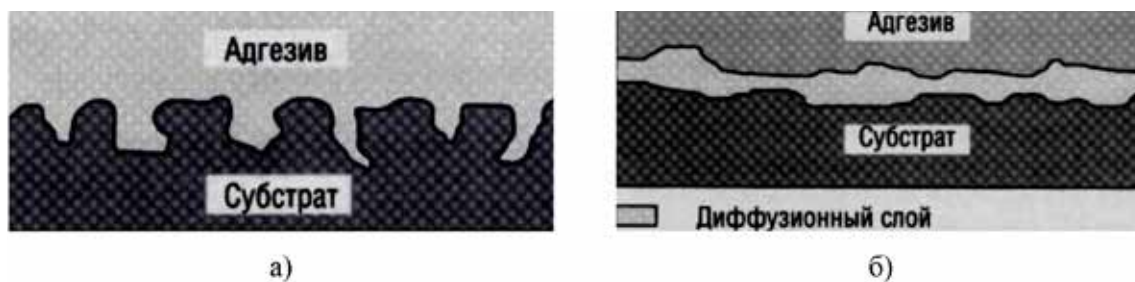


Рис. 5. Механическая (а) и диффузионная (б) теории адгезии [8]



Рис. 6. Электронная (а) и релаксационная (б) теории адгезии [8]

Электронная теория адгезии была создана Дерягиным и Кротовой. В ее основе лежит электрический конденсатор, обкладки которого представляют адгезив и субстрат (рис. 6, а). В нашем случае мы имеем покрытие TiN, нанесенное на сталь 20X13, которое также можно рассматривать как конденсатор с различными обкладками, внутри которого находится поверхностный слой. Затронем также релаксационную теорию адгезии, которая рассматривает процессы деформации, обусловленные внутренними напряжениями (рис. 6, б). Релаксационная теория адгезии занимает в нашем рассмотрении ведущую роль.

В настоящей статье обоснован новый подход к адгезии покрытий на металл, связанный с наноструктурой поверхностного слоя и первичными трещинами, возникающими от внутренних напряжений в переходном слое из-за эффекта релаксации поверхности.

Адгезионная прочность различных покрытий и соединений продолжает оставаться предметом различных способов определения [13] и дискуссий [14].

Заключение

Имеются стандарты – ГОСТ 9.302-88 и другие. Большинство из этих ГОСТ (методов) не включают структуру поверхностного слоя, который возникает за счет диффузионных процессов при нанесении

покрытий. В настоящей статье впервые предложена структура поверхностного слоя, обусловленная первичными трещинами, через которые и происходит диффузия осаждаемых компонент. Первичные нанотрещины металла отображают его атомную структуру, и через 100 нс они превращаются в мезотрещины, формируя поверхностный слой. Чтобы разрушить этот слой, необходимо совершить работу адгезии. Окончательно адгезионную прочность покрытия можно определить теоретически, используя предложенные в статье формулы и экспериментально определяемые свойства покрытий и основы, на которую осаждаются покрытия.

Данная научная статья опубликована в рамках выполнения научной программы программно-целевого финансирования на 2021–2023 гг. ИРН № BR1090150221 «Разработка технологии защитных покрытий поверхностей вооружения и военной техники для защиты от агрессивных факторов окружающей среды и условий эксплуатации» (исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан).

Список литературы

1. Бетехтин В.И., Кадомцев А.Г. Эволюция микроскопических трещин и пор в нагруженных твердых телах // ФТТ. 2005. Т. 47. Вып. 5. С. 801–807.
2. Скиба Н.В. Взаимодействие мод пластической деформации и их влияние на зарождение и рост трещин в на-

нокристаллических твердых телах: дис. ... докт. физ.-мат. наук. Санкт-Петербург, 2014. 193 с.

3. Веттегрень В.И., Кадомцев А.Г., Щербаков И.П., Мамалимов Р.И. Фракто- и фотолуминесценция кварца при разрушении // ФТТ. 2021. Т. 63. Вып. 8. С. 1120–1125.

4. Юров В.М., Гончаренко В.И., Олешко В.С. Исследование первичных нанотрещин атомарно-гладких металлов // Письма в ЖТФ. 2023. Т. 49. Вып. 8. С. 35–38.

5. Рехвиашвили С.Ш., Кишტიкова Е.В., Кармокова Р.Ю. К расчету постоянной Толмена // Письма в ЖТФ. 2007. Т. 33. Вып. 2. С. 1–7.

6. Юров В.М. Толщина поверхностного слоя атомарно-гладких кристаллов // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2019. Вып. 11. С. 389–397.

7. Yurov V.M., Goncharenko V.I., Oleshko V.S., Sha Mingun. Anisotropy of the surface of carbon materials // Eurasian Physical Technical Journal. 2021. Vol. 18, Is. 3 (37). P. 15–24.

8. Бойко Ю.М. Аутогезия и адгезия стеклообразных полимеров: дис. ... докт. хим. наук. Санкт-Петербург, 2016. 415 с.

9. Хамдохов А.З., Тешев Р.Ш., Хамдохов Э.З., Хамдохов З.М., Калажиков З.Х., Калажиков Х.Х. РФЭС – исследо-

вания пленок нитрида титана, сформированных электродуговым методом // Поверхность. 2015. № 7. С. 61–65.

10. Коробов Ю.С. Анализ свойств газотермических покрытий. Ч. 2. Оценка параметров покрытий. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2016. 92 с.

11. Леванцевич М.А., Максимченко Н.Н., Белый А.Н., Дема Р.Р., Кадошников В.И., Нефедьев С.П., Харчяш М.В. Адгезионная прочность покрытий, сформированных деформационным плакированием гибким инструментом // Упрочняющие технологии и покрытия. 2016. № 6. С. 12–18.

12. Погребняк А.Д., Береснев В.М., Демьяненко А.А., Байдак В.С., Комаров Ф.Ф., Каверин М.В., Махмудов Н.А., Колесников Д.А. Адгезионная прочность и сверхтвердость, фазовый и элементный состав наноструктурных покрытий, сформированных на основе Ti–Hf–Si–N // ФТТ. 2012. Т. 54. Вып. 9. С. 1764–1771.

13. Мингажев А.Д., Криони Н.К., Мингажева А.А., Давлеткулов Р.К., Сафин Э.В., Гайфуллин М.Р. Способ оценки адгезионной прочности многослойного покрытия. Патент РФ 2717142. Опубликовано: 18.03.2020. Бюл. № 8.

14. Кудрявцев П.Г. Прогнозирование прочности адгезионных соединений в дисперсных системах // Scientific collection «Interconf». 2021. № 46. С. 353–394.

УДК 004.8:007:658

ТЕХНОЛОГИЯ КЛАСТЕРИЗАЦИИ И ГЕНЕРАЦИИ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫХ ТОРГОВЫХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ПАССАЖИРСКИХ АВИАПЕРЕВОЗОК

¹Гордеев В.В., ²Столяров А.Д., ²Абрамов В.И.

¹Общество с ограниченной ответственностью «АЭРОЛАБС», Москва,
e-mail: v.gordeev@aerolabs.aero;

²Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва,
e-mail: mr.alexst@gmail.com, viabramov@mephi.ru

Предметом статьи является раскрытие предпосылок и подхода к разработке технологии кластеризации пассажиров авиакомпании для дальнейшей генерации персональных предложений. В статье обсуждается важность создания решений, позволяющих упростить компаниям продажи дополнительных услуг – как собственных, так и партнерских, при этом повысив вероятность приобретения данных услуг клиентами за счет персонализации. Раскрываются типы используемой для этого информации о пассажирах и подходы к ее обработке – на основе искусственного интеллекта и на основе формальных правил. Приводится описание алгоритмов работы итогового продукта, обучаемого на основе действий пользователей и генерирующего персональные предложения для клиентов на основе проведенной кластеризации. На основе описываемых в статье подходов было разработано программное обеспечение, уже внедренное в хозяйственную деятельность и доказавшее справедливость и эффективность применяемых подходов. Технология, описываемая в статье, разработана специализированно для авиакомпаний, однако при незначительной модификации для учета отраслевой специфики может быть внедрена во множестве других сфер, таких как железнодорожные пассажирские перевозки, банковский сектор, страховая сфера, розничная торговля, медийная сфера, и в иных секторах хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: рекомендательная система, кластеризация клиентов, сбор и обработка данных, продажи дополнительных услуг, программное обеспечение

INNOVATIVE TECHNOLOGY FOR GENERATION OF PERSONALIZED OFFERS FOR AIR COMPANY PASSENGERS

¹Gordeev V.V., ²Stolyarov A.D., ²Abramov V.I.

¹Aerolabs LLC, Moscow, Russian Federation, e-mail: v.gordeev@aerolabs.aero;

²National Research Nuclear University MEPHI, Moscow,
e-mail: mr.alexst@gmail.com, viabramov@mephi.ru

The subject of the article is the disclosure of the prerequisites and approach to the development of technology for clustering airline passengers for further generation of personal offers. The article discusses the importance of creating solutions that make it easier for companies to sell additional services – both their own and partners, while increasing the likelihood of customers purchasing these services through personalization. The types of passenger information used for this and approaches to its processing are disclosed – based on artificial intelligence and on the basis of formal rules. The algorithms of the final product are described, which is trained on the basis of user actions and generates personal offers for customers based on the clustering. On the basis of the approaches described in the article, software has been developed that has already been introduced into economic activity and has proven the validity and effectiveness of the approaches used. The technology described in the article was developed specifically for airlines, however, with minor modifications to take into account industry specifics, it can be implemented in many other areas, such as rail passenger transportation, banking, insurance, retail, media and other sectors. economic activity.

Keywords: recommendation system, clustering of clients, data collection and processing, sales of additional services, software

В условиях ВАНИ-мира (акроним от английских слов: «хрупкий», «тревожный», «нелинейный» и «непонятный»), сложившегося в результате развития Индустрии 4.0, и становления шестого технологического уклада, требуются новые подходы к управлению компаниями, основанные на активном использовании новых бизнес-моделей и инновационных цифровых технологий. Задача цифровой трансформации экономики и увеличения темпов экономического развития страны актуальна как никогда, поэтому требуются иные подходы к управлению с использованием инновационных цифровых технологий, дающие но-

вые способы наращивания эффективности работы предприятий. Важным условием и фактором успешного проведения цифровой трансформации является повышение цифровой зрелости, которое выражается в степени готовности предприятия к запланированным переменам [1]. Показано, что стратегическая задача цифровой трансформации компании заключается в построении практически жизнеспособного цифрового двойника, который будет описывать взаимосвязь между цифровыми активами и видами деятельности, моделируя взаимодействие между различными источниками данных в организации [2]. Важным факто-

ром при этом является использование предиктивной аналитики, которая объединяет в себе множество методов машинного обучения, статистики, моделирования, теории игр, на основе которых производится анализ исторических данных, составляются предсказания будущего состояния объекта и выявляются закономерности, а также определяются возможные риски и возможности. За счет интерпретации выявленных закономерностей предиктивная аналитика помогает создать персонализированный подход по доставке информации при работе с клиентами и предугадать их потребности и желания. Преимущества включения предиктивного анализа в жизненный цикл организации заключаются в предоставлении интеллектуального анализа для принятия оптимальных решений, минимизации неопределенности, в точном управлении рисками, своевременном реагировании на изменение различного рода показателей эффективности предприятия.

Целью исследования является обоснование актуальности и эффективности предлагаемой технологии кластеризации и генерации персонализированных торговых предложений для пассажирских авиаперевозок с учетом отраслевой специфики и принципов построения такой технологии.

Материал и методы исследования

Был выполнен обзор аналитических отчетов и статистических данных по сектору пассажирских авиаперевозок, особенно относящихся к области продажи дополнительных услуг. Для разработки технологии кластеризации были проведены проблемные интервью с представителями авиакомпаний, на основе лучших практик работы с большими данными выбирались оптимальные подходы к решению выявленных проблем. В разработке использовались нейросети (методы искусственного интеллекта) и машинное обучение, а также применялись автоматизированные подходы на основе формальных правил обработки данных и кластеризации.

Результаты исследования и их обсуждение

Необходимость подобных решений, скорректированных под рынок пассажирских авиаперевозок, обусловлена структурой доходности авиакомпаний и активным ростом данного рынка [3]. Да, годы пандемии существенно сказались на рынке авиаперевозок, но наблюдается его возврат к прежним показателям и в 2022 году прогнозируется выручка 782 млрд долларов,

и это не намного меньше максимума выручки 838 млрд долларов в 2019 году [4]. При этом в пике в 2019 году было перевезено более 4,5 трлн пассажиров [5]. Каждому из этих пассажиров в той или иной форме делались предложения дополнительных сервисов, но с достаточно низкой степенью персонализации. Для более глубокого понимания нашего потенциала в этом секторе следует рассмотреть статистику по доходам авиакомпаний именно от продажи дополнительных сервисов. При этом по отрасли в целом доходы от продажи дополнительных сервисов занимают существенную долю в выручке авиакомпаний (более 10%) при огромной маржинальности, не сопоставимой с маржинальностью основной деятельности – непосредственно услуг по авиаперевозке (рис. 1).

При такой среднеотраслевой статистике видно, что лидеры рынка по внедрению дополнительных сервисов получают от них более половины своей выручки, а в рамках пандемии эта доля у многих компаний еще и существенно возросла (табл. 1). Таким образом, большинство авиакомпаний, в том числе крупнейших, имеют огромный потенциал по росту выручки уже сейчас – за счет интеграции грамотной системы продаж дополнительных услуг – как собственных (багаж, выбор места, питание и т.д.), так и сторонних (отели, трансферы, страхование). И для этого нужны, прежде всего, информационные решения, обеспечивающие информационную интеграцию с поставщиками услуг и внутренними системами авиакомпаний.

Таблица 1

Процент выручки от продажи дополнительных сервисов в доле общей выручки у избранных авиакомпаний [7]

№	Компания	2021	2019
1	Wizz Air	56,0%	45,4%
2	Frontier	54,9%	43,6%
3	Spirit	54,3%	47,0%
4	Allegiant	51,3%	46,5%
5	Viva Aerobus	44,8%	45,0%
6	Ryanair Group	44,7%	34,5%
7	Volaris	42,9%	38,5%
8	GOL	33,0%	17,0%
9	easyJet	31,4%	21,6%
10	Pegasus	30,8%	26,4%

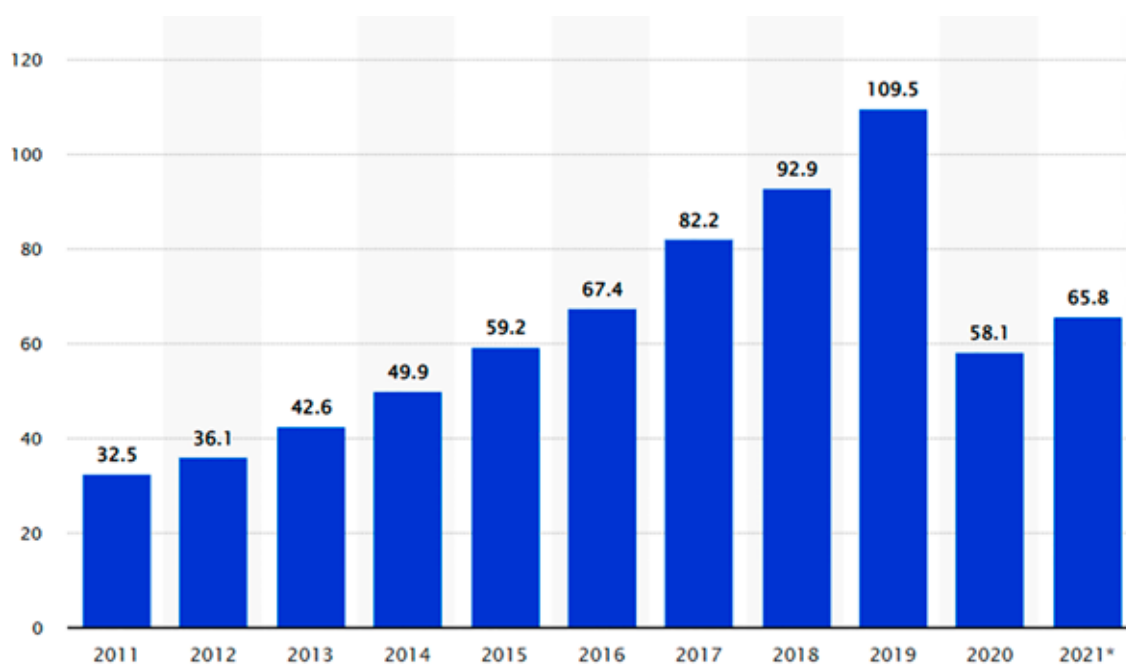


Рис. 1. Общая выручка от продажи дополнительных сервисов авиакомпаниями с 2011 по 2021 годы [6]

Такой продукт, стартовав в сфере пассажирских авиаперевозок, будет достаточно легко приспособлен и под иные сферы: железнодорожные компании; онлайн туристические агентства (и платформы по продаже билетов); туристические операторы; круизные компании; отельные агрегаторы (booking.com, expedia.com, kayak.com); веб-сервисы.

Объем данных в электронной коммерции систем авиакомпаний является одним из самых больших и может сравниться только с банковским сектором [8]. По сложности данных по каждому пассажиру и эволюции данных на каждом этапе полета системы электронной коммерции авиакомпаний также не уступают ни одной другой отрасли электронной коммерции. При этом решения по продажам на каждом этапе полета для пассажира должны приниматься в минимальное время. Все это фактически означает обработку массивных объемов данных, большое количество критериев при принятии решений, а также ограниченность времени принятия решений. Кроме того, постоянное добавление критериев, объектов продажи и обогащение данных о пассажире не позволяют задать четкие правила выбора времени, метода и объекта продажи: требуется постоянная коррекция принимаемых решений для максимизации дохода [9].

С точки зрения сбора и обработки информации интерес представляют три больших класса данных о пассажирах.

1. Статические данные. К ним относится информация о пассажире, которая не изменяется со временем и не накапливается. Ключевыми записями, относящимися к статическим данным, являются: паспортные данные; пол; возраст; дата рождения; знак зодиака; национальность; рост; страна рождения.

2. Исторические данные. К таким данным относятся транзакционные данные о пассажире, накапливаемые о пассажирах в процессе приобретения услуг компании и любом взаимодействии с ней: количество полетов; средний чек; история полетов; история покупок; компаньоны; время покупок; устройства, с которых делается заказ.

3. Классификация пассажира: данные (метки), присваиваемые пассажирам в процессе обработки записей о них системой кластеризации. Это могут быть как абстрактные кластеры, сформированные как с помощью обработки базы данных пассажиров методами машинного обучения и/или искусственного интеллекта, так и вручную – на основе присвоения пассажирам (клиентам) тех или иных меток на основе логических правил, заданных разработчиком (администратором/маркетологом), например: веган; любитель горнолыжного отдыха; часто летающий на Бали; летает с семьей; трое детей; летает по работе; VIP.



Рис. 2. Сбор статических и исторических данных из разных информационных систем

Сбор статических и исторических данных при этом является нетривиальной задачей, так как значимые записи содержатся в различных информационных системах авиакомпании, причем механизмы интеграции данных системы нестандартны и для каждого клиента свои. Чаще всего данные собираются из систем, изображенных на рисунке 2. К таким системам относятся следующие.

Системы управления лояльностью пассажиров. Как правило, основная функция данных систем – накопление подарочных миль и закрепление их за конкретным человеком. Из данного функционала вытекает критическая необходимость правильной и однозначной идентификации человека. Из-за этого из всех остальных информационных систем авиакомпании системы управления лояльностью содержат наиболее достоверные идентификационные данные пассажира.

Системы бронирования (Reservation System). Содержат данные об истории бронирований, выгрузка которых привязывается к пользовательским данным, полученным из систем управления лояльностью.

Системы контроля отправки пассажиров (DCS – Departure Control Systems). Необходимы для дополнительной верификации данных, так как содержат вручную проверенные в аэропорту при отправке пассажиров данные.

Системы онлайн-регистрации на рейс. Используются для получения верифици-

рованных контактных данных пассажиров, необходимых для дальнейшей отправки им сообщений и рекламных предложений.

Данные колл-центров. Наименее структурированные из всех и, как правило, требуют дополнительной обработки текстовых записей методами искусственного интеллекта. Однако полезны и в части получения дополнительных контактных данных клиентов.

Столь большое количество информационных систем для сбора данных обусловлено неполнотой данных о клиенте (пассажира), содержащейся в каждой из них по отдельности. Так, где-то из идентифицирующих клиента данных могут быть записаны только телефонный номер, или только почта, или только ID, или только паспортные данные, и т.д. Кроме того, часть этих данных может быть занесена неправильно. Происходить это может либо из-за особенностей структуры базы данных самой системы, либо из-за ошибок оператора при занесении персональных данных, либо из-за ошибок самого клиента. Из-за этого данные из различных систем приходится сливать и сводить в единую базу данных.

На основе описанных данных о пассажирах проводилась их кластеризация. Направлений кластеризации при этом было выбрано два.

1. Кластеризация методами искусственного интеллекта [10]. Позволяет автоматизировать обработку данных и за счет установленных критериев кластеризации получать некий универсально применимый

для маркетинговых целей результат. Очевидный плюс такого подхода – автоматизация. К отрицательным сторонам относится риск достаточно хаотичной кластеризации с точки зрения потребительских качеств, так как из-за специфики бизнес-процессов на вход системы подаются данные, весьма ограниченно связанные с портретом потребителя, прежде всего это статические данные, больше относящиеся к персональным. При этом из-за специфики авиаперевозок по каждому пассажиру имеется весьма небольшое количество транзакций, что затрудняет обучение алгоритмов и снижает релевантность кластеризации.

2. Кластеризация на основе формальных критериев. В данном случае каждому пользователю присваиваются «метки» на основе логических правил. Преимущества метода – однозначный контроль кластеризации со стороны авиакомпании, что повышает доверие к системе и возможность гибкой коррекции логики кластеризации.

Для внедрения был в итоге выбран именно подход, основанный на кластеризации клиентов с использованием формальных критериев с применением методов машинного обучения для формирования персональных предложений.

Алгоритм машинного обучения работает на основе вычисления метрики схожести всех клиентов компании, занесенных в базу данных. Для расчета метрики схожести используется множество тэгов, присваиваемых клиентам на основе установленных логических критериев. Например, тэг #familyTrip присваивается пассажирам, у которых больше 50% полетов – с семьей, тэг #dayOnly – пассажирам, летающим только днем, тэг #rainServicesOften – пассажирам, приобретающим дополнительные платные услуги. Таким образом, каждому пассажиру может быть присвоено множество тэгов. У каждого тэга при этом в настройках программного обеспечения администратором устанавливается вес – число от 1 до 10, выражающее субъективную важность для компании-клиента данного тэга-характеристики в расчете персональных предложений.

Для поиска похожих на него пассажиров происходит сопоставление целевого клиента со всеми остальными клиентами авиакомпании с целью выявления общих тэгов. Далее веса всех тэгов, общих для целевого и текущего клиента, складываются, в итоге получается абсолютный коэффициент сродства (K_c):

$$K_{abs} = \sum \hat{w}_i,$$

где K_{abs} – коэффициент сродства;

\hat{w}_i – вес каждого общего тэга у двух сравниваемых клиентов.

Для получения же удобной и наглядной относительной метрики сродства клиентов рассчитывался максимальный коэффициент сродства для целевого клиента K_{max} , равный сумме всех коэффициентов тэгов целевого пассажира:

$$K_{max} = \sum w_i,$$

где K_{max} – максимальный коэффициент целевого клиента;

w_i – вес каждого из тэгов, присвоенного данному клиенту.

Тогда значение целевого для нас относительного коэффициента сродства целевого клиента с текущим будет выражаться следующим образом:

$$K_c = K_{abs} / K_{max}.$$

Данный коэффициент сродства далее применяется для расчета персональных предложений. В расчете используются данные трех сущностей:

- реестр сделанных клиентам предложений;
- реестр кликов клиентов по сделанным предложениям;
- реестр совершенных клиентами покупок.

Для первичного обучения программного обеспечения эти реестры либо заполняются предварительно сгенерированными данными, либо клиентам определенное время делаются случайные предложения и в дальнейшем фиксируется реакция на них.

Данные реестры фактически соответствуют разным этапам воронки продаж. При этом с точки зрения формирования предложений наиболее ценным для нас действием является совершенная клиентом покупка, менее ценным – клик по предложению. Для сообщения алгоритму машинного обучения данной ценности каждому из типов действия присваивается свой вес в баллах: простой показ предложения считается за 1 балл, клик по предложению – за 2 балла, а покупка – за 10 баллов.

Для примера, если Клиенту N только один раз делалось предложение, это было предложение такси класса «люкс» и клиент его в итоге заказал, то для предложения такси «люкс» у этого клиента будет $1 + 2 + 10 = 13$ баллов. Если бы клиент данную услугу не стал приобретать, а только кликнул по ней, то рейтинг этого предложения у него составил бы лишь 3 балла. Если бы данному человеку на разных этапах взаимодействия с нашей компанией эта реклама была бы показана несколько раз, то в сумме набралось бы несколько просмотров, несколько кликов и несколько покупок и тогда суммарный

рейтинг данного предложения у этого клиента составил бы:

$$r_p = n_v \times k_v + n_c \times k_c + n_s \times k_s,$$

где r_p – рейтинг конкретного предложения у конкретного клиента (от $p = proposal$);

n_v – количество показов данного типа предложения данному клиенту (от $v = view$);

k_v – вес показа (по умолчанию равен 1);

n_c – количество кликов по данному предложению данным клиентом (от $c = click$);

k_c – вес клика (по умолчанию равен 2);

n_s – количество покупок данной услуги данным клиентом (от $s = sale$);

k_s – вес покупки (по умолчанию равен 10).

Итоговый же алгоритм расчета персональных предложений использует как метрику сродства клиентов, так и данные рейтинги предложений по каждому из клиентов. Алгоритм в текущей реализации модуля запускается непосредственно

в момент генерации предложения и состоит из следующих шагов (рис. 3).

- Для целевого клиента, которому делается предложение, подбирается ТОП-50 наиболее похожих клиентов из базы данных авиакомпании по метрике сродства, расчет которой описан выше.

- Для каждого из ТОП-50 похожих клиентов, а также для целевого клиента по всем когда-либо сделанным им предложениям рассчитываются рейтинги этих предложений.

- Каждый из рассчитанных для ТОП-50 рейтингов предложений умножается на коэффициент сродства клиента из ТОП-50 с текущим клиентом.

- Рейтинги предложений, рассчитанные для целевого клиента, умножаются на максимальный коэффициент сродства и дополнительно на 3 (k_i – вес целевого клиента) (вручную выставляемый коэффициент повышения релевантности).

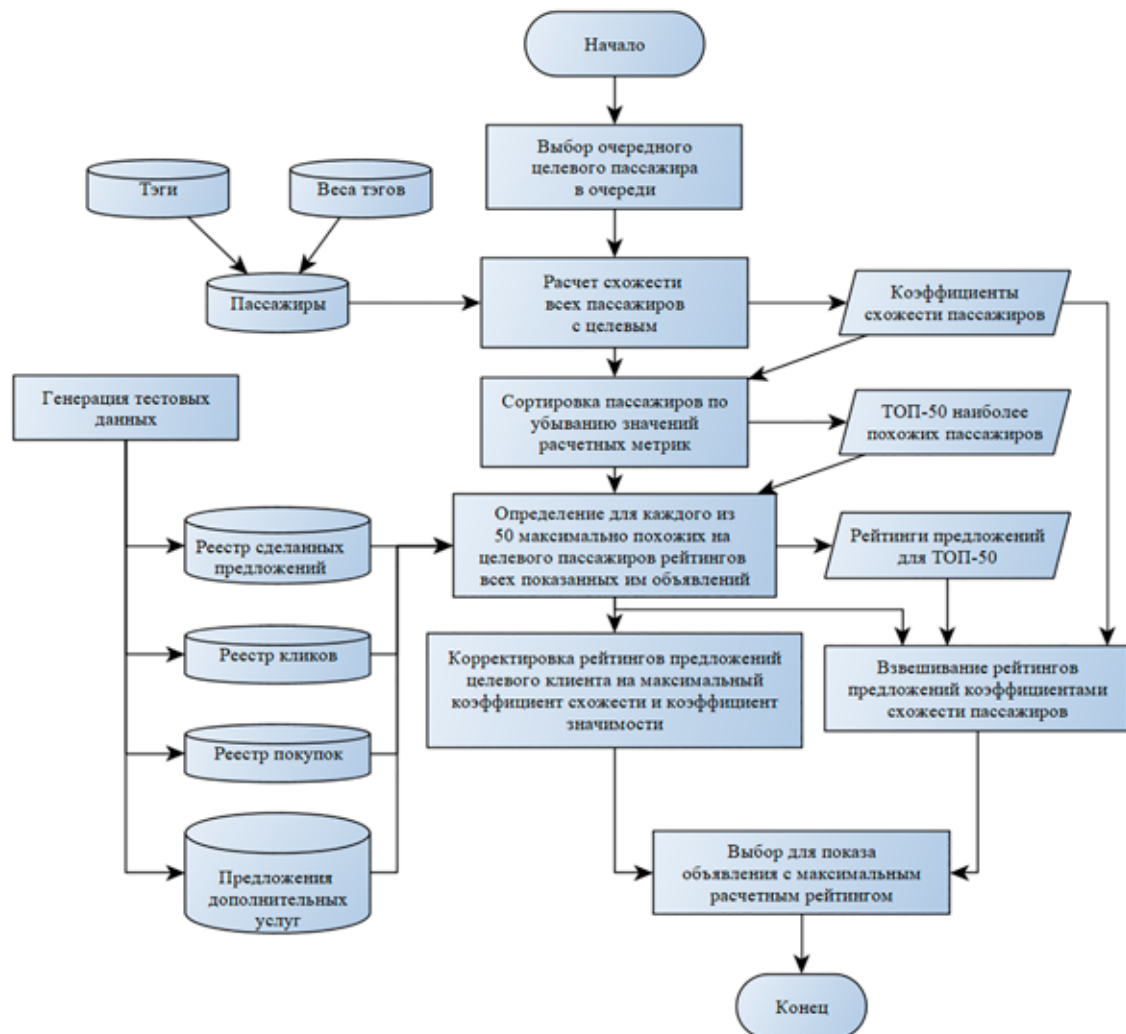


Рис. 3. Графическая схема работы алгоритма подбора персонального предложения

• По каждому из типов предложений суммируются все рассчитанные произведения рейтингов на коэффициенты средства.

• Целевому клиенту делается предложение, которое при таком расчете набрало наибольшее количество баллов.

Данный алгоритм поиска оптимального предложения можно описать следующей формулой:

$$MAX(R_i) = r_i^t \times K_{max} \times k_t + \sum_{j=1}^{50} r_i^j \times K_C^j,$$

где i – порядковый номер конкретного предложения;

R_i – суммарный рейтинг конкретного предложения для данного клиента;

r_i^t – рейтинг конкретного предложения из истории целевого клиента (от $t = target$);

K_{max} – максимальный коэффициент средства целевого клиента;

k_t – вес целевого клиента;

j – порядковый номер клиента из ТОП-50 похожих на целевого;

r_i^j – рейтинг конкретного предложения у j -го клиента из ТОП-50 похожих на целевого;

K_C^j – коэффициент средства целевого клиента с j -тым клиентом из ТОП-50 похожих на целевого.

Или эту же формулу можно без каких-либо искажений использовать с абсолютным коэффициентом средства:

$$MAX(R_i) = r_i^t \times K_{max} \times k_t + \sum_{j=1}^{50} r_i^j \times K_{abs}^j$$

Если исходную формулу прописать в полностью развернутой форме, то модель поиска оптимального предложения будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{aligned} MAX(R_i) = & \\ = & (n_{v_i}^t \times k_v + n_{c_i}^t \times k_c + n_{s_i}^t \times k_s) \times k_t \times \sum_{\alpha} w_{\alpha}^t + \\ + & \sum_{j=1}^{50} (n_{v_i}^j \times k_v + n_{c_i}^j \times k_c + n_{s_i}^j \times k_s) \times \frac{\sum_{\beta_j} \hat{w}_{\beta_j}^j}{\sum_{\alpha} w_{\alpha}^t}, \end{aligned}$$

где i – порядковый номер конкретного предложения;

$n_{v_i}^t, n_{c_i}^t, n_{s_i}^t$ – количество взаимодействий, совершенных целевым пользователем с i -м предложением, соответственно показов, кликов и покупок;

k_v, k_c, k_s – веса соответствующих взаимодействий с рекламой (единые для всех клиентов), соответственно для показов, кликов и покупок;

k_t – значимость показателей целевого клиента (по умолчанию 3);

α – суммарное количество тэгов у целевого клиента;

w_{α}^t – вес конкретного тэга у целевого клиента;

j – порядковый номер клиента из ТОП-50 похожих на целевого;

$n_{v_i}^j, n_{c_i}^j, n_{s_i}^j$ – количество взаимодействий, совершенных j -м пользователем с i -м предложением, соответственно показов, кликов и покупок;

β_j – количество общих тэгов у j -го клиента из ТОП-50 с целевым клиентом;

$\hat{w}_{\beta_j}^j$ – вес каждого их тэгов, общих для целевого клиента и j -го клиента из ТОП-50.

В результате разработанный метод дает возможность достаточно гибко управлять работой программным обеспечением со стороны клиента, не требуя при этом значительных вычислительных мощностей при проведении пересчета всех метрик в фоновом режиме по расписанию.

Заключение

Методы искусственного интеллекта являются эффективным средством решения поставленных задач по кластеризации и генерации персональных предложений.

В соответствии с этим был разработан подход, позволяющий выполнять кластеризацию клиентов с использованием перечня тэгов, присваиваемых каждому клиенту на основе логических правил. Данные правила (тэги) гибко настраиваются, адаптируясь под пожелания заказчика при внедрении программного обеспечения.

Обучение программного обеспечения и генерация персональных предложений осуществляются путем расчета метрики схожести, которая учитывает присвоенные каждому клиенту тэги, сделанные ранее каждому клиенту предложения и действия клиентов, совершенные с данными предложениями.

Обучение программного обеспечения может проводиться как на основе генерации предварительных данных о действиях пользователей с объявлениями, так и на основе формирования предложений случайным образом в течение ограниченного периода времени по выбору заказчика.

Разработанный подход к генерации персональных торговых предложений позволяет гибко управлять процессами кластеризации клиентов и формирования предложений, обеспечивает простоту внедрения, исключая при этом скачкообразные нагрузки на серверную архитектуру, так как основные вычислительные операции

выполняются не по запросу пользователя, а в фоне по расписанию.

Список литературы

1. Абрамов В.И., Борзов А.В., Семенов К.Ю. Оценка готовности малых и средних предприятий к цифровой трансформации // Вопросы инновационной экономики. 2022. Т. 12. № 3. С. 1573-1596. DOI: 10.18334/vinec.12.3.115000.
2. Абрамов В.И., Бобоев Д.С., Гильманов Т.Д., Семенов К.Ю. Теоретические и практические аспекты создания цифрового двойника компании // Вопросы инновационной экономики. 2022. Т. 12. № 2. С. 967-980. DOI: 10.18334/vinec.12.2.114890.
3. Аладьев А.А. Перспективы развития российского рынка пассажирских авиаперевозок в среднесрочной перспективе 2021-2023 годов (прогнозная модель и предложения для авиакомпаний) // Modern Economy Success. 2021. № 1. С. 147-152.
4. Revenue of airlines worldwide 2003-2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.statista.com/statistics/278372/revenue-of-commercial-airlines-worldwide/> (дата обращения: 12.02.2023).
5. Air transport, passengers carried [Электронный ресурс]. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/IS.AIR.PSGR?end=2020&start=1998> (дата обращения: 12.02.2023).
6. Airline industry – ancillary revenue 2011-2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.statista.com/statistics/788849/airline-industry-ancillary-revenue/> (дата обращения: 12.02.2023).
7. Sorensen J. The 2022 CarTrawler Yearbook of Ancillary Revenue: Годовой. IdeaWorksCompany.com LLC.
8. Гарифуллина Н.А. Большие данные в авиакомпании "Аэрофлот" // Свободный полет-2018. Задачи обработки больших данных в авиации: материалы III Всероссийской научно-практической конференции / Под общей редакцией С.С. Валеева, А.Д. Кулакова, И.А. Копылова (Жуковский-Уфа, 29–31 мая 2018 года). Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2018. С. 46-49.
9. Абрамов В.И., Михайлов Д.М., Столяров А.Д. Эко-системный подход создания омниканальных коммуникаций и цифровых профилей клиентов // Управление бизнесом в цифровой экономике: сборник тезисов выступлений Четвертой международной конференции / Под общей редакцией И.А. Аренкова, М.К. Ценжарик. СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2021. С. 180-186.
10. Ahmed M., Seraj R., Islam S.M.S. The k-means Algorithm: A Comprehensive Survey and Performance Evaluation: 8 // Electronics. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. 2020. Vol. 9, Is. 8. P. 1295.

УДК 004.912:004.4:005

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА АНАЛИЗА И ОБРАБОТКИ ПРАВОВОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

^{1,2}Ермолатий Д.А., ²Быстров А.И.¹ФГБУ «Федеральное бюро медико-социальной экспертизы» Минтруда Российской Федерации, Москва, e-mail: denis.yermolatiy@yandex.ru;²ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», Москва, e-mail: alexandr.jri.byistrov@yandex.ru

Проведены исследования возможностей автоматизации анализа правовой информации, применяемой для повышения точности и качества обработки и анализа, и оперативности принимаемых экспертными и рабочими группами решений. Проведен новый этап исследований, обосновано применение метода машинного обучения в обработке юридических текстов, начата разработка собственного программного продукта на основе описанного средства. Подробно рассмотрен пример метода машинного обучения для обработки и анализа текстов. Описана методика применения нейросетевой модели для работы с юридически значимыми аспектами текстов и приведены некоторые рекомендации по дальнейшему развитию автоматизации процессов деятельности экспертов в законотворчестве. В виде графиков и таблиц приведены результаты эксперимента применения метода машинного обучения к корпусу нормативно-правовых актов. Разработаны рекомендации методологического и методического характера по работе с нормативно-правовой информацией. Предложенная методика работы с применением нейросетевой обработки и дальнейшего анализа нормативно-правовой информации в рамках законотворчества показывает практически значимый результат и способствует более быстрому принятию решений, повышая тем самым качество и оперативность подготовки нормативно-правовых актов.

Ключевые слова: обработка текстов, правовая информация, VBA-скрипт, метод и средство системного моделирования, машинное обучение, Python, нейросети

IMPROVING THE QUALITY OF ANALYSIS AND PROCESSING OF LEGAL INFORMATION BASED ON THE USE OF MACHINE LEARNING METHODS

^{1,2}Ermolatiy D.A., ²Byistrov A.I.¹Federal State Budgetary Institution Federal Bureau of Medical and Social Expertise of the Ministry of Labor of Russia, Moscow, e-mail: denis.yermolatiy@yandex.ru;²Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, e-mail: alexandr.jri.byistrov@yandex.ru

Research into the possibilities of automating the analysis of legal information used to improve the accuracy and reliability of processing and analysis, and the quality of decisions made by expert and working groups. A new stage of research was conducted; application of machine learning method in processing legal texts was substantiated and development of our own software product on the basis of the described tool was started. The example of machine learning method for processing and analysis of texts is considered in detail. Methodology of neural network model application to address legally relevant aspects of texts is described and some recommendations for further development of automation of expert processes in lawmaking are given. Experimental results of application of machine learning method to corpus of legislative acts are given in the form of tables and diagrams. Methodological and methodological recommendations for working with regulatory information have been developed. *Conclusions.* The proposed methodology of work with the application of neural network processing and further analysis of regulatory information in the law-making shows practically significant results and contributes to a faster decision-making, thereby improving the quality and efficiency of the preparation of regulatory legal acts.

Keywords: text processing, legal information, VBA script, method and tool of system modeling, machine learning, Python, neural networks

В ходе формирования и развития системы комплексной реабилитации в РФ, как и при регулировании любой сферы деятельности, уделяется особое внимание нормативно-правовым актам (далее – НПА). С появлением новых редакций и уточняющих НПА в разы возрастает объем информации, требующий анализа и обработки после поверхностного ознакомления. Увеличение времени вынесения решений приводит к юридическим осложнениям, коллапсам, социальным спорам (напряженности) и судебным процессам. Об устойчи-

вой напряженности сообщают эксперты-реабилитологи, опубликовавшие статистику в рамках тематической конференции «Состояние и перспективы развития системы комплексной реабилитации и абилитации инвалидов и детей-инвалидов в Российской Федерации». Согласно статистике, количество обжалований и социальных споров, в том числе на основании несогласованности законодательных актов за 2019–2020 гг., достигает 87% и тенденция продолжает сохраняться [1, с. 180]. Приведенные данные подтверждаются также и открытой судеб-

ной статистикой, о чем написано в ранее опубликованной работе [2].

Правовая напряженность напрямую отрицательно влияет на социальную и потенциально экономическую (через недобросовестных граждан, пользующихся несовершенством нормативно-правового регулирования) сферы.

Целью данного исследования является автоматизация процессов анализа и обработки правовой информации посредством использования машинного обучения для повышения эффективности принятия управленческих решений.

Материалы и методы исследования

Исследование проводится на примере свода НПА в областях медико-социальной экспертизы (далее – МСЭ) и реабилитации и абилитации инвалидов (далее – РиАИ). Описано применение методики предварительного обучения и использования нейросетевой модели. Совершенствуются подходы и управленческие методы постановки и решения задач путем углубленного изучения научной проблемы.

Результаты исследования и их обсуждение

Государство каждый год проводит как обновления НПА, так и разработку новых, включая области МСЭ и РиАИ, с учетом того, что РиАИ во многом только начинает комплексно формироваться. Для систематизации работы (в данном случае – анализа и обработки) требуется максимально точно поставить задачу, а также определить варианты при работе с НПА (табл. 1).

Задачи при решении законодательной проблемы ставят формирующиеся рабочие группы.

После определения основной цели при решении поставленной рабочей группой задачи предлагается определенное новшество в управленческом подходе, а именно – формирование дополнительной экспертной группы, основной задачей которой и станет проведение технического анализа и обработки текстовых данных, используя предлагаемую программную среду.

В приведенных в данной статье результатах отражена обработка двух юридических документов:

1. Приказ Минтруда РФ от 29.12.2015 № 1171н «Об утверждении формы протокола проведения медико-социальной экспертизы гражданина в федеральном государственном учреждении медико-социальной экспертизы» (утратил силу).

2. Приказ Минтруда РФ от 04.07.2022 № 389н «Об утверждении формы и порядка заполнения протокола проведения медико-социальной экспертизы гражданина» (действующий).

«Основная сложность при работе с текстом связана с количеством слов, часть из которых не относится к полезной информации либо имеет равное значение <...>. Например, к ним относятся стоп-слова, которые являются вспомогательными (предлоги, союзы, частицы и др.); разные грамматические формы слов» [3].

«Для применения методов машинного обучения и интеллектуального анализа данных текстовые наборы необходимо преобразовать. Очистить от слов и символов, которые могут негативно сказаться на процессе распознавания. Одним из примеров подобной ситуации является использование иностранных слов в русскоязычных текстах» [4].

Таблица 1

Некоторые варианты работы с НПА

Варианты работы с НПА	Краткое описание работы
Выявление методологических изменений и нововведений при входе в силу нового НПА	Производится более точное определение внесенных обновлений в новом НПА, а также составление отчета по методическим и методологическим указаниям
Поиск технических нововведений при обновлении и выпуске новой редакции НПА	Нахождение новых позиций, описываемых в законодательных актах, при выпуске новой или расширенной редакции
Выяснения несогласованности между документами и действующими НПА	Нахождение неточностей и взаимоисключающих элементов и положений в НПА
Поиск обновленных и новых положений при замещении НПА	Нахождение новых и обновленных позиций при отмене НПА и замене такового новым
Взаимосвязи НПА с базой НПА выделенного направления	Ключевой НПА сравнивается с группой НПА определенной сферы
	И др.

Источник: создано Д.А. Ермолатием.

Таблица 2

Прямое сопоставление некоторых смысловых фреймов
после автоматизированной обработки с учетом нововведений

Старая версия (по приказу Минтруда России № 1171н от 29.12.2015 с ред. № 215 от 04.04.2019)	Новая версия (по приказу Минтруда России № 389н от 04.07.2022)	Кол-во заполняе- мых ячеек выбора
1. Дата подачи заявления: «__» _____ 20__ г.	1. Дата поступления направления на меди- ко-социальную экспертизу медицинской организацией (органа, осуществляющего пенсионное обеспечение гражданина, вы- ехавшего на постоянное место жительства за пределы Российской Федерации, стра- ховщика (территориального органа Фонда социального страхования Российской Фе- дерации, страхователя (работодателя), опре- деления суда (судьи), заявления гражданина о проведении медико-социальной эксперти- зы (нужное подчеркнуть) (день, месяц, год): «__» _____ 20__ г.	текст
6. Дата рождения: день __ месяц __ год ____ 7. Дата смерти (заполняется в отношении умершего инвалида): день __ месяц __ год ____ 8. Возраст (число полных лет для ребенка в возрасте до 1 года число полных месяцев): _____	5. Дата рождения (день, месяц, год): «__» _____ 20__ г. возраст (число полных лет, для ребенка в возрасте до 1 года число полных месяцев): _____ дата смерти (день, месяц, год): «__» _____ 20__ г.	текст
-----	7. Гражданин находится на лечении в стаци- онаре в связи с ампутацией (реампутацией) конечности (конечностей), нуждается в пер- вичном протезировании	1
11. Отношение к воинской обязанности <2>: 11.1. военнообязанный 11.2. лицо призывного возраста	10. Отношение к воинской обязанности: Гражданин, состоящий на воинском учете Гражданин, не состоящий на воинском уче- те, но обязанный состоять на воинском учете Гражданин, поступающий на воинский учет Гражданин, не состоящий на воинском учете	4
-----	13. Гражданин находится (нужное отметить и указать):	
-----	13.1. в медицинской организации, оказыва- ющей медицинскую помощь в стационар- ных условиях	1

Источник: создано Д.А. Ермолатием.

На первом этапе использовался Visual Basic for Applications (далее – VBA) [2], в работе с которым определяются критерии оценки и анализа юридической информации. В случае работы с НПА при использовании VBA на первом этапе и методов машинного обучения на втором, глобальной подготовки и определенной «чистки» текстов не требуется ввиду двух основных причин: редкость стоп-слов (иностранных и латинских) и малое влияние на точность измерений и результатов.

В рамках проводимого опыта первым шагом сравниваются два НПА друг с дру-

гом в режиме (формате) «один-один», с выбранной позицией из табл. 1 «Поиск обновленных и новых положений при замещении НПА», т.е. один НПА теряет силу при введении нового.

В пределах фрейма выявляются логико-семантические отношения для построения взаимосвязей и отражения таковых в специализированном отчете, предусмотренном скриптом [2]. Результаты были представлены предметным специалистам в виде таблицы как для проведения экспертной оценки, так и для детального изучения (табл. 2) и вынесения первичной экспертной оценки.

Для разработки программного продукта (при переходе на следующий этап разработки и формирования средства анализа и обработки правовой информации), а также проведения первичного эксперимента по использованию методов машинного обучения выбран язык программирования Python, средой разработки использован JupyterLab. «Функциональные возможности языка Python значительно больше подходят для проектирования сложных структур» [5]. Язык обладает большим количеством библиотек для работы с документами и текстами. В качестве базового инструмента в рамках первичного опыта для векторизации была использована модель Bidirectional Encoder Representation Transformers (далее – BERT) [6], обученная на русскоязычном корпусе текстов и новостных изданиях, подготовленная Лабораторией нейронных систем и глубокого обучения МФТИ, а также для более точного распознавания прагматической составляющей юридических текстов дополнительно проведено самостоятельное «дообучение» на ряде НПА.

С помощью вышеупомянутой модели возможно извлечь вектора слов, из которых получим вектора фреймов.

Для токенизации слов также используем заранее подготовленный токенизатор от создателей модели [7]. Это необходимо, чтобы разбить текстовый ввод на токены (уникальные идентификаторы слов, словосочетаний, буквенных комбинаций) и использовать в качестве входных данных модели BERT.

Изначально мы находим массив слов для всего абзаца, после чего усредняем векторы в массиве, чтобы получить *вектор абзаца (фрейма)*. Далее используется косинусное расстояние для нахождения сходства между фреймами. Вывод распределен от 0 до 1.

Для удобства работы с токенизатором и моделью авторами предлагается использовать функцию pipeline из библиотеки HuggingFace [8], которая позволяет совместить ряд операций в одной функции: предобработка данных, обработка данных моделью (включая вычисление расстояния) и получение вывода (рис. 1).

Для проведения эксперимента был собран корпус юридических текстов, состоя-

щий из 16 похожих пар абзацев и 16 непохожих. Формирование корпуса выполнено с участием экспертов и запущено в обработку после проведения экспертной оценки.

Для каждой пары фреймов с применением предобученной модели BERT и инструментария, предусмотренного вышеупомянутой библиотекой HuggingFace, найдено расстояние (дистанция) (табл. 3).

Среднее косинусное расстояние для схожих текстов составило 0,32. Среднее расстояние для несхожих текстов составило 0,54 (рис. 2).

Далее эмпирически подбирается порог принятия решения – являются ли абзацы схожими или различными по смыслу (прагматически). С учетом экспертной оценки порог в нашем опыте составил 0,5.

Исходя из этого, мы признаем все пары фреймов, где порог не превысил расстояние 0,5, схожими, а где превысил – несхожими. Это дает нам возможность посчитать f-меру для оценки подхода (методики) (рис. 3).

Результаты обработки НПА представлены в табл. 3.

Как можно заметить из значений метрик и матрицы оценки, предлагаемый подход (методика) демонстрирует достаточно точные результаты в определении схожести текстов, на основании чего можно проводить экспертную оценку групп НПА. Получено подтверждение экспертным сообществом о сокращении требуемого времени на анализ нормативно-правовой информации в среднем до 10% в сравнении с применением VBA, что доказывает эффективность. Дополнительное время, полученное путем сокращения временных затрат на первичную обработку и анализ, направляется на углубленную юридическую оценку формирующихся предложений к нововведениям.

При дальнейшем накоплении опыта и развитии средств обработки и анализа будет разрабатываться самостоятельный программный продукт, который в своей финальной реализации сможет предсказывать согласованность разрабатываемого НПА на основе комплексного сравнения с группами НПА заданной предметной области, значение может быть выражено в процентах.

```
def compare_and_get_score(str1: str,
                          str2: str):
    data1 = np.mean(pipeline(str1)[0], axis=0).reshape(1, -1)
    data2 = np.mean(pipeline(str2)[0], axis=0).reshape(1, -1)
    dist = cosine_distances(data1, data2)[0][0]
    return dist
```

Рис. 1. Задание функции сравнения фреймов средствами языка Python (создано А.И. Быстровым)

Измеряем расстояние между сходными по смыслу абзацами

```
In [24]: distances = []
for _, row in df.iterrows():
    distances.append(comare_and_get_score(row['initial'], row['compare']))
df['distances'] = distances
```

```
In [25]: df['distances'].mean()
```

```
Out[25]: 0.32481344615031427
```

Измеряем расстояние между различными по смыслу абзацами

```
In [12]: distances=[]
for _, row in df.iterrows():
    one_out_df = df[df['initial']!=row['initial']]
    dist = []
    for _, roww in one_out_df.iterrows():
        dist.append(comare_and_get_score(roww['initial'], row['initial']))
    distances.append(np.mean(dist))
df['distances_between_initial'] = distances
```

```
In [13]: distances=[]
for _, row in df.iterrows():
    one_out_df = df[df['compare']!=row['compare']]
    dist = []
    for _, roww in one_out_df.iterrows():
        dist.append(comare_and_get_score(roww['compare'], row['compare']))
    distances.append(np.mean(dist))
df['distances_between_compare'] = distances
```

```
In [14]: df['distances_between_initial'].mean()
```

```
Out[14]: 0.5398906338200013
```

Рис. 2. Получение расстояний (создано авторами)

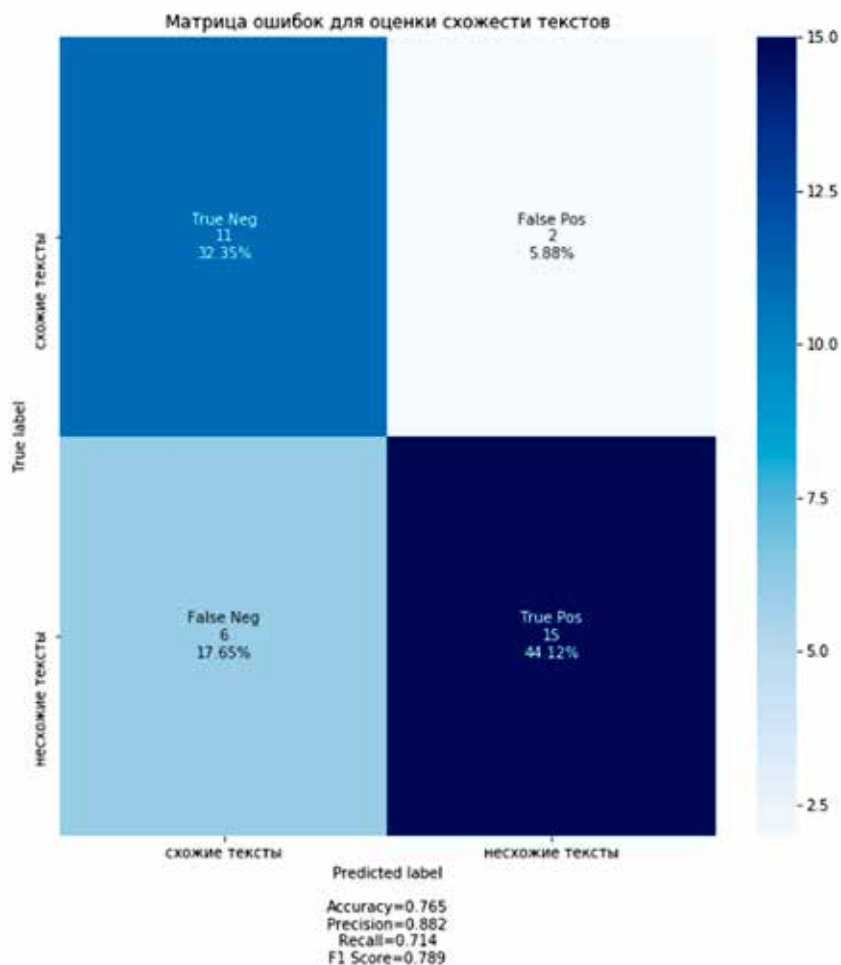


Рис. 3. Матрица оценки схожести текстов (создано А.И. Быстрым)

Таблица 3

Некоторые из результатов проведенного эксперимента

Абзац для сравнения 1	Абзац для сравнения 2	Экспертная оценка	Оценка модели (расстояние)	Решение, основанное на оценке модели
Наименование образовательной организации, в которой получает образование:	Сведения об образовательной организации (полное наименование, юридический адрес), в которой гражданин, в отношении которого проводится медико-социальная экспертиза, получает образование:	Схожи	0,395	Схожи
Курс, класс (указываемое подчеркнуть):	Курс, класс, возрастная группа дошкольной образовательной организации (нужное подчеркнуть и указать):	Схожи	0,315	Схожи
Федеральные органы государственной власти, органы государственной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления (в сфере установленных полномочий), организации независимо от их организационно-правовых форм обеспечивают инвалидам (включая инвалидов, использующих кресла-коляски и собак-проводников): 1) условия для беспрепятственного доступа к объектам социальной, инженерной и транспортной инфраструктур (жилым, общественным и производственным зданиям, строениям и сооружениям, включая те, в которых расположены физкультурно-спортивные организации, организации культуры и другие организации), к местам отдыха и к предоставляемым в них услугам;	Чтобы наделить инвалидов возможностью вести независимый образ жизни и всесторонне участвовать во всех аспектах жизни, государства-участники принимают надлежащие меры для обеспечения инвалидам доступа наравне с другими к физическому окружению, к транспорту, к информации и связи, включая информационно-коммуникационные технологии и системы, а также к другим объектам и услугам, открытым или предоставляемым для населения, как в городских, так и в сельских районах. Эти меры, которые включают выявление и устранение препятствий и барьеров, мешающих доступности, должны распространяться	Схожи	0,192	Схожи
Получение консультативного заключения главного бюро или Федерального бюро	дополнительное обследование в образовательных организациях (в том числе в психолого-медико-педагогических комиссиях)	Не схожи	0,732	Не схожи
Место работы:	Мероприятия психолого-педагогической реабилитации и (или) абилитации	Не схожи	0,767	Не схожи
Сведения об образовательной организации (полное наименование, юридический адрес), в которой гражданин, в отношении которого проводится медико-социальная экспертиза, получает образование:	Максимальный срок ожидания в очереди при подаче заявителем лично заявления о предоставлении государственной услуги и при получении результата предоставления государственной услуги составляет не более пятнадцати минут.	Не схожи	0,402	Схожи

Источник: создано авторами.

Заключение

Применение машинного обучения способствует как сокращению времени на анализ юридической информации аналитиками и экспертами, так и получению более точного сравнения фреймов. Использование модели BERT повышает общее качество принимаемых решений и, как вывод, повышает общее качество НПА и согласованность между ними.

Представленная методика может полноценно использоваться не только в сферах МСЭ и РиАИ, но и во многих других. Дополнительные испытания (например, в сфере высшего образования) будут приведены в новых работах.

Предлагаемая методика обработки и анализа – использование метода предварительного обучения и модели BERT, позволяет ускорить процесс оценки и согласования различных вопросов в рамках действия рабочих и экспертных групп при работе с правовой информацией в законотворческой деятельности. Также и повысить качество рассматриваемых законодательных поправок и редакций при формировании предложений к дальнейшим нововведениям. Важной особенностью методики является относительная доступность для всех участников законотворческого процесса.

В последующих статьях также будет описан ход создания собственного продукта на основе описанной модели. Будут рассмотрены и уточнены инструментарий автоматизации определения вариантов обработки и выбора целевых функций для ана-

лиза юридической информации с привлечением экспертов в качестве «учителей» для нейросетевых моделей. Такой опыт может лечь в основу для создания отдельной информационной системы (в том числе государственной).

Список литературы

1. Морозова Е.В., Жукова Е.В. Повышение информированности пациентов и их законных представителей в рамках социально-ориентированной технологии «школа социальной жизни» // Состояние и перспективы развития системы комплексной реабилитации и абилитации инвалидов и детей-инвалидов в РФ: сборник материалов и докладов. М., 2022. 366 с.
2. Ермолатий Д.А. Анализ правовой информации прикладными средствами при использовании VBA-скриптов // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 9. С. 22–26.
3. Валиев А.И., Лысенкова С.А. Применение методов машинного обучения для автоматизации процесса анализа содержания текста // Вестник кибернетики. 2021. № 4 (44). С. 12–15.
4. Томашевская В.С., Старичкова Ю.В., Яковлев Д.А. Использование машинного обучения для распознавания текстовых шаблонов литературных источников // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2022. № 3. С. 15–25.
5. Леметюйнен Ю.А., Дударов С.П. Сравнительный анализ возможности нейросетевого моделирования на языке программирования Python и в среде Matlab // Успехи в химии и химической технологии. 2021. № 3 (238). С. 6–8.
6. QuData. Портал разработчиков ИИ/МО [Электронный ресурс]. URL: https://qudata.com/ml/ru/NN_Attention_BERT.html (дата обращения: 08.01.2023).
7. DeepPavlov Github Блог-портал экспертов разработчики решений машинного обучения. [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/deeppavlov/DeepPavlov> (дата обращения: 08.01.2023).
8. The AI Community. Open source in machine learning. [Электронный ресурс]. URL: https://huggingface.co/docs/transformers/main_classes/pipelines (дата обращения: 08.01.2023).

УДК 004.052.2

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МОДИФИЦИРОВАННОГО ЦЕЛОЧИСЛЕННОГО ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ХААРА В КОНЕЧНЫХ ПОЛЯХ

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

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

e-mail: kia762@yandex.ru

Повышенный интерес к технологиям ортогонального частотного мультиплексирования (OFDM) обоснован тем, что их применение позволяет обеспечить высокую скорость передачи и спектральную эффективность, а также низкую межсимвольную интерференцию. Не являются исключением низкоорбитальные системы спутникового интернета (НССИ). Для повышения скорости передачи в беспроводных системах OFDM используются методы, которые увеличивают размерность QAM созвездия, уменьшают величину циклического префикса, увеличивают скорость кодирования, используют технологию МИМО. Однако вопросы сокращения времени цифровой обработки сигналов, которые реализуются с использованием быстрых преобразований Фурье (БПФ), не были широко рассмотрены. Повысить скорость обработки сигналов можно двумя способами. Во-первых, заменить БПФ на более скоростное ортогональное преобразование. В качестве такого преобразования можно взять вейвлет-преобразование (ВП) Хаара. Во-вторых, при обработке сигнала использовать табличную реализацию арифметических преобразований. Реализация целочисленных дискретных вейвлет-преобразований (ЦДВП) Хаара в конечных полях Галуа позволяет заменить операции сложения, вычитания и умножения на операцию выборки результата из LUT-таблицы. Очевидно, что интеграция данных способов позволит эффективно решить выявленную проблему – сокращение времени цифровой обработки сигналов в OFDM системе. Поэтому применение алгебраической системы конечного поля при реализации математической модели целочисленного вейвлет-преобразования Хаара является актуальной задачей.

Ключевые слова: технология OFDM, вейвлет-преобразование Хаара, алгебраические системы, конечные поля Галуа

MATHEMATICAL MODEL OF THE MODIFIED INTEGER HAAR WAVELET TRANSFORM IN FINITE FIELDS

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

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

The increased interest in orthogonal frequency multiplexing (OFDM) technologies is justified by the fact that their application allows for high transmission speed and spectral efficiency, as well as low inter-symbol interference. Low Earth Orbit Satellite Internet Systems (LEOs) are no exception. To increase the transmission rate in wireless OFDM systems, methods are used that increase the dimension of the QAM constellation, reduce the value of the cyclic prefix, increase the coding rate, and use MIMO technology. However, the issues of reducing the time of digital signal processing, which are implemented using fast Fourier transforms (FFT), have not been widely considered. There are two ways to increase signal processing speed. First, replace the FFT with a faster orthogonal transform. As such a transformation, we can take the Haar wavelet transform (WT). Secondly, when processing the signal, use a tabular implementation of arithmetic transformations. The implementation of Haar integer discrete wavelet transforms (DIWTs) in finite Galois fields makes it possible to replace the operations of addition, subtraction, and multiplication with the operation of selecting the result from the LUT table. Obviously, the integration of these methods will effectively solve the identified problem – reducing the time of digital signal processing in an OFDM system. Therefore, the use of the finite field algebraic system in the implementation of the mathematical model of the integer Haar wavelet transform is an urgent task.

Keywords: OFDM technology, Haar wavelet transform, algebraic systems, finite Galois fields

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

Проблема обеспечения доступа в любой точке Земли к информационным технологиям, которые предоставляет информационно-коммуникационная сеть Интернет, еще далека от своего решения. Поэтому в последнее десятилетие было предложено несколько глобальных проектов построения спутникового интернета [1]. Так как часть абонентов располагается за полярным кругом, то спутниковый интернет должен использовать низкоорбитальные космические аппараты (КА). В настоящее время

была развернута низкоорбитальная система спутникового интернета (НССИ) StarLink. Для организации эффективной беспроводной связи, в том числе в районах Крайнего Севера, на орбиту было выведено более 2000 низкоорбитальных космических аппаратов [2, 3]. Чтобы обеспечить минимальную себестоимость развертывания беспроводной системы связи, а также высокую скорость обмена данными в системе StarLink, было решено использовать методы ортогонального частотного мультиплекси-

рования (OFDM). Выбор данной технологии объясняется основными достоинствами, которыми она обладает. К ним, как правило, относят [4, 5]: высокий уровень спектральной эффективности; эффективную работу в условиях многолучевости; низкую межсимвольную интерференцию. Анализ становления технологии OFDM показывает, что основным драйвером ее развития является обеспечение более высокой скорости передачи информации. Для достижения данной цели разработчики предлагают уменьшить размер циклического префикса и корректирующие способности кода, увеличить разрядность QAM-модулятора, использовать метод МИМО. При этом вопросы снижения времени на цифровую обработку сигналов за счет замены быстрых ДПФ (БПФ) на целочисленные дискретные вейвлет-преобразования (ЦДВП), например ЦДВП Хаара, не были рассмотрены. При этом существует возможность повышения скорости вычислений ЦВП с целочисленных алгебраических систем – конечных полей Галуа. Поэтому применение алгебраической системы конечного поля при реализации математической модели ЦДВП Хаара является актуальной задачей.

В основе быстрых алгоритмов ДПФ лежит базовое преобразование «бабочка». Для ее выполнения спецпроцессору БПФ необходимо выполнить четыре операции умножения действительных и мнимых частей сигнала, а также шесть операций сложения. Переход к ЦВП Хаара позволяет уменьшить время на выполнение цифрового преобразования сигнала из частотной области во временную и обратно. Переход к более высокой производительности спецпроцессора ЦВП Хаара можно обеспечить за счет применения конечных полей Галуа. В этом случае операции сложения, вычитания и умножения можно заменить процедурами выборки результатов этих операций из LUT-таблиц. Цель исследований – уменьшить временные затраты на цифровую обработку сигналов в системах OFDM за счет использования математической модели модифицированного целочисленного вейвлет-преобразования Хаара, реализованного в конечном поле Галуа.

Материалы и методы исследования

Вейвлет-преобразования (ВП) широко применяются в областях, связанных с обработкой и анализом нестационарных сигналов [6–8]. Это вызвано тем, что полученные результаты обработки показывают

не только распределение энергии сигнала по частотной области, но и связывают это с временным масштабом. В результате этого можно однозначно определить поведение определенных частотных составляющих сигнала. Отличительной особенностью ВП от ДПФ является то, что они генерируют двумерную развертку сигнала по времени и частоте, что позволяет проводить исследование сигнала сразу в двух измерениях. В этом случае при анализе сигнала строится ряд функций, являющихся базисом ВП с использованием операторов временного сдвига b и масштаба времени a ,

$$\psi_{ab} = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi \left(\frac{t-b}{a} \right). \quad (1)$$

Данный ряд функций вычисляется с помощью первичного вейвлета $\psi(t)$, который считается материнским. Используя эти вейвлет-функции $\psi_{ab}(t)$, можно получить вейвлет-образ сигнала $s(t)$ с помощью выполнения интегрального ВП:

$$S_{\psi}(a, b) = \int_{-\infty}^{+\infty} s(t) \psi_{ab} dt = \int_{-\infty}^{+\infty} s(t) \frac{1}{\sqrt{a}} \psi \left(\frac{t-b}{a} \right) dt. \quad (2)$$

Идея вычисления интегрального ВП сигнала $s(t)$ базируется на его разложении на масштабированные значения МВ, которые при этом будут сдвинуты во временной области. Для обратного восстановления сигнала с помощью его вейвлет-образов $S_{\psi}(a, b)$ необходимо воспользоваться нормализующим коэффициентом

$$C_{\psi} = 2\pi \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{|\psi(\omega)|^2}{|\omega|} d\omega. \quad (3)$$

Тогда обратное ВП имеет вид

$$s(t) = \frac{1}{C_{\psi}} \int_{-\infty}^{+\infty} S_{\psi}(a, b) \psi_{ab}(t) \frac{dad b}{a^2}. \quad (4)$$

Очевидно, что скорость выполнения дискретного ВП зависит от количества коэффициентов, используемых в ВП. Наименьшее количество коэффициентов имеет вейвлет-преобразование Хаара [8]. В этом случае значения базисных функций Хаара $h_k(m)$ определяются на $m \in [0, 1]$. Если $k = 0$, то имеем

$$h_0(m) = h_{00}(m) = \left(\sqrt{N} \right)^{-1}. \quad (5)$$

Для получения остальных базисных функций Хаара применяется равенство

$$h_k(m) = h_{ws}(z) = \frac{2^{\frac{w}{2}}}{\sqrt{N}} \begin{cases} 1 & \text{при } \frac{s-1}{2^w} \leq m < \frac{s-0,5}{2^w} \\ -1 & \text{при } \frac{s-0,5}{2^w} \leq m < \frac{s}{2^w} \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}, \quad (6)$$

где w, s – индексы, которые задаются $k = 0, 1, 2, \dots, N-1; N = 2^L; m \in [0,1]$.

С помощью преобразования Хаара одномерный сигнал $S = \{s(1), s(2), \dots, s(n)\}$, имеющий n отсчетов, можно представить двумя наборами коэффициентами. Первыми коэффициентами является аппроксимирующие $a^1 = (a_1, a_2, \dots, a_{n/2})$, которые определяются

$$a_j = \frac{s(2j-1) + s(2j)}{\sqrt{2}}, \quad (7)$$

где $j = 1, 2, \dots, n/2$.

Вторыми являются детализирующие коэффициенты $d^1 = (d_1, d_2, \dots, d_{n/2})$, вида

$$d_j = \frac{s(2j-1) - s(2j)}{\sqrt{2}}, \quad (8)$$

где $j = 1, 2, \dots, n/2$.

Данное преобразование можно представить в виде базовой матрицы для обработки двух отсчетов

$$\begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ -\frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{pmatrix}. \quad (9)$$

Как показано в [8], аппаратная реализация ДВП Хаара представляет собой набор двух цифровых фильтров. Первый фильтр будет низкочастотным. Его коэффициентами являются $h_0 = \frac{1}{\sqrt{2}}, h_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}$.

Второй фильтр является высокочастотным. Его коэффициентами фильтрации являются $g_0 = -\frac{1}{\sqrt{2}}, g_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}$.

Используя базовую матрицу коэффициентов разложения (9), получаем модифицированное целочисленное преобразование Хаара. В этом случае матрица прямого преобразования имеет вид (10):

$$H_8 = \begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{-1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{-1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{-1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{pmatrix}.$$

В результате данной модификации получается разложение входного сигнала, состоящего из восьми отсчетов на две части. Первая часть – это аппроксимирующие коэффициенты входного сигнала. Вторая часть – детализирующие коэффициенты входного сигнала. Тогда, используя дискретное вейвлет-преобразование Хаара (DWTН), получаем разложение сигнала $S = \{s(1), s(2), \dots, s(8)\}$

$$DWTН(S) = \{a_1, a_2, a_3, a_4, d_1, d_2, d_3, d_4\}. \quad (11)$$

Анализ базовой матрицы (9), на основе которой реализуется ДВП, показывает, что коэффициенты Хаара – это иррациональные числа. В результате этого при обработке сигналов в системе OFDM с помощью ДВП Хаара, во-первых, не будут обеспечены минимальные временные затраты на реализацию данной процедуры. Во-вторых, в процессе вычислений будет происходить накопление ошибок округления. Устра-

нить данные недостатки можно за счет использования целочисленных дискретных вейвлет-преобразований (ЦДВП) Хаара, реализованных в конечном поле Галуа. Реализация ЦДВП в $GF(p)$ позволит заменить выполнение операций сложения, вычитания и умножения операций выборки из LUT-таблиц результатов. В результате будет сокращено время на ортогональное преобразование сигнала, что повысит скорость передачи информации.

Для реализации вычислений ЦДВП Хаара в поле $GF(p)$ необходимо выполнить операцию масштабирования коэффициентов Хаара. Для этого используется коэффициент масштабирования $D = 2^n$, где $n = 1, 2, \dots$. В результате получаем целочисленные коэффициенты низкочастотные

$$h_0^* = \lfloor Dh_0 \rfloor \bmod p, h_1^* = \lfloor Dh_1 \rfloor \bmod p.$$

Для высокочастотных коэффициентов Хаара имеем

$$g_0^* = p - \lfloor Dg_0 \rfloor \bmod p, g_1^* = \lfloor Dg_1 \rfloor \bmod p,$$

которые становятся элементами поля Галуа. В этом случае матрица (9) будет иметь вид

$$H_8 = \begin{bmatrix} h_0^* & h_1^* & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ g_0^* & g_1^* & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & h_0^* & h_1^* & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & g_0^* & g_1^* & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & h_0^* & h_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & g_0^* & g_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & h_0^* & h_1^* \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & g_0^* & g_1^* \end{bmatrix}. \quad (12)$$

Так как среди коэффициентов Хаара есть отрицательные числа, то они будут располагаться во второй части диапазона от $p/2$ до $p - 1$. В этом случае отрицательное число $-S$ будет представляться в виде $-S \bmod p = p - S$.

Результаты исследования и их обсуждение

Проведем сравнительный анализ модифицированного целочисленного вейвлет-преобразования Хаара, реализованного в конечных полях Галуа с БПФ. Исходные данные сигнала OFDM, используемого в НССИ [3]: размер созвездия – 64 QAM; размерность – 52 поднесущие; разрядность входного сигнала и коэффициентов Хаара – 8 бит; коэффициент масштабирования

$D = 256$. В качестве характеристики поля Галуа выбираем простое число, которое удовлетворяет условию $p > 2^{17}$. Выбираем простое число $p = 131101$. Тогда целочисленные коэффициенты Хаара будут иметь вид

$$h_0^* = h_1^* = \left\lfloor 256 \frac{1}{\sqrt{2}} \right\rfloor \bmod p = 181,$$

$$g_0^* = p - \lfloor Dg_0 \rfloor \bmod p = 130920, g_1^* = 181.$$

Сравнительный анализ будем производить с 64-точечным БПФ. Данное преобразование реализуется за шесть итераций. На каждой итерации выполняется базовая процедура БПФ «бабочка». Рассмотрим реализацию целочисленного ДВП Хаара в конечном поле $GF(131101)$. Пусть входной вектор S состоит из 16 отсчетов, представленных во втором столбце таблицы. В третьем столбце таблицы показаны $|DWTH(S)|_p^+$ – результаты выполнения целочисленного ДВП Хаара в поле $GF(p)$. Четвертый столбец – масштабирование результатов с учетом $D = 256$. В пятом столбце показаны $WTH(S)$ – результаты выполнения ДВП Хаара. В шестом столбце показаны $(|DWTH(S)|_p^+)^{-1}$ – результаты выполнения обратного преобразования Хаара в поле $GF(p)$. Седьмой столбец таблицы $(|DWTH(S)|_p^+)^{-1} / D$ – масштабирование результатов обратного преобразования с учетом $D = 256$. В восьмом столбце таблицы показаны $(WTH)^{-1}$ – результаты выполнения обратного ДВП Хаара.

Анализ таблицы показывает, что результаты выполнения ДВП в различных алгебраических системах позволяют получить одинаковые результаты. В этом случае результаты масштабирования $(|DWTH(S)|_p^+)^{-1} / D$ необходимо в сторону большего целого числа.

Чтобы оценить эффективность предложенной модификации ДВП Хаара в полк $GF(p)$, было проведено RTL моделирование. Данное моделирование осуществлялось на ПЛИС Kintex UltraScalexcku025-ffva1156-1 с использованием Xilinx Vivado-HLS 2018. Временные затраты на выполнение модифицированного ЦДВП Хаара в $GF(p)$ при ортогональной обработке сигнала составили с учетом умножения на отрицательный коэффициент и операции обратного масштабирования составили 310 нс. При этом на реализацию БПФ потребовалось 468 нс.

Реализация ДВП Хаара в алгебраических системах

n	S(n)	$ DWT H(S) _p^+$	$\frac{ DWT H(S) _p^+}{D}$	WTH	$(DWT H(S) _p^+)^{-1}$	$\frac{(DWT H(S) _p^+)^{-1}}{D}$	$(WTH)^{-1}$
0	32	15928	62,21875	62,22539674	8190	31,99316	32
1	56	4344	16,96875	16,97056275	14333	55,98804	56
2	27	25702	100,3984	100,4091629	6911	26,99423	27
3	115	15928	62,21875	62,22539674	29434	114,9754	115
4	12	5249	20,50391	20,50609665	3072	11,99744	12
5	17	905	3,535156	3,535533906	4351	16,99637	17
6	27	10498	41,00781	41,01219331	6911	26,99423	27
7	31	724	2,828125	2,828427125	7935	30,99338	31
8	5	4163	16,26172	16,26345597	1280	4,998932	5
9	18	2353	9,191406	9,192388155	4608	17,99615	18
10	14	24254	94,74219	94,75230868	3584	13,99701	14
11	120	19186	74,94531	74,95331881	30714	119,9744	120
12	34	13032	50,90625	50,91168825	8703	33,99274	34
13	38	724	2,828125	2,828427125	9726	37,99188	38
14	9	3620	14,14063	14,14213562	2304	8,998077	9
15	11	362	1,414063	1,414213562	2816	10,99765	11

Таким образом, использование разработанной математической модели модифицированного ЦДВП Хаара в поле Галуа позволило сократить временные затраты на обработку сигнала в 1,51 раза, что обеспечит повышение скорости передачи сигналов в системах OFDM, используемых в НССИ.

Заключение

В статье рассмотрен один из подходов, позволяющий повысить скорость передачи информации в системах OFDM. Данный подход основан на замене БПФ на модифицированное ЦДВП Хаара в GF(p) при выполнении ортогональных преобразований сигналов. Проведенное моделирование с использованием ПЛИС Kintex UltraScalexcu025 – ffva1156 – 1 с использованием Xilinx Vivado-HLS 2018. Временные затраты на выполнение модифицированного ЦДВП Хаара в GF(p) при ортогональной обработке сигнала составили с учетом умножения на отрицательный коэффициент и операции обратного масштабирования составили 310 нс. При этом на реализацию БПФ потребовалось 468 нс. Таким образом, использование разработанной математической модели модифицированного ЦДВП Хаара в поле Галуа позволило сократить временные затраты на обработку сигнала

в 1,51 раза, что обеспечит повышение скорости передачи сигналов в системах OFDM, используемых в НССИ. Поставленная в статье цель достигнута.

Список литературы

1. Michael Sheetz In race to provide internet from space, companies ask FCC for about 38,000 new broadband satellites. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cnbc.com/2021/11/05/space-companies-ask-fcc-to-approve-38000-broadband-satellites.html> (дата обращения: 02.04.2023).
2. McDowell J.C. The Low Earth Orbit Satellite Population and Impacts of the SpaceX Starlink Constellation// The Astrophysical Journal Letters. 2020. Vol. 892. P. 10–15. DOI: 10.3847/2041-8213/ab8016.
3. Пехтерев С.В., Макаренко С.И., Ковальский А.А. Описательная модель системы спутниковой связи Starlink // Системы управления, связи и безопасности (Systems of Control, Communication and Security). 2022. № 4. С. 190–255. URL: <http://scs.intelgr.com/archive/2022-04/07-Pehterev.pdf> (дата обращения: 02.04.2023). DOI: 10.24412/2410-9916-2022-4-190-255.
4. Бакулин М.Г., Крейнделин В.Б., Шумов А.П. Технология OFDM. Учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия – Телеком, 2017. 352 с.
5. Qasim Chaudhari A. Beginner’s Guide to OFDM. [Электронный ресурс]. URL: <https://wirelesspi.com/a-beginners-guide-to-ofdm/> (дата обращения: 02.04.2023).
6. Hans-Georg Stark Wavelets and signal processing // Springer International Publishing Switzerland. 2019. 254 p.
7. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. 3-е изд., доп. М.: Техносфера, 2012. 427 с.
8. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. М.: Горячая линия – Телеком, 2015. 671 с.

УДК 004:519.688

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ НА ТРЕХМЕРНЫХ МРТ-СНИМКАХ ГОЛОВНОГО МОЗГА: ПРЕДСКАЗАНИЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ И ГЕНДЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК С ПЕРЕНОСОМ ДОМЕНА ДАННЫХ В МОДЕЛЯХ ГЛУБИННОГО ОБУЧЕНИЯ

¹Куртис А.А., ²Талалаев М.В., ³Елисеев С.Н.

¹ООО «Комус», НИУ «Высшая школа экономики», Москва, e-mail: a.kurtis@list.ru;

²ООО «Алатойс», ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет»,

Йошкар-Ола, e-mail: oblomoff1@yandex.ru;

³АО «ЦВ «Протек», НИУ «Высшая школа экономики», Москва,

e-mail: yeliseevsemyon@gmail.com

Несомненно, роль человеческого фактора при проведении диагностики данных, полученных в результате применения метода магнитно-резонансной томографии области головного мозга, крайне велика. Благодаря использованию данного инструментария происходит генерация значительного объема данных (информации), которую специалист может не заметить или неверно истолковать. Зачастую цена такой ошибки может быть фатальна для человеческой жизни. Развитие современных технологий (в первую очередь графических процессоров) делает все более доступным и возможным применение методов глубинного обучения (нейросетей) для минимизации человеческого фактора при принятии решений профильными специалистами. В рамках настоящего исследования была усовершенствована архитектура нейросети в части получения цифровых значений на выходе последнего слоя (регрессия), а также классификатора, проведены эксперименты на двух открытых наборах данных трехмерных (3D) МРТ-снимков головного мозга ABIDE I и HCP (обучение, валидация, тестирование, визуализация). Основной упор сделан на построении архитектуры модели, предобработке входных изображений, подборе гиперпараметров, метрик измерения ошибки для достижения поставленных задач с максимальным качеством работы модели (классификация по гендерному признаку и определение возраста исследуемого).

Ключевые слова: МРТ, сверточная нейросеть, глубинное обучение, головной мозг, трехмерное изображение, классификация, регрессия, медицина

NEURAL NETWORKS ON 3D BRAIN MRI: DEMOGRAPHIC AND GENDER PREDICTION WITH DOMAIN TRANSFER IN DEEP LEARNING MODELS

¹Kurtis A.A., ²Talalaev M.V., ³Eliseev S.N.

¹Komus LTD, Higher school of economics University, Moscow, e-mail: a.kurtis@list.ru;

²Alatoys LTD, Mari state university, Yoshkar-Ola, e-mail: oblomoff1@yandex.ru;

³CV Ptotek JSC, Higher school of economics University, Moscow, e-mail: yeliseevsemyon@gmail.com

Undoubtedly, the role of the use of the human factor in identifying data obtained as a result of the use of magnetic resonance imaging of the brain area is extremely large. Through the use of this toolkit, a significant amount of data (information) is generated, which may not be detected or misinterpreted. outcome, the price of such a mistake can be fatal for teenagers. The development of modern technologies (in turn, GPUs) makes it increasingly accessible and likely to apply the first studies of deep learning (neural networks) to minimizing a person. As part of this study, the architecture of the neural network was improved in terms of obtaining digital values at the output of the last layer (regression), as well as the classifier, experiments were carried out on two open data sets of three-dimensional (3D) MRI images of the brain ABIDE I and HCP (training, validation, testing, visualization). The main emphasis is on building the architecture of the model, preprocessing the input images, selecting hyperparameters, error measurement metrics to achieve the goals with the maximum quality of the model (classification by gender and determining the age of the subject).

Keywords: MRI, convolutional neural network, deep learning, brain, 3D image, classification, regression, medicine

Функциональная МРТ (фМРТ) – метод картирования коры головного мозга, позволяющий определять индивидуальное местоположение и особенности областей мозга, отвечающих за движение, речь, зрение, память и другие функции, индивидуально для каждого пациента. Суть метода заключается в том, что при работе определенных отделов мозга кровоток в них усиливается. В процессе проведения фМРТ пациенту предлагается выполнение опре-

деленных заданий, участки мозга с повышенным кровотоком регистрируются, и их изображение накладывается на обычную МРТ мозга [1].

Несомненно, факт человеческой ошибки при определении различных патологий головного мозга крайне велик, поскольку при сканировании методом МРТ генерируется значительное количество снимков (информации). Человек не всегда способен уловить малейшие отклонения, возника-

ющие на снимках ввиду высокой сложности и разнообразности таких отклонений и их свойств.

С учетом все большего накопления цифровых данных в этой области, а также поступательного развития современных графических процессоров становится возможным применение методов машинного и глубинного обучения для построения различного рода предсказательных моделей поведения головного мозга. Более того, данные методы зачастую показывают гораздо более высокую эффективность и точность предсказаний по сравнению с теми решениями, которые принимаются человеком [2, с. 64–72], в том числе путем ручной классификации [3].

Материалы и методы исследования

В рамках исследования использованы следующие открытые наборы данных: HCP [4], ABIDE I [5].

Датасет HCP содержит 1113 наборов данных от людей со структурными МРТ. Данные представлены от 507 мужчин и 606 женщин. Датасет был преобразован в трехмерные изображения размером $58 \times 70 \times 58$ точек из размера $260 \times 311 \times 260$ точек. Данное преобразование было реализовано с целью сокращения потребления имеющихся ресурсов графических процессоров, а также в целях получения лучшего результата классификации, поскольку меньший размер входного изображения обеспечивает большее воспринимающее поле для модели CNN. Для масштабирования был использован функционал библиотек DIPY и SciPY. Для визуализации данных использовалась библиотека nilearn.

Датасет ABIDE I содержит 1093 набора данных людей, подвергшихся периодическому контролю, в возрасте от 7 до

64 лет. Кроме того, представлены данные о гендерной принадлежности снимка головного мозга. Также следует отметить, что данный датасет является несбалансированным (количество мужчин и женщин 932 и 161 соответственно).

В качестве функции потерь в модели классификации была использована **nn.NLLoss**, входными данными для которой являются вектор логарифмической вероятности и метка цели; в модели регрессии – **nn.L1Loss**, которая считает среднюю абсолютную ошибку (MAE) между каждым предсказанным значением и истинным.

В качестве оптимизатора применялся **optim.Adam** с гиперпараметром $lr = 3e-4$.

Также в процессе обучения использовался **scheduler – MultiStepLR**, который понижал значение гиперпараметра lr оптимизатора на 0.1 каждые n эпох.

Метриками качества для модели классификации являлись точность (**Accuracy**) между предсказанным и истинным классом и **roc_auc_score**.

Для модели регрессии использовалась метрика средней абсолютной ошибки (**MAE**).

Для визуализации полученных результатов использовалась библиотека **matplotlib**.

Результаты исследования и их обсуждение

Архитектура сверточных нейронных сетей, используемых в моделях классификации и регрессии, представлена на рис. 1, 2 соответственно.

Как становится видно по рисункам, нейросети отличаются лишь последней частью. В случае с регрессией используются 3 линейных слоя, а в случае классификации – линейный слой и функция **softmax**.

Для более глубокого понимания опишем слой, из которых состоит нейросеть.

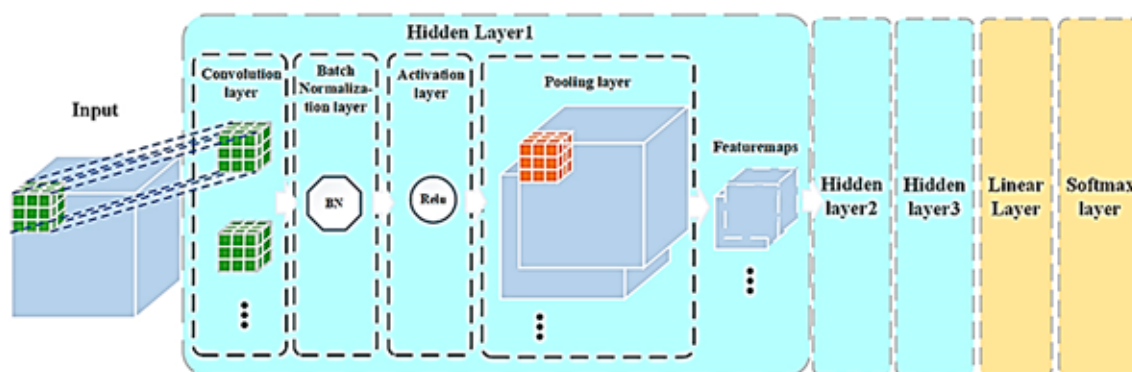


Рис. 1. Архитектура сверточной нейронной сети, используемой в модели классификации

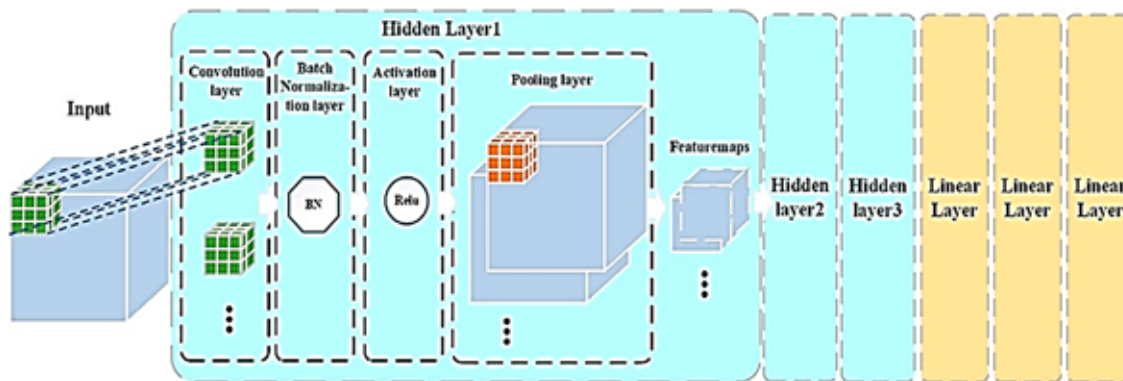


Рис. 2. Архитектура сверточной нейронной сети, используемой в модели регрессии

Сверточный слой

Процесс работы сверточного слоя представляет свертку входного вектора I со сверткой ядра K , представленного $I \otimes K$. Форма входного вектора в нашей 3D-модели CNN представляет собой $[n, d, w, h, c]$, где d, w, h, c – глубина, ширина, высота и номера каналов входного вектора, соответственно, а n – размер пакета (гиперпараметр, который был подобран эмпирическим путем и составляет 45). В первом слое входной размер составлял $58 \times 70 \times 58 \times 1$, что представляло собой трехмерное объемное изображение ($58 \times 70 \times 58$) в градациях серого. Форма ядра свертки представляет собой $[d k, w k, h k, c in, c out]$, где $d k, w k, h k$ – глубина, ширина и высота ядра свертки соответственно (во всех трех скрытых слоях размер ядра был установлен $3 \times 3 \times 3$, что означает, что $d k = w k = h k = 3$); $c in$ – количество входных каналов, равное номеру входного канала; $c out$ – количество ядер свертки, а также количество входных каналов для следующего скрытого слоя. Во всех слоях свертки шаг движения ядра был установлен в размере 1, а режим заполнения – «SAME».

Слой батч-нормализации

После сверточного слоя каждый мини-пакет (mini-batch) нормализовался с нулевым средним и единичной дисперсией в скрытых слоях сети в целях облегчения явления градиентного внутреннего ковариантного сдвига и ускорения обучения нейронной сети, для которого использовался метод **Adam Gradient Descent**.

Слой активации

После операции нормализации была использована функция активации ReLU для нелинейной обработки результата свертки.

Пуллинговый слой

Слой **pooling layer** был добавлен после слоя активации. Слои объединения в нейронной сети суммируют выходы соседних групп нейронов в одной и той же карте ядра. В этом слое использовался метод максимального объединения.

Выходные данные предыдущего скрытого слоя являлись входами для следующего уровня. В нашей модели первый скрытый слой сгенерировал 32 feature maps, второй скрытый слой – 64, а третий – 128. Наконец, в рамках исследования последние 128 **feature maps** были интегрированы через линейный слой во входные данные слоя **softmax**, который и выдавал окончательные результаты классификации.

В конце каждого скрытого слоя был добавлен слой **Dropout** с параметром 0.2 (получен эмпирически), который в ходе обучения модели случайным образом занулял входные данные с вероятностью $p = 0.2$, что благоприятно сказывалось на работе модели без потери качества.

Линейный слой

Слой в нейронной сети, который выполняет линейные преобразования по формуле

$$y = x \times AT + b.$$

Summary полученных моделей представлено на рис. 3.

В рамках исследования было проведено 11 экспериментов, в том числе 8 для классификации и 3 для регрессии. Все эксперименты проводились с разбивкой на тренировочную и тестовую выборки в размере 80 и 20% от датасета, соответственно. Количество эпох обучения – 20 для классификации, 25 – для регрессии. Параметры экспериментов и полученные результаты представлены ниже.

Layer (type)	Output Shape	Param #	Layer (type)	Output Shape	Param #
Conv3d-1	[-1, 32, 56, 68, 56]	896	Conv3d-1	[-1, 32, 56, 68, 56]	896
BatchNorm3d-2	[-1, 32, 56, 68, 56]	64	BatchNorm3d-2	[-1, 32, 56, 68, 56]	64
ReLU-3	[-1, 32, 56, 68, 56]	0	ReLU-3	[-1, 32, 56, 68, 56]	0
MaxPool3d-4	[-1, 32, 28, 34, 28]	0	MaxPool3d-4	[-1, 32, 28, 34, 28]	0
Dropout3d-5	[-1, 32, 28, 34, 28]	0	Conv3d-5	[-1, 64, 26, 32, 26]	55,360
Conv3d-6	[-1, 64, 26, 32, 26]	128	BatchNorm3d-6	[-1, 64, 26, 32, 26]	128
BatchNorm3d-7	[-1, 64, 26, 32, 26]	0	ReLU-7	[-1, 64, 26, 32, 26]	0
ReLU-8	[-1, 64, 26, 32, 26]	0	MaxPool3d-8	[-1, 64, 13, 16, 13]	0
MaxPool3d-9	[-1, 64, 13, 16, 13]	0	Conv3d-9	[-1, 128, 11, 14, 11]	221,312
Dropout3d-10	[-1, 64, 13, 16, 13]	0	BatchNorm3d-10	[-1, 128, 11, 14, 11]	256
Conv3d-11	[-1, 128, 11, 14, 11]	221,312	ReLU-11	[-1, 128, 11, 14, 11]	0
BatchNorm3d-12	[-1, 128, 11, 14, 11]	256	MaxPool3d-12	[-1, 128, 5, 7, 5]	0
ReLU-13	[-1, 128, 11, 14, 11]	0	Flatten-13	[-1, 22400]	0
MaxPool3d-14	[-1, 128, 5, 7, 5]	0	Linear-14	[-1, 2000]	44,802,000
Dropout3d-15	[-1, 128, 5, 7, 5]	0	Linear-15	[-1, 1000]	2,001,000
Flatten-16	[-1, 22400]	0	Linear-16	[-1, 500]	500,500
Linear-17	[-1, 2]	44,802	Linear-17	[-1, 1]	501

Total params: 322,818			Total params: 47,582,017		
Trainable params: 322,818			Trainable params: 47,582,017		
Non-trainable params: 0			Non-trainable params: 0		

Input size (MB): 0.90			Input size (MB): 0.90		
Forward/backward pass size (MB): 209.01			Forward/backward pass size (MB): 201.03		
Params size (MB): 1.23			Params size (MB): 181.51		
Estimated Total Size (MB): 211.14			Estimated Total Size (MB): 383.44		

Рис. 3. Summary полученных моделей классификации и регрессии

Параметры эксперимента № 1 для классификации:

- датасет: HCP;
- метрика: Accuracy.

Полученные результаты на train и test представлены на рис. 4.

Значение точности при тройной кросс-валидации: 89,757.

Параметры эксперимента № 2 для классификации:

- датасет: HCP;
- метрика: roc_auc_score.

Полученные результаты на train и test представлены на рис. 5.

Резюмируя результаты, отраженные в рис. 4 и 5, можно сделать однозначный вывод о поступательном снижении ошибки, начиная с первой итерации. При этом можно отметить, что на первой итерации модель неверно трактовала метки класса, а начиная

со второй итерации, значения ошибки и метрики качества близятся к сходимости (значения Loss близки к 0,25, значения accuracy и roc_auc_score – к 0,9).

Параметры эксперимента № 3 для классификации:

- датасет: ABIDE I (несбалансированная выборка);
- метрика: Accuracy.

Полученные результаты на train и test представлены на рис. 6.

Значение точности при тройной кросс-валидации: 90,027.

Параметры эксперимента № 4 для классификации:

- датасет: ABIDE I (несбалансированная выборка);
- метрика: roc_auc_score.

Полученные результаты на train и test представлены на рис. 7.

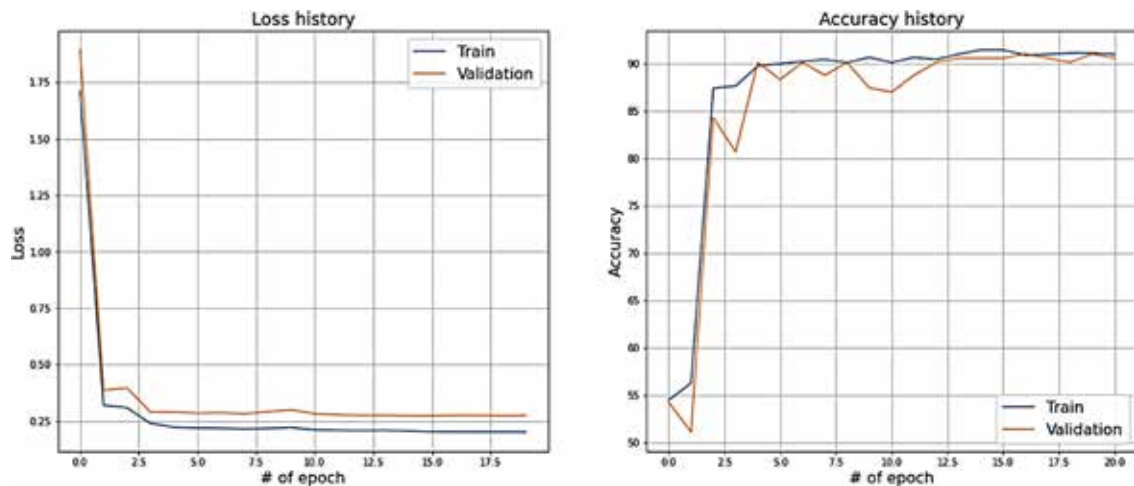


Рис. 4. Значения Loss и Accuracy при сплите датасета в 80 и 20%

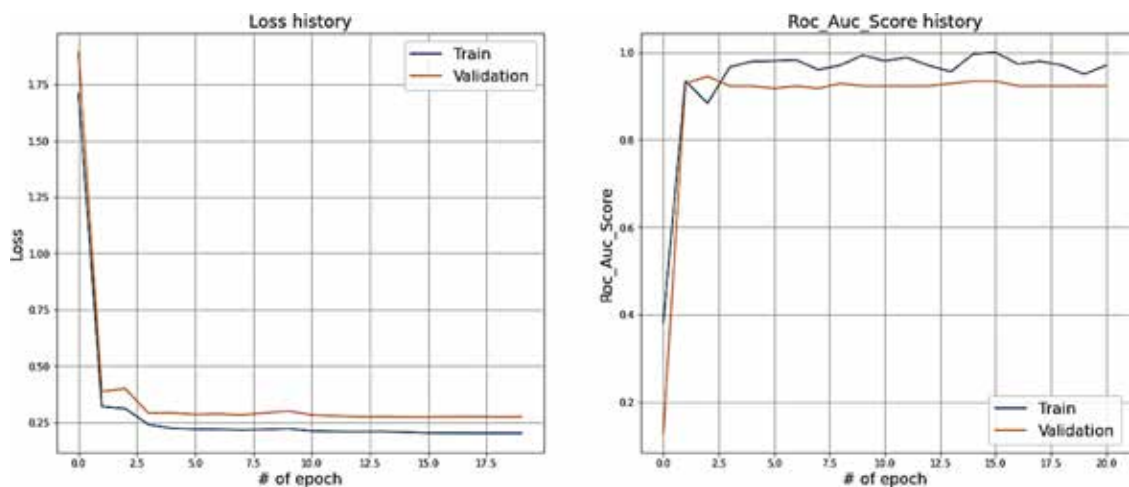


Рис. 5. Значения Loss и ROC_AUC_SCORE при сплите датасета в 80 и 20%

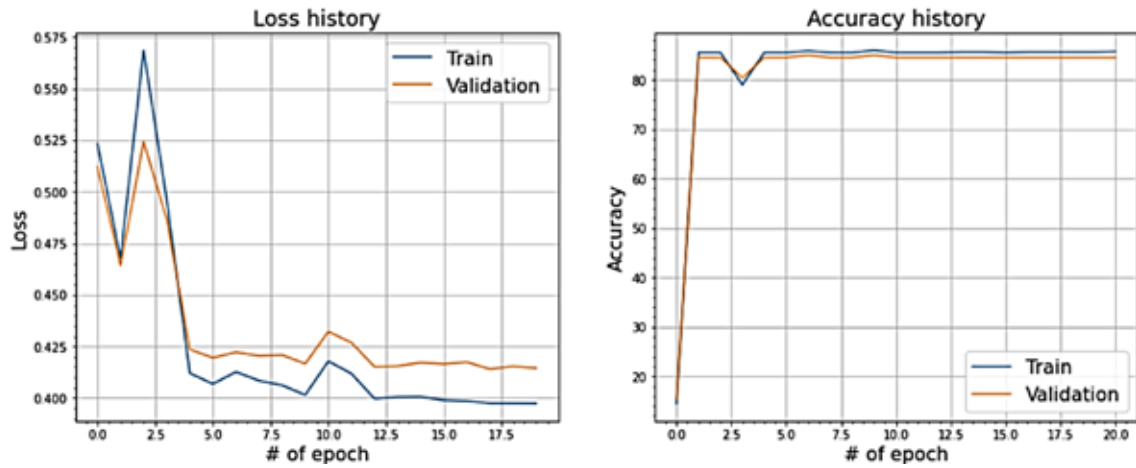


Рис. 6. Значения Loss и Accuracy при сплите датасета в 80 и 20%

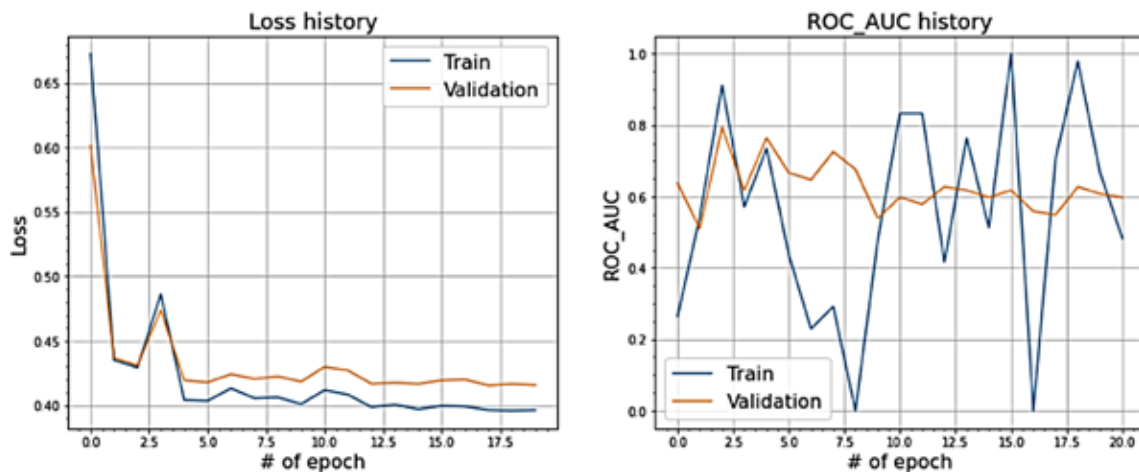


Рис. 7. Значения Loss и ROC_AUC_SCORE при сплите датасета в 80 и 20%

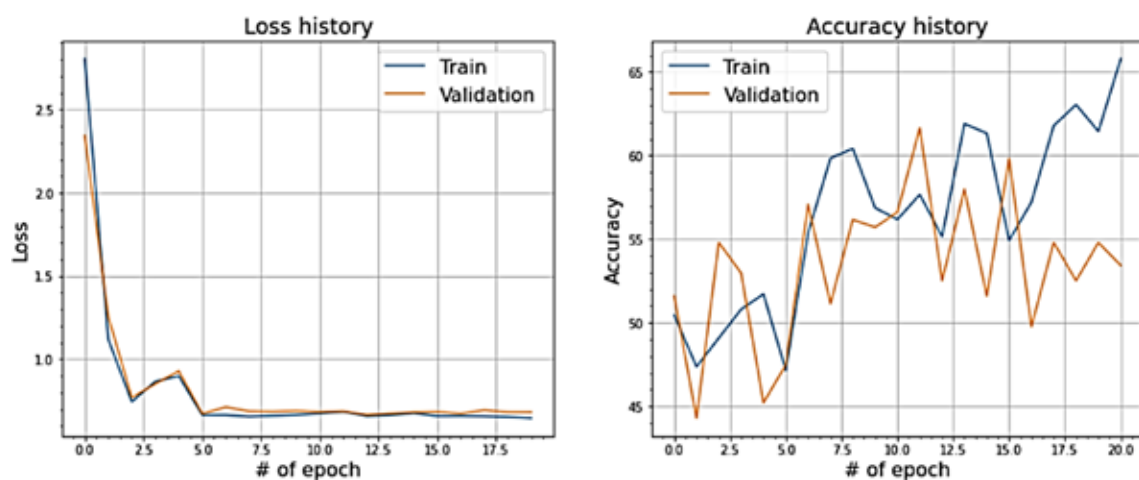


Рис. 8. Значения Loss и Accuracy при сплите датасета в 80 и 20%

Рисунки 6 и 7 характеризуют несбалансированный характер датасета ABIDE I. Как мы видим из метрики ошибки, сходимость достигается не после первой итерации. Более того, сами значения близки к 0,5, а в более поздних итерациях – к 0,4, что говорит о том, что модель не может с высокой точностью определять верную метку классификатора. Метрика качества ассигасу ведет себя стабильнее, достигая стабильных значений около 0,9. Метрика roc_auc_score ведет себя непредсказуемо, особенно на этапе обучения модели.

Параметры эксперимента № 5 для классификации:

– датасет: ABIDE I (с применением sampler);

– метрика: Accuracy.

Полученные результаты на train и test представлены на рис. 8.

Параметры эксперимента № 6 для классификации:

– датасет: ABIDE I (с применением sampler);

– метрика: roc_auc_score.

Полученные результаты на train и test представлены на рис. 9.

Искусственное создание дополнительных сэмплов для придания выборке сбалансированности к положительному результату не приводит. Данный факт подтверждается рис. 8 и 9.

И метрики ошибки, и метки качества ведут себя более непредсказуемо, чем без искусственного сэмплирования. Дисперсия увеличивается.

Далее было проведено несколько экспериментов с переносом весов соответствующих моделей, обученных на классификации датасета НРС, для классификации датасета ABIDE I.

Параметры эксперимента № 7 для классификации:

– датасет: ABIDE I (с переносом весов);

– метрика: Accuracy.

Полученные результаты на train и test представлены на рис. 10.

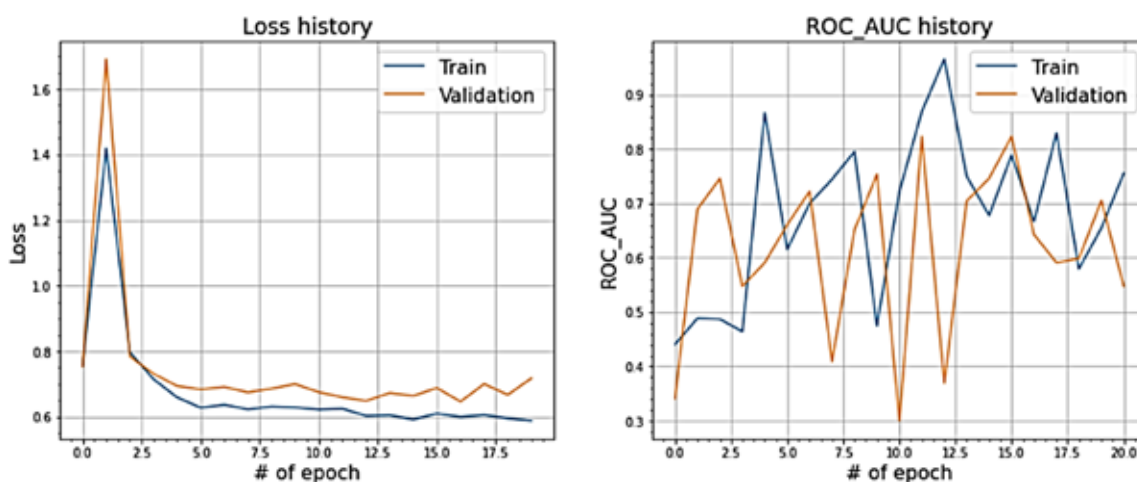


Рис. 9. Значения Loss и ROC_AUC_SCORE при сплите датасета в 80 и 20%

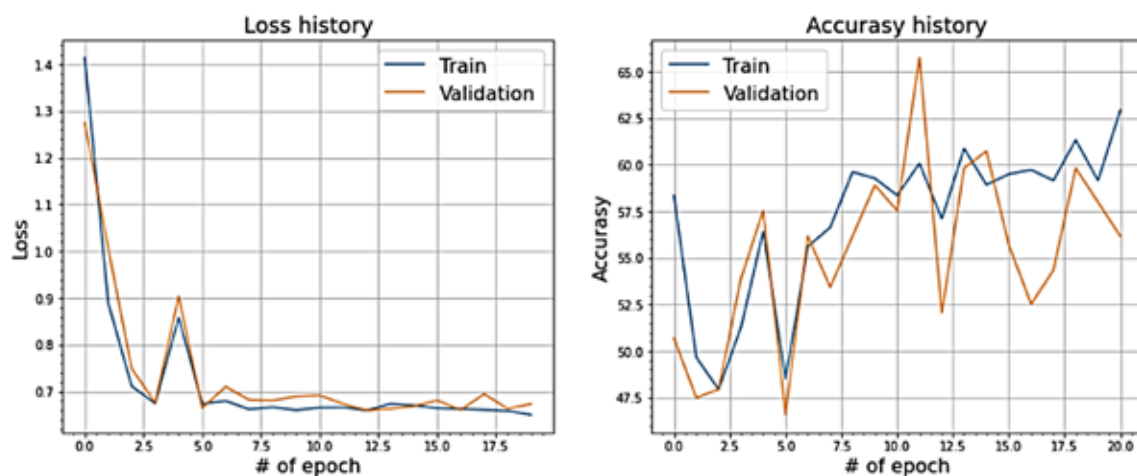


Рис. 10. Значения Loss и Accuracy при сплите датасета в 80 и 20%

Параметры эксперимента № 8 для классификации:

- датасет: ABIDE I (с переносом весов);
- метрика: roc_auc_score.

Полученные результаты на train и test представлены на рис. 11.

Применение методики переноса весов от сбалансированной модели к желаемому результату не привело.

Сходимость ошибки в обоих случаях останавливается около 0,65. При этом качественные метрики в основном находятся в коридоре от 0,4 до 0,7. Сходимости не наблюдается. Дисперсия остается значительной.

Данные выводы отражены на рисунках 10 и 11.

Параметры эксперимента № 9 для регрессии:

- датасет: HCP;
- метрика: MAE.

Полученные результаты на train и test представлены на рис. 12.

Параметры эксперимента № 10 для регрессии:

- датасет: ABIDE I;
- метрика: MAE.

Полученные результаты на train и test представлены на рис. 13.

Параметры эксперимента № 11 для регрессии:

- датасет: ABIDE I (с переносом весов);
- метрика: MAE.

Полученные результаты на train и test представлены на рис. 14.

На рис. 12–14 отчетливо прослеживается схожесть поведения метрик ошибки и качества. Сходимость обоих показателей стремится к уровню ниже 3, что означает, что разница между предсказанием моделью возраста пациента и фактическим значением не превышает трех лет. Также по результатам экспериментов выявлено, что сходимость несбалансированного датасета ABIDE I с увеличением итераций происходит без особого увеличения дисперсии.

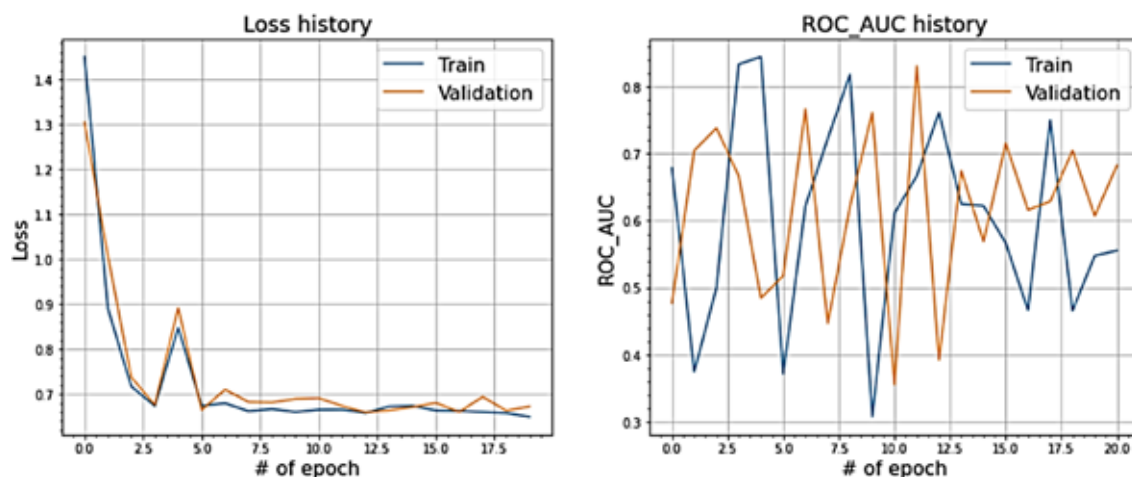


Рис. 11. Значения Loss и ROC_AUC_SCORE при сплите датасета в 80 и 20%

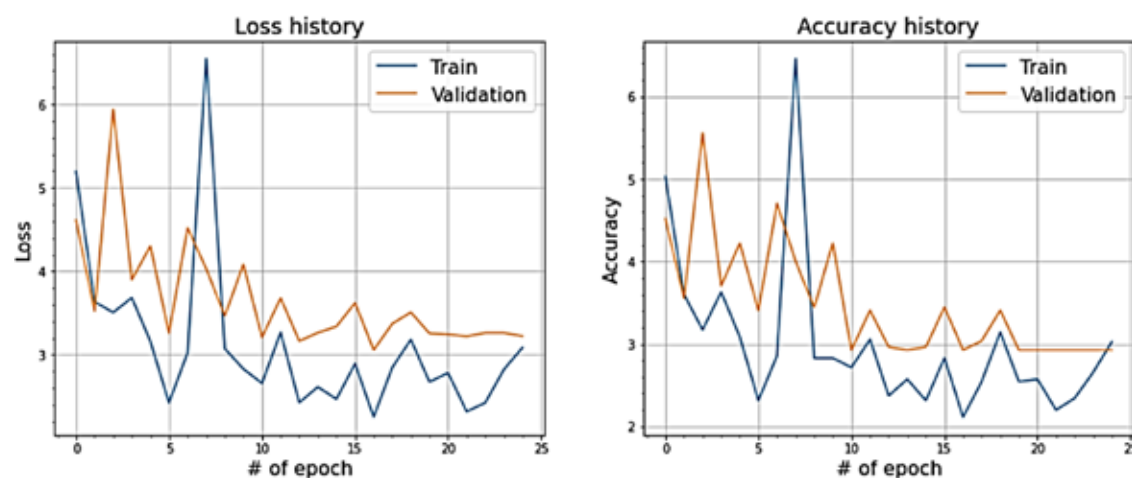


Рис. 12. Значения Loss и Accuracy при сплите датасета в 80 и 20%

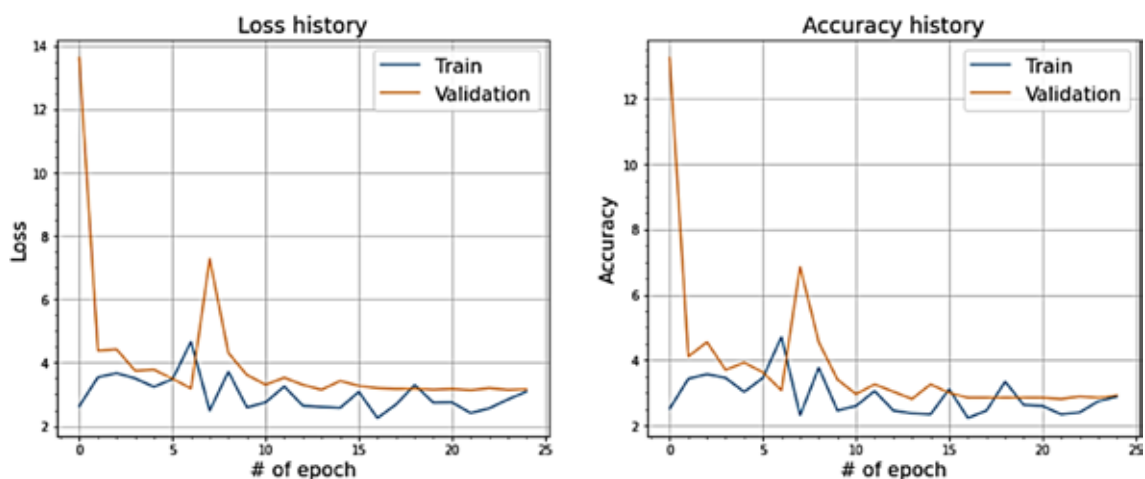


Рис. 13. Значения Loss и Accuracy при сплите датасета в 80 и 20%

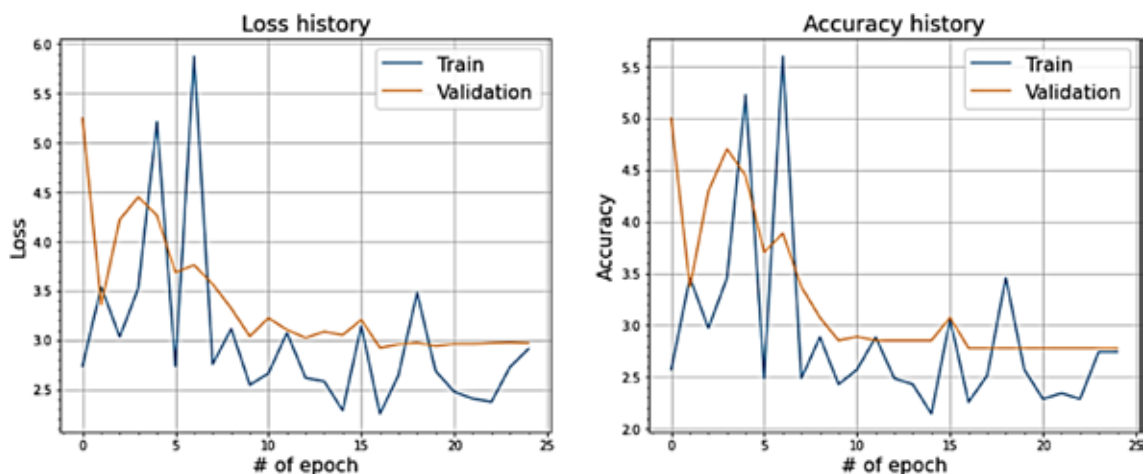


Рис. 14. Значения Loss и Accuracy при сплите датасета в 80 и 20%

Таким образом, можно сделать вывод, что признаки для регрессионного анализа в данном датасете выражены в большей по сравнению с датасетом НСР степени.

Заключение

По результатам проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы.

Для датасета НСР (задача классификации): модель показывает стабильную работу и стабильные значения точности, правильно классифицируя около 90% сэмплов. Предсказаниям такой модели можно доверять с высокой степенью вероятности и достоверности.

Для датасета ABIDE I (задача классификации): Значения функции потерь значительно выше, чем у датасета НСР. Кривые ROC_AUC_SCORE показали очень нестабильные результаты, связанные с попа-

данием в тренировочные данные сэмплов лишь одного класса. Искусственная балансировка классов, как и перенос весов модели с датасета НСР, к видимым результатам не привели. Из чего можно сделать вывод, что предсказания такой модели, в том числе отбалансированной, не являются достоверными.

При проведении экспериментов для регрессии средняя ошибка модели для датасета НСР составила 2,8 года, для датасета ABIDE I – 3 года. Перенос весов сократил ошибку до 2,7 года. При этом стоит отметить более быструю обучаемость модели и сходимость ошибки, что благоприятно отражается на затрачиваемых ресурсах.

Высокая точность классификации датасета НСР, который является заранее сбалансированным, позволяет утверждать, что в структуре мозга мужчины и женщины

есть существенные различия, которые уверенно может находить сверточная нейронная сеть.

Несбалансированность данных в датасете ABIDE I подтверждает факт ухудшения полученных результатов при поиске различий в структуре мужского и женского мозга, что говорит о важности предобработки и подготовки исходных данных для решения обсуждаемого в статье спектра задач.

В задаче предсказания возраста по трехмерным снимкам фМРТ предложенная модель показала себя уверенно на обоих наборах данных, что опять же подтверждает факт возможности использования нейросетей в рамках поднятой проблематики, а также отсутствие важности сбалансированности классов при решении именно задачи

регрессии, когда классифицирующие признаки не являются значимыми.

Список литературы

1. Функциональная МРТ. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Магнитно-резонансная_томография #Функциональная_МРТ (дата обращения: 28.02.2023).
2. Талалаев М.В. Предсказательные модели на МРТ-снимках головного мозга: влияние размера выборки на стабильность модели глубинного обучения // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 1. С. 64–72.
3. Щетинин Е.Ю. О некоторых методах сегментации изображений с применением сверточных нейронных сетей. [Электронный ресурс]. URL: https://events.rudn.ru/event/107/papers/455/files/769-BRAIN_RU.pdf (дата обращения: 09.03.2023).
4. WU-Minn HCP Data – 1200 Subjects. [Электронный ресурс]. URL: <https://db.humanconnectome.org/app/template/Index.vm?login=true> (дата обращения: 28.02.2023).
5. ABIDE Preprocessed. [Электронный ресурс]. URL: <http://preprocessed-connectomes-project.org/abide/download.html> (дата обращения: 28.02.2023).

УДК 004.62

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЕМАНТИЧЕСКИМИ ДАННЫМИ, ОСНОВАННОЙ НА ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН

Олимпиев Н.В., Жукова Н.А.

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», Санкт-Петербург,
e-mail: 307702@niuitmo.ru

Статистические данные свидетельствуют о формировании тренда на рост производимых данных в мире, который способствует развитию систем управления данными. В статье рассмотрено применение технологии блокчейн для управления распределенными семантическими данными в системах управления данными Master Data Management. В работе сформулированы проблемы, связанные с управлением семантическими данными, распределенными по разным источникам, и описано, как технология блокчейн позволяет решить эти проблемы, обеспечивая согласованность и достоверность данных. Цель исследования заключается в разработке архитектуры системы управления семантическими данными с применением технологии блокчейн и с опорой на принципы управления основными данными (MDM). Предложен архитектурный подход к построению системы, основанный на использовании платформы Ethereum 2.0 и Proof of Stake (PoS), IPFS, смарт-контрактов и очередей сообщений, что позволяет осуществлять интеграцию с внешними системами, обеспечивать интероперабельность и децентрализацию при управлении основными данными. Для проверки согласованности онтологий используется моментальный снимок локальной базы данных Apache Jena, что повышает производительность и улучшает масштабируемость системы для работы с семантическими данными. Описанный подход решает проблему отсутствия исследований применимости блокчейна для концепции MDM с семантическими данными и имеет потенциал для использования в областях, где важна безопасность и целостность данных, таких как финансы, здравоохранение, государственное управление или логистика. Полученные результаты подтверждают потенциал блокчейна в управлении данными, но для оценки и реализации системы могут понадобиться дополнительные исследования.

Ключевые слова: семантические данные, блокчейн, Semantic Web, системы управления данными, Master Data Management, Ethereum, децентрализация, основные данные

DEVELOPMENT OF THE ARCHITECTURE OF A SEMANTIC DATA MANAGEMENT SYSTEM BASED ON BLOCKCHAIN TECHNOLOGY

Olimpiev N.V., Zhukova N.A.

ITMO University, Saint Petersburg, e-mail: 307702@niuitmo.ru

Statistical data indicate the formation of a trend for the growth of data produced in the world, which contributes to the development of data management systems. The paper considers the use of blockchain technology for managing distributed semantic data in Master Data Management data management systems. The paper formulates the problems associated with managing semantic data distributed across different sources, and describes how blockchain technology can solve these problems, ensuring data consistency and reliability. The purpose of the study is to develop the architecture of a semantic data management system using blockchain technology and based on the principles of master data management (MDM). An architectural approach to building a system based on the use of the Ethereum 2.0 platform and Proof of Stake (PoS), IPFS, smart contracts and a message queue is proposed, which allows integration with external systems, ensuring interoperability and decentralization when managing master data. To check the consistency of ontologies, a snapshot of the local Apache Jena database is used, which improves performance and improves the scalability of the system for working with semantic data. The described approach solves the problem of the lack of research on the applicability of blockchain for the concept of MDM with semantic data and has the potential to be used in areas where data security and integrity is important, such as finance, healthcare, public administration or logistics. The results obtained confirm the potential of the blockchain in data management, but more research may be needed to evaluate and implement the system.

Keywords: semantic data, blockchain, Semantic Web, data management systems, Master Data Management, Ethereum, decentralization, master data

По информации от компании Statista, специализирующейся на рыночных и потребительских данных, за 2021 г. объем данных по всему миру составил 79 зеттабайт [1]. К 2025 г. по тем же прогнозам общий объем данных достигнет 181 зеттабайт. Формируемый тренд побуждает исследователей развивать и адаптировать системы управления данными к растущим требованиям, а представителей крупного бизнеса – инвестировать в разработки и использовать системы для оптимизации своей работы.

При этом с ростом объемов данных более актуальными становятся проблемы их безопасности и целостности, что актуально для предприятий, имеющих несколько филиалов и команд, управляющих локальными данными. Международная ассоциация управления данными (DAMA) определяет управление данными как способность планировать, контролировать и предоставлять информационные активы [2]. Для работы с распределенными данными среди корпораций востребован вид систем Master Data

Management (MDM), основанный на управлении «основными» данными в организации. MDM-системы призваны обеспечить единое и актуальное представление о сущностях и их связях в едином месте путем консолидации информации. По версии компании Gartner топ-5 лидеров рынка MDM в 2023 г. [3] выглядит следующим образом: PiLog MDRM, Intelligent Master Data Management Platform, Semarchy xDM, Stibo Systems MDM, TIBCO EBX. Системы MDM из рейтинга имеют высокие оценки, но сталкиваются с рядом сложностей, которые могут повлиять на их функциональность и эффективность. Существующие системы MDM зачастую основаны на табличной структуре данных, хранимых централизованно, что приводит к ограничениям безопасности и масштабируемости. Таким образом, существующие системы отвечают только частично требованиям по обеспечению скорости, качества данных и масштабируемости для работы в растущих организациях, поэтому разработка интегрированной системы MDM на базе блокчейна является актуальной задачей, требующей дополнительных исследований и разработок. Одним из способов решения описанных проблем является внедрение технологии блокчейн, позволяющей создавать распределенные системы управления данными с высоким уровнем безопасности и целостности. Как отмечают авторы статьи [4], технология блокчейн обеспечивает сдвиг парадигмы в оптимизации бизнес-процессов, обмене данными и совместимости в смежных отраслях, а также обеспечивает новый путь управления данными. Использование технологии возможно при построении систем управления данными для обеспечения безопасности данных и доступа к ним. В работе по теме внедрения блокчейна в системы управления данными [5] авторы выделяют возможные сценарии и преимущества использования технологии, подтверждающие интерес к теме. Рассматривая проблемы уязвимости, централизации и масштабируемости при управлении данными, авторы предлагают структуру управления совместной работой с данными на основе блокчейна с возможностью аутентификации пользователей, валидации данных, распределения нагрузки на узлы и использованием собственной цифровой валюты – *datacoin*. Открытым вопросом остается практическая применимость работы, поскольку в ней не сфокусировано внимание на конкретных механизмах, используемых блокчейн-платформах, виде системы управления и используемых в работе данных. В дополнение к вышеизложенному авторы работы [6] выделяют

три уровня управления данными: архитектуру блокчейна, структуру данных блокчейна и механизм хранения данных блокчейна, а также приходят к выводу, что стандартный блокчейн, как правило, используется для цифровой валюты, гибридный блокчейн подходит для многоорганизационных сценариев, а блокчейны на основе DAG наиболее подходят для Интернета вещей. Несмотря на сделанные выводы, авторы также указывают на недостатки гибридного блокчейна и на то, что использование DAG все еще находится на ранних стадиях. Для обработки чрезмерной нагрузки данных предлагаются методы распределенного хранения и кодирования данных, а также создание дополнительной базы данных для запросов.

Еще одним инструментом в области управления и преобразования данных являются технологии Semantic Web: RDF, OWL, SPARQL, Linked Data. Технологии позволяют семантически обрабатывать данные и обеспечивают стандартизированный подход к их описанию и использованию, что способствует их более эффективной обработке и использованию. Однако управление семантическими данными является сложной задачей, связанной с необходимостью обеспечения их целостности, консистентности и актуальности, что возможно обеспечить использованием MDM-систем. Управление основными данными онтологий позволит использовать преимущества семантических технологий, а также позволит реализовать встраиваемую в рамки концепции Semantic Web MDM-систему. Поскольку семантические данные зачастую распределены, а их сбор требует работы с разнородными источниками, это приводит к проблемам с согласованностью и достоверностью данных. В то же время технология блокчейн позволяет обеспечить аккумуляцию разнородных данных, например авторы работы [7] для управления данными онтологий используют блокчейн, смарт-контракты Ethereum и сеть InterPlanetary File System (IPFS) для децентрализованного хранения данных. Такой стек позволяет избежать ограничений централизованного хранения данных путем распространения общедоступной онтологии среди пользователей. Несмотря на то, что статья демонстрирует эффективность использования блокчейн-технологии в комбинации с Semantic Web для управления данными онтологий, авторами отмечается, что время, необходимое для изменения смарт-контракта в сети Ethereum, может быть ограничивающим фактором, а реализованные проверки согласованности онтологии выполняются локально, и потенциальный злоумышленник

может обойти их. Однако предложенное решение не является полноценной системой управления данными, а скорее играет роль менеджера баз данных онтологий.

Анализ сведений, полученных из литературных источников, показывает, что наиболее известные системы MDM, а также используемые способы внедрения технологии блокчейн для управления данными имеют ряд ограничений. Во-первых, в открытых источниках нами не было найдено реализаций MDM, позволяющих взаимодействовать с семантическими данными, что ограничивает использование MDM-систем в рамках концепции сети Semantic Web. Во-вторых, исследователями по сей день не рассмотрены системы, основанные на концепции MDM и технологии блокчейн одновременно, несмотря на то, что симбиоз данных технологий позволяет решить проблемы с ограничениями существующих MDM-систем. Использование блокчейна и семантических технологий является возможным способом развития систем управления данными, эффективность которых по отдельности подтверждается результатами рассмотренных трудов. Следует заметить, что для объединения технологий в рамках единой MDM-системы необходим дополнительный анализ и аргументация подхода к их внедрению на основе имеющегося опыта. Цель проводимого исследования заключается в разработке архитектуры системы управления семантическими данными с применением технологии блокчейн и с опорой на принципы управления основными данными (MDM). Благодаря такому подходу, онтологии могут быть использованы в MDM-системах для определения и классификации данных, а также для обеспечения точности и последовательности в данных, которые хранятся в системе. Они также могут использоваться для поддержки поиска и навигации по данным, которые хранятся в системе. При этом блокчейн позволяет обеспечить безопасность данных и масштабируемость системы, а принципы использования основных данных позволяют обеспечить согласованность и единство представления семантических данных в системе. В то время как варианты использования MDM и семантических технологий в организациях наиболее очевидны, одна из ключевых причин, по которой внедрение блокчейна все еще находится на начальных этапах, заключается в том, что его ценность для бизнеса еще не полностью признана.

Материалы и методы исследования

Для разработки архитектурного подхода использованы методы: декомпозиция требо-

ваний, анализ и моделирование. Основные требования для разработки архитектуры включают в себя решение проблемы интероперабельности и обеспечение безопасного доступа к системе, а также гарантию качества получаемых данных. Их обеспечение возможно за счет принципа транзакционности при публикации данных, а также подтверждением транзакций с помощью использования блокчейна. На рис. 1 представлена архитектура системы управления данными, в основании которой лежат механизмы просмотра и управления результирующей онтологией, основанных на принципах Semantic Web и децентрализованном доступе к данным. При этом пользователи имеют возможность управлять онтологией в рамках в зависимости от предоставленных ролей, в том числе вносить собственные изменения в онтологию. Обеспечение и безопасность данных осуществляется с помощью реализованного контроля версий и ветвления по аналогии с системами контроля версий. Это позволяет вести журнал изменений, что в совокупности с децентрализацией позволяет обеспечить устойчивую безопасность, надежность и достоверность результирующих данных в онтологии. Основываясь на наработках из рассмотренных трудов, при реализации были учтены ошибки и рассмотрен успешный опыт авторов по теме работы. В основе инструмента управления онтологией используется блокчейн-платформа Ethereum, как и в подавляющем большинстве существующих решений для интеграции технологий Semantic Web с блокчейном. Такой выбор зачастую связан с тем, что решения полагаются на использование смарт-контрактов Ethereum.

Разрабатываемая система создана как обособленный центр управления и обработки данными, но при этом возможно внедрение инструмента в комплексную систему или сеть по контролю за данными в рамках концепции Semantic Web. Система управления семантическими данными состоит из следующих компонентов:

- точкой входа для пользователя при использовании инструмента является пользовательский интерфейс (User UI), с помощью которого осуществляется взаимодействие с приложением с помощью запросов;

- пользовательские запросы предполагают использование SPARQL, являющимся языком запросов, а также протоколом для передачи этих запросов и ответов на них: для взаимодействия с пользовательским интерфейсом бэкенд имеет конечную точку связи для SPARQL (SPARQL Endpoint);

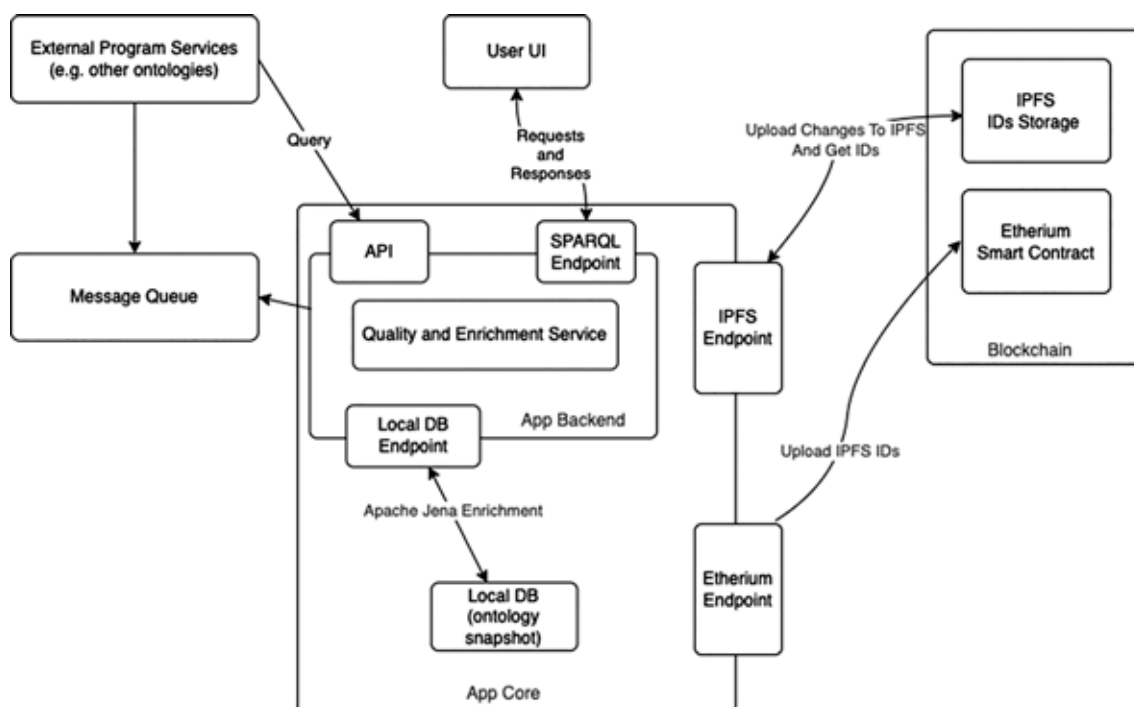


Рис. 1. Архитектура системы управления данными на основе Ethereum

– интеграционной точкой входа для взаимодействия с системой является интерфейс, взаимодействующий с внешними программными сервисами (API и External Program Services): вариантом стороннего сервиса может быть любой программный инструмент, предоставляющий посредством запросов данные, например, из сторонней онтологии;

– внешние сервисы могут взаимодействовать с очередями сообщений (Message Queue), которые служат способом взаимодействия с внешними системами, буферизуют входящие данные и обрабатывают их контролируемо, что обеспечивает стандартизированный способ интеграции данных других систем и выполнение проверки и преобразования данных;

– основой логики бэкенда приложения является сервис обеспечения качества и обогащения данных (Quality and Enrichment Service): сервис занимается выполнением операций CRUD, обеспечивает функциональность проверки консистентности и согласованности данных, а также проведения восстановления и обогащения данных; для реализации этих функций необходимы дополнительные проверки корректности изменений, такие как проверка синтаксиса запроса и согласованности онтологии после выполнения запроса, а также разработка и применение правил к отношениям в результирующих онтологиях;

– для возможности обогащения данных по аналогии с принципом MDM была воссоздана концепция правил качества, применяемых к данным: правилом качества является заранее заданный алгоритм действий на основе функции, который срабатывает при заданных конкретных данных условиях, в результате чего изменяет поступившие данные;

– приложение с помощью точки связи (Local DB Endpoint) взаимодействует с локальной базой данных, в которой хранится снимок текущей онтологии (Local DB) в тройной базе данных Apache Jena (TDB), которая поддерживает базы RDF, запросы SPARQL и повторное использование для проверки согласованности онтологий.

Использование семантических технологий (RDF и OWL) позволяет управлять данными в структурированном виде, обеспечивая их согласованность, точность и полноту. Семантические данные могут использоваться для автоматической идентификации и разрешения конфликтов данных, а также для обнаружения новых отношений между элементами данных, что улучшает качество и упрощает использование данных. Для работы с семантическими данными используется моментальный снимок локальной базы данных с тройной базой данных Apache Jena (TDB) и библиотекой Apache Jena для проверки согласованности онтологий. Использование моментального

снимка локальной базы данных повышает производительность системы и позволяет проверять данные без необходимости доступа к блокчейну Ethereum, что улучшает масштабируемость и снижает нагрузку на сеть Ethereum. При этом для реестра блокчейна используется оптимизированная стандартная архитектура, где блоки связываются хэшем родительского блока в хронологическом порядке. Блок транзакций состоит из заголовка и тела, где метаданные хранятся в заголовке, а транзакции в теле. Весь блокчейн-реестр представляет собой список цепочек блоков, где каждая цепочка состоит из последовательных блоков, связанных между собой хэш-связью. Используемая архитектура представлена на рис. 2.

На рис. 1 также выделено ядро приложения (App Core), которое состоит из бэкенда (App Backend) и локальной базы данных (Local DB), которые взаимодействуют между собой по описанным выше сценариям. Ядро приложения имеет две точки связи для взаимодействия с блокчейном: IPFS Endpoint и Ethereum Endpoint. Каждое произведенное изменение записывается в блокчейн, но, поскольку хранение больших документов в самом блокчейне неэффективно и дорого, данные об изменениях хранятся в сети IPFS, позволяющей разбивать большие файлы на более мелкие фрагменты, которые можно хранить и извлекать из разных узлов в сети для снижения нагрузки на блокчейн и повышения его масштабируемости за счет уменьшения объема хранимых данных. Изменения загружаются с помощью взаимодействия IPFS Endpoint приложения и хранилища данных (IPFS IDs Storage), в результате чего приложение сохраняет идентификатор содержимого

файла, хранящегося в сети IPFS, в блокчейне Ethereum. Имея идентификаторы для данных, приложение связывается с сетью Ethereum для взаимодействия со смарт-контрактом (Ethereum Smart Contract) и загрузкой идентификаторов IPFS в блокчейн. Кроме того, IPFS интегрирован с Ethereum с помощью смарт-контрактов, что позволяет создавать децентрализованные приложения (dApps), которые могут получать доступ к файлам, хранящимся в IPFS, и управлять ими. Такой подход позволяет дополнительно использовать интеграционные механизмы, управлять метаданными файлов и контролировать доступ, в то время как сами файлы хранятся в IPFS. Использование смарт-контрактов также необходимо для управления жизненным циклом основных данных: от создания до проверки, обновления и удаления, а также для обеспечения соблюдения правил проверки данных, гарантируя точность и согласованность данных, хранящихся в блокчейне.

Для разрабатываемой системы использована платформа Ethereum 2.0. Ethereum в том виде, в каком он существовал в первой вариации, имеет ограничения, когда речь идет об обработке больших объемов данных и высокой пропускной способности транзакций, что подтверждают авторы работы [7]. Ethereum 1.0 использует механизм Proof of Work (PoW), который ограничивает количество обрабатываемых транзакций. Ethereum 2.0 использует механизм Proof of Stake (PoS), который обеспечивает более высокую пропускную способность для транзакций. В Ethereum 2.0 каждый участник, управляющий узлом, будет вознагражден за свой вклад в поддержание и улучшение системы данных.

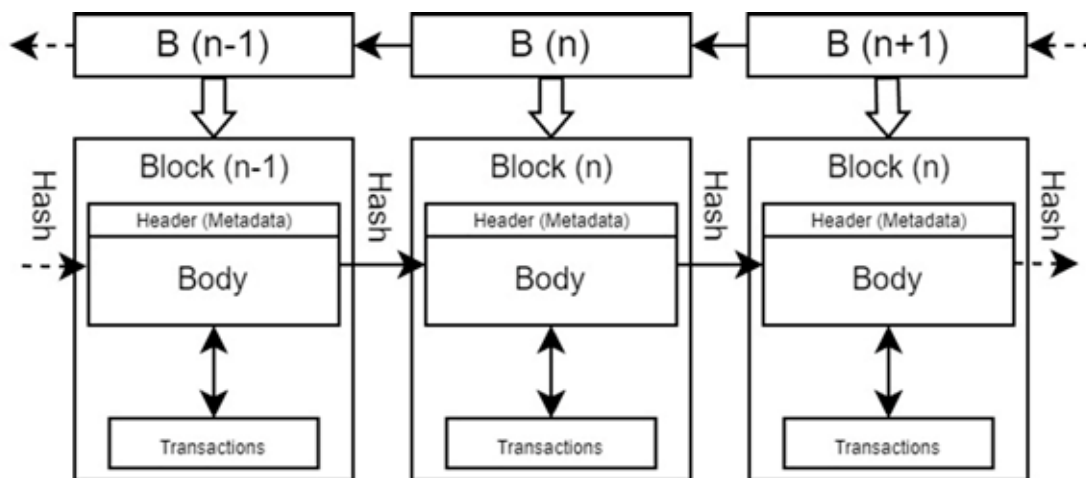


Рис. 2. Архитектура используемого стандартного блокчейна

Узлы, которые выполняют свои функции безупречно, будут награждены дополнительными эфирами, а узлы, которые не выполняют своих задач правильно, будут наказаны потерей своих эфиров. Более крупные участники будут иметь больше шансов быть выбранными для выполнения задач.

Результаты исследования и их обсуждение

Разработанная архитектура системы управления семантическими данными направлена на повышение масштабируемости и надежности MDM-систем. Для этого реализовано хранение файлов вне сети, что снижает нагрузку на Ethereum. Система предоставляет возможность обработки входящих данных и управления основными данными. Она также обеспечивает проверку данных с использованием семантических технологий и безопасность, благодаря использованию смарт-контрактов и децентрализованной, защищенной от несанкционированного доступа природе блокчейн-платформы. Таким образом, достигнута цель работы, в результате чего предложен архитектурный подход к решению известных проблем MDM-платформ: обеспечение качества данных, безопасности и масштабируемости системы; интеграция с внешними системами; обеспечение производительности. Для решения существующих проблем при проектировании системы были изучены существующие решения, и на основе этого были сформулированы ключевые особенности предложенной архитектуры:

– Консенсус и надежность: благодаря использованию технологии блокчейна, система позволяет обеспечивать надежность и согласованность семантических данных, что уменьшает возможность ошибок и сокращает время на проверку, оптимизируя бизнес-процессы.

– Управление доступом: организация управления доступом на уровне узлов блокчейна позволяет обеспечить защиту данных и предотвратить несанкционированный доступ.

– Надежная архитектура: система построена на платформе Ethereum 2.0, которая гарантирует интероперабельность, сохранность и защиту данных, а также позволяет децентрализованно хранить большой объем основных данных с использованием протокола IPFS. Архитектура системы разработана с целью обеспечения гибкости и интеграции ее с другими системами и сетями, что позволяет использовать ее в широком спектре областей знаний.

Заключение

Технология блокчейн является мощным инструментом для повышения безопасности и целостности данных в системах управления основными данными MDM. Однако внедрение этой технологии требует пересмотра архитектурного подхода к существующим системам. Разработанная в рамках работы архитектура системы призвана сохранить преимущества классических MDM-систем, но при этом предусматривает централизованное управление распределенными семантическими данными, обеспечивая масштабируемость и безопасность за счет внедрения блокчейна. Проектируемая система предназначена для создания узла по управлению и обработке данных с использованием семантических технологий, таких как RDF и SPARQL, а также блокчейн-технологии, платформы Ethereum и протокола IPFS. Целью практического применения блокчейн-MDM системы является улучшение процесса управления данными в производственных компаниях, которые заинтересованы в эффективном контроле своих поставщиков и контрактов. Используемый стек технологий прежде всего призван решить проблемы управления большими объемами данных, обеспечить гарантии безопасности и прозрачности данных, обеспечить интеграцию с внешними системами, обогатить и валидировать данные, а также предоставить возможность хранения файлов. Кроме того, благодаря совместному использованию технологии блокчейн и MDM-подхода, возможно устранение проблемы дублирования данных, что позволяет повысить оперативность и экономическую эффективность бизнеса. В целях решения проблем, связанных с возможным замедлением обработки больших объемов данных и масштабируемостью, в системе используются следующие технологии: алгоритм консенсуса Proof of Stake, технология шардинга и разделение хранимых данных с помощью протокола IPFS, что позволяет снизить нагрузку на систему. Возникающую в процессе внедрения блокчейна проблему стандартизации способен решить используемый в системе API и очереди сообщений.

Описанный архитектурный подход также призван решить проблему отсутствия исследований способов внедрения блокчейна для концепции MDM с использованием семантических данных. Разработка архитектуры, основанной на блокчейн-технологиях, имеет большой потенциал и может быть использована программными архитекторами и разработчиками в различных сферах де-

тельности, где требуется высокий уровень безопасности и целостности данных, таких как финансы, здравоохранение, государственное управление и логистика. Для дальнейшей оценки практической эффективности технологий, описанных в статье, необходимо проведение дополнительных исследований, направленных на развитие и оптимизацию блокчейн-приложения для управления семантическими данными. Тем не менее результаты, полученные в ходе данного исследования, подтверждают значительный потенциал использования технологии блокчейн для управления данными.

Список литературы

1. Total data volume worldwide 2010–2025 / Statista. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/> (дата обращения: 17.02.2023).
2. The DAMA Guide to the Data Management Body of Knowledge First Edition | Diego Fernandez Ayala – Academia.edu. [Электронный ресурс]. URL: https://www.academia.edu/19992490/The_DAMA_Guide_to_the_Data_Management_Body_of_Knowledge_First_Edition/ (дата обращения: 27.02.2023).
3. Master Data Management (MDM) Solutions Reviews 2023 / Gartner Peer Insights. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gartner.com/reviews/market/master-data-management-solutions/> (дата обращения: 11.02.2023).
4. Zhang J., Wang F. Digital asset management system architecture based on blockchain for power grid big data // arXiv: Signal Processing. 2018. Vol. 16, Is. 8. P. 1–7.
5. Wen L., Zhang L. Application of Blockchain Technology in Data Management: Advantages and Solutions // Big Scientific Data Management. 2019. P. 239–254.
6. Wei Q., Li B., Chang W., Jia Z., Shen Z., Shao Z. A Survey of Blockchain Data Management Systems // ACM Transactions on Embedded Computing Systems. 2022. Vol. 21, Is. 25. P. 1–28.
7. Knez T., Gašperlin D., Bajec M., Žitnik S. Blockchain-Based Transaction Manager for Ontology Databases // Informatica. 2022. Vol. 33, Is. 2. P. 343–364.

УДК 519.6

О СТАНДАРТИЗАЦИИ ПРОГРАММ ВЫЧИСЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛОВ НА ОСНОВЕ КУСОЧНОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ПОДЫНТЕГРАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ

Ромм Я.Е., Джанунц Г.А.

Таганрогский институт имени А.П. Чехова (филиал) ФГБОУ ВО «РГЭУ (РИНХ)», Таганрог,
e-mail: romm@list.ru, janunts@inbox.ru

Компьютерное вычисление определенного интеграла от функции одной вещественной переменной реализуется на основе кусочно-интерполяционного приближения подынтегральной функции. Интерполяция выполняется с помощью полиномов Лагранжа и Ньютона, преобразуемых в каноническую форму алгебраических полиномов с числовыми коэффициентами. Требуемое преобразование осуществляется простым двойным циклом программы. Полученный в результате полином интегрируется, приводя к инвариантным относительно степени полинома формулам Ньютона-Котеса. Коэффициенты формул не зависят от подынтегральной функции, промежутка интегрирования, хранятся в разделе описания констант программы. Пользовательский интерфейс стандартизируется до задания на входе программы подынтегральной функции, промежутка интегрирования, как вариант включает степень полинома и число подынтервалов. Приводится обоснование метода, даны оценки сходимости и скорости сходимости, представлены таблицы коэффициентов для случаев применения полиномов Лагранжа и Ньютона. Описаны коды программ и результаты численного эксперимента, согласно которым на промежутке длины 500 достигается граница абсолютной погрешности вычисления интеграла порядка 10^{-20} . На стандартных промежутках обычной длины достигается нулевая граница погрешности. Метод распространяется на приближение первообразной подынтегральной функции, в этом случае абсолютная погрешность приближения имеет порядок 10^{-19} . Одновременно с минимизацией погрешности минимизируется временная сложность кусочно-интерполяционного вычисления интегралов и первообразных.

Ключевые слова: приближенное вычисление интегралов и первообразных, интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона, кусочная интерполяция, стандартизация пользовательского интерфейса программ вычисления интегралов

ON STANDARDIZATION OF INTEGRAL CALCULATION PROGRAMS BASED ON PIECEWISE INTERPOLATION OF INTEGRAND FUNCTIONS

Romm Ya.E., Dzhanunts G.A.

Taganrog Branch of the Rostov State University of Economics, Taganrog,
e-mail: romm@list.ru, janunts@inbox.ru

The computer calculation of a certain integral of a function of one real variable is implemented on the basis of a piecewise interpolation approximation of the integrand function. Interpolation is performed with the help of Lagrange and Newton polynomials transformed into the canonical form of algebraic polynomials with numerical coefficients. The required transformation is carried out by a simple double cycle of the program. The resulting polynomial is integrated, leading to Newton-Cotes formulas invariant with respect to the degree of the polynomial. The coefficients of the formulas do not depend on the integrand function, the integration interval, are stored in the description section of the program constants. The user interface is standardized before specifying an integrand function at the input of the program, the integration interval, and as an option includes the degree of the polynomial and the number of subintervals. The justification of the method is given, estimates of convergence and convergence rate are given, tables of coefficients for the cases of Lagrange and Newton polynomials are presented. The program codes and the results of a numerical experiment are described, according to which the limit of the absolute error of calculating the integral of the order of 10^{-20} is reached at the interval of length 500. At standard intervals of normal length, the zero margin of error is reached. The method extends to the approximation of the antiderivative integrand function, in this case the absolute error of the approximation is of 10^{-19} order. Simultaneously with minimizing the error, the time complexity of piecewise interpolation calculation of integrals and antiderivatives is minimized.

Keywords: approximate calculation of integrals and antiderivatives, piecewise interpolation, Lagrange and Newton interpolation polynomials, standardization of the user interface of integral calculation programs

В работе рассматривается компьютерное вычисление определенного интеграла от функции одной вещественной переменной на основе кусочно-интерполяционного приближения подынтегральной функции. Кусочная интерполяция выполняется с помощью интерполяционных полиномов Лагранжа и Ньютона, преобразованных в каноническую форму алгебраических полиномов с числовыми коэффициентами. Апробация подхода была представле-

на в [1], при этом остались нерешенными следующие проблемы. Во-первых, коэффициенты интерполяционных полиномов на каждом подынтервале пересчитывались заново по ходу каждого выполнения программы, что увеличивало трудоемкость метода. В то же время эти коэффициенты можно было записать в память и использовать в разделе констант программы инвариантно относительно вида подынтегральной функции и промежутка интегрирования. Во-

вторых, возникала неточность вычисления коэффициентов полиномов степеней выше пятой вследствие погрешностей операций с плавающей точкой в языке программирования. Это приводило к ограничению набора степеней интерполяционных полиномов, избыточности числа подынтервалов и, как следствие, к ограничениям точности приближения, временной сложности метода, длины промежутков интегрирования. В целом сохранялась общая проблема неустойчивости [2] вычисления интегралов по формулам Ньютона-Котеса высокого порядка, реализуемым на основе кусочной интерполяции с помощью полиномов Лагранжа и Ньютона. Ниже ставится задача устранить отмеченные недостатки подхода к реализации формул Ньютона-Котеса на предложенной основе, в частности требуется повысить точность приближения интеграла, в том числе на больших промежутках интегрирования, и стандартизировать пользовательский интерфейс программ, реализующих метод. Кроме того, ставится задача распространить метод на компьютерное приближение первообразной подынтегральной функции. Требуется выполнить численные эксперименты, описать их ре-

зультаты и привести коды стандартизированных программ.

Цель работы заключается в минимизации погрешности и временной сложности кусочно-интерполяционного вычисления интегралов, а также в стандартизации программ, реализующих метод на основе полиномов Лагранжа и Ньютона. Требуется выполнить математическое обоснование предложенного метода и дать экспериментальное подтверждение его эффективности в рассматриваемых аспектах.

Исходные соотношения. В основе дальнейших интегральных преобразований лежит алгоритм восстановления коэффициентов полинома по его корням. С помощью этого алгоритма преобразуются компоненты полинома, интерполирующего подынтегральную функцию, затем приводятся подобные. В результате интерполяционный полином принимает форму алгебраического полинома с числовыми коэффициентами, что автоматически влечет первообразную от него и упрощает вычисление определенного интеграла. Пусть

$$\sum_{\ell=0}^n d_{\ell} x^{\ell} = \prod_{r=0}^{n-1} (x - x_r). \quad (1)$$

Если $P_1(x) = x - x_0$, то $P_1(x) = d_{11}x + d_{10}$, где $d_{11} = 1$, $d_{10} = -x_0$.

Если уже вычислены коэффициенты полинома

$$P_{k-1}(x) = d_{(k-1)(k-1)}x^{k-1} + d_{(k-1)(k-2)}x^{k-2} + \dots + d_{(k-1)1}x + d_{(k-1)0}, \quad k \geq 2,$$

то $P_k(x) = P_{k-1}(x) \cdot (x - x_{k-1})$.

Приравнивание коэффициентов при одинаковых степенях влечет

$$d_{kk} = d_{(k-1)(k-1)}, \quad d_{k(k-\ell)} = d_{(k-1)(k-\ell-1)} - d_{(k-1)(k-\ell)} x_{k-1}, \quad d_{k0} = -d_{(k-1)0} x_{k-1}, \quad \ell = 1, 2, \dots, k-1. \quad (2)$$

При $k=n$ значения левых частей равенств (2) совпадут с искомыми значениями коэффициентов полинома (1). В матричной форме (2) можно записать в виде

$$\begin{pmatrix} d_{kk} \\ d_{k(k-1)} \\ d_{k(k-2)} \\ \vdots \\ d_{k1} \\ d_{k0} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ -x_{k-1} & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & -x_{k-1} & 1 & \dots & \vdots & \vdots \\ \dots & \dots & -x_{k-1} & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 1 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & -x_{k-1} & 1 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & -x_{k-1} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} d_{(k-1)(k-1)} \\ d_{(k-1)(k-2)} \\ \vdots \\ d_{(k-1)1} \\ d_{(k-1)0} \end{pmatrix}.$$

Отсюда следует выражение коэффициентов полинома через его корни [1; 3]

$$\begin{pmatrix} d_n \\ d_{n-1} \\ \dots \\ d_0 \end{pmatrix} = \prod_{\ell=1}^n \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ -x_{n-\ell} & 1 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & -x_{n-\ell} & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & -x_{n-\ell} & 1 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & -x_{n-\ell} \end{pmatrix},$$

Представленное восстановление коэффициентов полинома по его корням алгоритмически отличается от формул Виета [4] и не использует уравнения Ньютона для симметрических функций корней [4]. Алгоритм (2) следующим образом применяется к интерполяционному полиному Лагранжа. Для интерполяции функции $y = f(x)$, $x \in [a, b]$ полином Лагранжа можно записать в виде

$$P_n(x) = \sum_{j=0}^n f(x_j) \prod_{\substack{r=0 \\ r \neq j}}^n (x - x_r) / \prod_{\substack{r=0 \\ r \neq j}}^n (x_j - x_r), \tag{3}$$

где x_r – узлы интерполяции. По алгоритму (2) можно вычислить коэффициенты полинома $\prod_{\substack{r=0 \\ r \neq j}}^n (x - x_r)$, затем привести подобные. Непосредственно ниже этот подход применяется для случая равноотстоящих узлов интерполяции.

Пусть на отрезке $x \in [a, b]$ взяты равноотстоящие узлы для полинома (3):

$$x_i \in [a, b], i \in \overline{0, n}, x_{i+1} - x_i = h, i \in \overline{0, n-1}, h = (b - a) n^{-1}.$$

Здесь и всюду в дальнейшем предполагается, что начальный узел совпадает с левой границей отрезка, а конечный узел – с его правой границей. В этом случае $x_j = x_0 + jh$, $x_r = x_0 + rh$, $x_0 = a$, $x_n = b$. Отсюда

$$\prod_{\substack{r=0 \\ r \neq j}}^n (x_j - x_r) = \prod_{\substack{r=0 \\ r \neq j}}^n (j - r)h, P_n(x) = \sum_{j=0}^n f(x_j) \prod_{\substack{r=0 \\ r \neq j}}^n (x - x_r) / (j - r)h^{-1}.$$

Вводится переменная $t = (x - x_0)h^{-1}$.

Тогда $(x - x_1)h^{-1} = t - 1, \dots, (x - x_r)h^{-1} = t - r, r \in \overline{0, n}$, и

$$P_n(t) = \sum_{j=0}^n f(x_j) \prod_{\substack{r=0 \\ r \neq j}}^n (t - r) / (j - r), t = (x - x_0)h^{-1}. \tag{4}$$

В отличие от аналога [5] для (4) ниже выполнен перевод числителей дробей слагаемых в форму полиномов с целочисленными коэффициентами. Как следствие, появится аналитическое выражение первообразной от интерполяционного полинома. Числитель дроби

$\prod_{\substack{r=0 \\ r \neq j}}^n (t - r) / (j - r)$ можно записать в виде

$$P_{nj}(t) = \prod_{r=0}^{n-1} (t - t_r), t_r = \begin{cases} r, & r < j; \\ r + 1, & r \geq j. \end{cases} \tag{5}$$

По схеме (2) получится:

$$P_{nj}(t) = d_{0j} + d_{1j}t + d_{2j}t^2 + \dots + d_{nj}t^n. \tag{6}$$

Коэффициенты полинома (6) – целые числа, они не зависят от интерполируемой функции, от диапазона и расположения её аргумента. Знаменатель дроби в (4) отличается от числителя тем, что в нем $t = j$. В результате

$$P_n(t) = \sum_{j=0}^n f(x_j) (d_{0j} + d_{1j}t + d_{2j}t^2 + \dots + d_{nj}t^n) / (d_{0j} + d_{1j}j + d_{2j}j^2 + \dots + d_{nj}j^n), \quad (7)$$

при $t = (x - x_0)h^{-1}$,

Числитель в (7) вычисляется по схеме Горнера

$$P_{n_j}(t) = d_{0j} + d_{1j}t + d_{2j}t^2 + \dots + d_{nj}t^n = (\dots(d_{nj} \times t + d_{n-1j}) \times t + d_{n-2j}) \times t + \dots + d_{1j}) \times t + d_{0j}. \quad (8)$$

В этих обозначениях

$$P_n(t) = \sum_{j=0}^n f(x_j) P_{n_j}(t) / P_{n_j}(j), \quad t = (x - x_0)h^{-1}. \quad (9)$$

Если каждый коэффициент каждого из полиномов с индексом j в числителях слагаемых (9) разделить на число $P_{n_j}(j)$, то интерполяционный полином (7), (9) примет вид

$$P_n(t) = \sum_{j=0}^n f(x_j) (D_{0j} + D_{1j}t + D_{2j}t^2 + \dots + D_{nj}t^n), \quad (10)$$

где

$$D_{\ell j} = d_{\ell j} / (d_{0j} + d_{1j}j + d_{2j}j^2 + \dots + d_{nj}j^n), \quad \ell \in \overline{0, n}. \quad (11)$$

Коэффициенты (11) полинома (10), как и компоненты, из которых они получены, по-прежнему не зависят от вида интерполируемой функции, от отрезка интерполирования, но зависят только от степени интерполяционного полинома и номера узла интерполяции. Этим свойством будут обладать и коэффициенты первообразной полинома (10). Первообразная рассматриваемого полинома примет вид

$$\int P_n(x) dx = h \sum_{j=0}^n f(x_j) (D_{0j}t + 2^{-1}D_{2j}t^2 + \dots + (n+1)^{-1}D_{nj}t^{n+1}) + C, \quad (12)$$

где $t = (x - x_0)h^{-1}$, C – произвольная постоянная.

Приближенное вычисление интегралов на основе кусочной интерполяции с помощью полиномов Лагранжа. Пусть отрезок $[a, b]$ разбит на малые подынтервалы равной длины с общими границами разбиения

$$[a, b] = \bigcup_{i=0}^{p-1} [a_i, b_i], \quad b_i - a_i = (b - a)p^{-1}, \quad a_{i+1} = b_i, \quad i = 0, 1, \dots, p-2. \quad (13)$$

Рассмотренные выше построения воспроизводятся на каждом подынтервале $[a_i, b_i]$ в отдельности, $i \in \overline{0, p-1}$, соответственный полином, его узлы и коэффициенты отмечаются индексом i , для отличия от обозначения других полиномов в обозначение полинома Лагранжа добавляется первая буква фамилии Лагранжа. Полином (10), (11) примет вид

$$P_{Lni}(t) = \sum_{j=0}^n f(x_{ij}) (D_{0j} + D_{1j}t + D_{2j}t^2 + \dots + D_{nj}t^n), \quad [\quad , \quad], \quad (\quad) , \quad (\quad)$$

$$x \in [a_i, b_i], \quad t = (x - a_i)h_i^{-1}, \quad h_i = (b_i - a_i) / n = (b - a) / p / n. \quad (14)$$

Одинаковый на всех подынтервалах шаг интерполяции ниже обозначен

$$h_{pn} = h_i = (b - a) / p / n, \quad \forall i \in \overline{0, p-1}.$$

Непосредственно из (12), (13), (14) вытекают формулы приближенного вычисления интегралов:

$$\int_a^b f(x) dx = \sum_{i=0}^{p-1} \int_{a_i}^{b_i} f(x) dx, \quad \int_{a_i}^{b_i} f(x) dx \approx \int_{a_i}^{b_i} P_{Lni}(x) dx,$$

$P_{Lni}(x) = P_{Lni}(t)$, $P_{Lni}(t)$ определяется из (14).

С введенным обозначением шага интерполяции

$$P_{Lni}(t) = \sum_{j=0}^n f(x_{ij}) (D_{0j} + D_{1j}t + D_{2j}t^2 + \dots + D_{nj}t^n), \quad [a_i, b_i], \quad (i)_{pn}, \quad pn \quad (15)$$

$$x \in [a_i, b_i], \quad t = (x - a_i)h_{pn}^{-1}, \quad h_{pn} = (b - a) / p / n.$$

Из (12) с заменой переменной $t = (x - a_i)h_{pn}^{-1}$ и из (15) следует

$$\int_{a_i}^{b_i} P_{Lni}(x) dx = \sum_{j=0}^n f(x_{ij}) h_{pn} \int_0^n (D_{0j} + D_{1j}t + D_{2j}t^2 + \dots + D_{nj}t^n) dt.$$

Взятие первообразной влечет

$$\int_{a_i}^{b_i} P_{Lni}(x) dx = h_{pn} \sum_{j=0}^n f(x_{ij}) \left(D_{0j} t \Big|_0^n + D_{1j} \frac{1}{2} t^2 \Big|_0^n + D_{2j} \frac{1}{3} t^3 \Big|_0^n + \dots + D_{nj} \frac{1}{n+1} t^{n+1} \Big|_0^n \right),$$

или, в результате выполнения подстановки,

$$\int_{a_i}^{b_i} P_{Lni}(x) dx = h_{pn} \sum_{j=0}^n f(x_{ij}) (D_{0j}n + 2^{-1}D_{1j}n^2 + 3^{-1}D_{2j}n^3 + \dots + (n+1)^{-1}D_{nj}n^{n+1}). \quad (16)$$

Сложение (16) по всем подынтервалам дает формулу приближенного вычисления интеграла:

$$\int_a^b f(x) dx \approx h_{pn} \sum_{i=0}^{p-1} \sum_{j=0}^n f(x_{ij}) (D_{0j}n + 2^{-1}D_{1j}n^2 + 3^{-1}D_{2j}n^3 + \dots + (n+1)^{-1}D_{nj}n^{n+1}), \quad (17) \quad (i)_{pn} / p / n.$$

при $h_{pn} = (b - a) / p / n$.

Как отмечалось, выражение в скобках внутренней суммы в (17) является числом, зависящим от степени интерполяционного полинома и от номера узла интерполяции, но не зависящим от номера подынтервала и вида подынтегральной функции. Ниже это число обозначается

$$c_{nj} = D_{0j}n + 2^{-1}D_{1j}n^2 + 3^{-1}D_{2j}n^3 + \dots + (n+1)^{-1}D_{nj}n^{n+1}. \quad (18)$$

Коэффициенты $D_{\ell j}$, $\ell = 0, 1, \dots, n$, получаются переходом от (5) к (6) в соотношении (4) с использованием (2). Значения (18) могут быть вычислены априори, записаны в память компьютера, быть хранимыми константами и применяться для приближенного вычисления интеграла от любой функции. В частности, их можно сохранять в разделе описаний констант программы и непосредственно использовать в разделе инструкций этой программы при вычислении интегралов вида (17).

Из изложенного вытекает

Теорема 1. На основе кусочной интерполяции подынтегральной функции с помощью полиномов Лагранжа значение интеграла приближенно вычисляется из соотношения

$$\int_a^b f(x) dx \approx (b - a) p^{-1} n^{-1} \sum_{i=0}^{p-1} \sum_{j=0}^n c_{nj} f(x_{ij}), \quad (19)$$

где $f(x_{ij})$ – значение подынтегральной функции в j -м узле интерполяции на i -м подынтервале из (13), коэффициенты и числовые параметры определяются из (17), (18).

Ниже приводится таблица значений коэффициентов (18) (поделенных на n) для различных степеней интерполяционных полиномов Лагранжа.

Замечание 1. В Delphi значения коэффициентов, начиная с полиномов степени $n = 5$, в формате extended вычисляются с погрешностью, этим объясняются ограничения степеней полиномов Лагранжа при вычислении интегралов на основе кусочной интерполяции по программам, представленным в [1]. Для повышения точности вычислений при составлении табл. 1 использовался язык Python с модулем decimal.

Таблица 1

Значения коэффициентов c_{nj} / n приближения интеграла (19) для различных степеней n полинома Лагранжа

n	$c_{nj} / n, j \in \overline{0, n}$
1	(0.50000000000000000000, 0.50000000000000000000)
2	(0.16666666666666666667, 0.66666666666666666667, 0.16666666666666666667)
3	(0.12500000000000000000, 0.37500000000000000000, 0.37500000000000000000, 0.12500000000000000000)
4	(0.07777777777777777778, 0.35555555555555555556, 0.13333333333333333333, 0.35555555555555555556, 0.07777777777777777778)
5	(0.06597222222222222222, 0.26041666666666666667, 0.17361111111111111111, 0.17361111111111111111, 0.26041666666666666667, 0.06597222222222222222)
6	(0.048809523809523809524, 0.257142857142857142857, 0.032142857142857142857, 0.323809523809523809524, 0.032142857142857142857, 0.257142857142857142857, 0.048809523809523809524)
7	(0.043460648148148148148, 0.207002314814814814815, 0.07656250000000000000, 0.172974537037037037037, 0.172974537037037037037, 0.07656250000000000000, 0.207002314814814814815, 0.043460648148148148148)
8	(0.034885361552028218695, 0.207689594356261022928, -0.032733686067019400353, 0.370229276895943562610, -0.160141093474426807760, 0.370229276895943562610, -0.032733686067019400353, 0.207689594356261022928, 0.034885361552028218695)
9	(0.031886160714285714286, 0.175680803571428571429, 0.012053571428571428571, 0.215892857142857142857, 0.064486607142857142857, 0.064486607142857142857, 0.215892857142857142857, 0.012053571428571428571, 0.175680803571428571429, 0.031886160714285714286)
10	(0.026834148361926139704, 0.177535941424830313719, -0.081043570626903960237, 0.454946288279621612955, -0.435155122655122655123, 0.713764630431297097963, -0.435155122655122655123, 0.454946288279621612955, -0.081043570626903960237, 0.177535941424830313719, 0.026834148361926139704)

Равенство коэффициентов c_{nj} и $c_{n(n-j)}$, наблюдаемое в табл. 1, является общим свойством приближения (19), которое коррелируется с известной симметрией коэффициентов формул Ньютона-Котеса [2; 6], выполненных на основе полиномов Лагранжа.

Замечание 2. В компьютерной реализации вычисления интеграла из (19) подынтервалы (13) в суммарном объединении могут не поместиться в точности в заданный промежуток интегрирования $[a, b]$: $b - a$ не обязательно делится нацело на $b_i - a_i$. Целесообразно сначала вычислить интеграл на $[a, b_{p-2}]$ ($b_{p-2} - a = a_{p-1} - a$ нацело делится на $b_i - a_i$), исключив последний подынтервал. Затем на последнем (исключенном) подынтервале $[a_{p-1}, b]$ с реальным значением b отдельно провести вычисление интеграла из (16), заменив h_{pn} на соответствующий шаг интерполяции $h_{pn} = (b - a_{p-1}) / n$. Получится

$$\int_{a_{p-1}}^b P_{Ln(p-1)}(x) dx = \tilde{h}_{pn} \sum_{j=0}^n c_{nj} f(x_{(p-1)j}), \quad (20)$$

c_{nj} по-прежнему из (18). Значение (20) складывается с интегралом по промежутку $[a, b_{p-2}]$, что дает окончательное приближение интеграла на $[a, b]$.

При данной коррекции на последнем подынтервале начальные и конечные узлы интерполяции в точности совпадут с его границами, и удастся избежать часто возникающей погрешности компьютерной реализации квадратурных формул [1].

Программная реализация кусочно-интерполяционного вычисления интеграла на основе полиномов Лагранжа, соотношений (17) – (19) и коэффициентов из табл. 1 приводится непосредственно ниже (здесь и в дальнейшем Delphi 9 или Delphi 10).

```

program PIL_integral_n1_10; {$APPTYPE CONSOLE} uses SysUtils; var a,b,S:extended; n:byte; p:int64;
function f(x:extended):extended;
begin f:=cos(x)*exp(sin(x)){cos(x)}{sqrt(1-0.5*sqr(sin(x)))}{exp(x/2)+cos(4*x)}{x*exp(-x)*cos(2*x)} end;
function exact_int(a,b:extended):extended;
begin exact_int:=exp(sin(b))-exp(sin(a)){sin(b)-sin(a)}{1.35064388104767550252}{2*(exp(Pi)-1)}
{1/25*(exp(-2*Pi)*(3-10*Pi)-3)} end;
function PIL_int(a,b:extended; n:byte; p:int64):extended;
const c:array[1..10, 0..5] of extended =((0.5, 0, 0, 0, 0, 0), (0.16666666666666666667,
0.66666666666666666667, 0, 0, 0, 0), (0.125, 0.375, 0, 0, 0, 0), (0.07777777777777777778,
0.35555555555555555556, 0.13333333333333333333, 0, 0, 0), (0.06597222222222222222,
0.26041666666666666667, 0.17361111111111111111, 0, 0, 0),
(0.048809523809523809524, 0.257142857142857142857, 0.032142857142857142857,
0.323809523809523809524, 0, 0), (0.043460648148148148148, 0.207002314814814814815, 0.0765625,
0.172974537037037037037, 0, 0), (0.034885361552028218695, 0.207689594356261022928,
-0.032733686067019400353, 0.370229276895943562610,
-0.160141093474426807760, 0), (0.031886160714285714286, 0.175680803571428571429,
0.012053571428571428571, 0.215892857142857142857, 0.064486607142857142857, 0),
(0.026834148361926139704, 0.177535941424830313719, -0.081043570626903960237,
0.454946288279621612955, -0.435155122655122655123, 0.713764630431297097963));
type coeffs = array[0..5] of extended; x_arr = array[0..10] of extended;
var ai,hp,hpn,s1,s2:extended; j:byte;i:int64; s2_arr:coeffs; x:x_arr;
begin hp:=(b-a)/p; hpn:=hp/n; s1:=0; ai:=a; i:=0; for j:=1 to n div 2 do s2_arr[j]:=0;
repeat
for j:=1 to n do x[j]:=ai+j*hp; for j:=1 to n div 2 - 1 do s2_arr[j]:=s2_arr[j]+f(x[j])+f(x[n-j]);
if n mod 2 <>0 then s2_arr[n div 2]:=s2_arr[n div 2]+f(x[n div 2])+f(x[n div 2 + 1])
else s2_arr[n div 2]:=s2_arr[n div 2]+f(x[n div 2]); if i < p-1 then s1:=s1+f(x[n]);
inc(i); ai:=a+i*hp;
until i = p;
s2:=0; for j:=1 to n div 2 do s2:=s2+c[n,j]*s2_arr[j]; s1:=c[n,0]*(f(a)+2*s1+f(b)); PIL_int:=(s1+s2)*hp;
end;
begin
a:=0; b:=Pi/2; n:=10; p:=16; S:=PIL_int(a, b, n, p); writeln('S=',S,' Pogr=',abs(S-exact_int(a,b))); readln;
end.
    
```

Результаты численного эксперимента на основе работы программы PIL_integral_n1_10 приведены в табл. 2.

Таблица 2

Значения параметров и погрешности вычисления интегралов по результатам численного эксперимента

Интеграл	Приближение интеграла	Абсолютная погрешность приближения	Параметры программы
$\int_0^{\pi/2} \cos(x) e^{\sin(x)} dx$	1.71828182845905E+0000	0.00000000000000E+0000	$n = 5, p = 512$
$\int_0^{500} \cos(x) e^{\sin(x)} dx$	-3.73603552314934E-0001	5.42101086242752E-0020	$n = 9, p = 4096$
$\int_0^{\pi/2} \cos(x) dx$	1.00000000000000E+0000	0.00000000000000E+0000	$n = 6, p = 32$
$\int_0^{\pi/2} \sqrt{1-2^{-1} \sin^2(x)} dx$	1.35064388104768E+0000	0.00000000000000E+0000	$n = 2, p = 64$
$\int_0^{2\pi} (e^{x/2} + \cos(4x)) dx$	4.42813852655585E+0001	0.00000000000000E+0000	$n = 5, p = 1024$
$\int_0^{2\pi} (x e^{-x} \cos(2x)) dx$	-1.22122604618968E-0001	0.00000000000000E+0000	$n = 7, p = 4096$

Во втором столбце табл. 1 – вычисленное программой PIL_integral_n1_10 приближенное значение интеграла из первого столбца той же строки, в третьем столбце – абсолютная погрешность приближения, в четвертом – параметры программы. Для полного эллиптического интеграла второго рода $E(1/\sqrt{2}) = \int_0^{\pi/2} \sqrt{1-2^{-1}\sin^2(x)} dx$ в качестве эталонного

значения для сравнения принято значение $E(1/\sqrt{2})$, представленное в [7].

Вычисление интеграла из (19), включая возможное уточнение (20), обладает естественным параллелизмом. Для одновременного выполнения всех умножений вида $c_{nj}f(x_{ij})$ за время t_y одного бинарного умножения потребуется $R = p(n+1)$ процессорных элементов (ПЭ). Сумма парных произведений вычисляется по схеме сдваивания [8], что потребует $\lfloor R/2 \rfloor$ ПЭ и займет время $\lfloor \log_2 p + \log_2(n+1) \rfloor t_c$, t_c – время одного бинарного сложения. Здесь и ниже $\lfloor \beta \rfloor$ обозначает число, ближайшее целое к β не меньшее β . Требуется еще умножение полученной суммы на h_{pn} . Вычисление шага $h_{pn} = (b-a)p^{-1}n^{-1}$ можно выполнить по ходу схемы сдваивания. В результате временная сложность $T(R)$ параллельного вычисления интеграла составит

$$\begin{aligned} T(p(n+1)) &= 2t_y + \lfloor \log_2 p + \log_2(n+1) \rfloor t_c \sim (\log_2 p + \log_2(n+1)) t_c = \\ &= O((\log_2 p + \log_2(n+1))). \end{aligned} \quad (21)$$

При ограничении степени полинома, $n \leq n_0 = \text{const}$, –

$$T(p(n+1)) = O(\log_2 p).$$

Вычисление интеграла на основе первообразной от непрерывного кусочно-интерполяционного приближения подынтегральной функции. Пусть на отрезке (13) выполнено приближение (15) подынтегральной функции,

$$f(x) \approx P_{Lni}(t), \quad x \in [a, b] \cap [a_i, b_i].$$

Номер подынтервала, при котором $x \in [a_i, b_i]$, $t = (x-a_i)h_{pn}^{-1}$, h_{pn} из (17), дает формула [1]

$$i = \lfloor (x-a) / ((b-a)p^{-1}) \rfloor,$$

$\lfloor a \rfloor$ – целая часть числа a . Пусть функция $f(x)$ непрерывна $\forall x \in [a, b]$ из (13), тогда она интегрируема, ее первообразная

$$\Phi(x) = \int_a^x f(x) dx \quad (22)$$

непрерывна на $[a, b]$ [9]. Приближение подынтегральной функции, обозначаемое $F_{Ln}(x)$, рассматривается как самостоятельная функция, определенная на всем $[a, b]$,

$$F_{Ln}(x) \approx f(x) \quad \forall x \in [a, b],$$

при этом определяющими являются соотношения:

$$\forall x \in [a, b], \forall i = 0, 1, \dots, p-1: \quad x \in [a_i, b_i] \Rightarrow F_{Ln}(x) = P_{Lni}(t), \quad t = (x-a_i)h_{pn}^{-1}, \quad (23)$$

$P_{Lni}(t)$ из (15).

Начальный и конечный узел интерполяции полинома (15) всегда находятся соответственно на левой и правой границе подынтервала, поэтому при $i = 0, 1, \dots, p-2$

$$F_{Ln}(a_{i+1}) = P_{Ln(i+1)}(t) \Big|_{x=a_{i+1}} = P_{Ln(i+1)}(0) = f(a_{i+1}) = f(b_i) = P_{Lni}(n) = P_{Lni}(t) \Big|_{x=b_i} = F_{Ln}(b_i). \quad (24)$$

Согласно (15), (23), (24) функция $F_{Ln}(x)$ непрерывна $\forall x \in [a, b]$, следовательно, интегрируема на $[a, b]$. Ее первообразная

$$\Phi_{Ln}(x) = \int_a^x F_{Ln}(x) dx + C \quad (25)$$

при $\forall C = \text{const}$ определена и непрерывна $\forall x \in [a, b]$.

Первообразную (25) можно построить из полиномов (15).

В случае $x \in [a_i, b_i]$ интеграл

$$\int_{a_i}^x P_{Lni}(t) dx = \sum_{j=0}^n f(x_{ij}) h_{pn} \int_{a_i}^x (D_{0j} + D_{1j}t + D_{2j}t^2 + \dots + D_{nj}t^n) dt. \quad (26)$$

представляет собой первообразную полинома (15). Равенство (26) эквивалентно равенству

$$\int_{a_i}^x P_{Lni}(t) dx = \sum_{j=0}^n f(x_{ij}) h_{pn} \left(D_{0j} t \Big|_{a_i}^x + 2^{-1} D_{1j} t^2 \Big|_{a_i}^x + 3^{-1} D_{2j} t^3 \Big|_{a_i}^x + \dots + (n+1)^{-1} D_{nj} t^{n+1} \Big|_{a_i}^x \right). \quad (27)$$

Для полинома (27) вводится обозначение при $x \in [a_i, b_i]$

$$P_{INTLni}(x) = \sum_{j=0}^n f(x_{ij}) h_{pn} \left(D_{0j} t \Big|_{a_i}^x + 2^{-1} D_{1j} t^2 \Big|_{a_i}^x + 3^{-1} D_{2j} t^3 \Big|_{a_i}^x + \dots + (n+1)^{-1} D_{nj} t^{n+1} \Big|_{a_i}^x \right), \quad (28)$$

так что

$$\int_{a_i}^x P_{Lni}(t) dx = P_{INTLni}(x). \quad (29)$$

В (28) каждая нижняя подстановка равна нулю, поэтому

$$\int_{a_r}^{b_r} P_{Lnr}(t) dx = \int_{a_r}^{a_{r+1}} P_{Lnr}(t) dx = P_{INTLnr}(a_{r+1}) \quad \forall r = 0, 1, \dots, p-1. \quad (30)$$

Из (29), (30) следует

$$\int_{a_i}^x P_{Lni}(t) dx + \int_{a_{i-1}}^{a_i} P_{Ln(i-1)}(t) dx = P_{INTLni}(x) + P_{INTLn(i-1)}(a_i). \quad (31)$$

С учетом (23)

$$\int_{a_i}^x F_{Ln}(x) dx + \int_{a_{i-1}}^{a_i} F_{Ln}(x) dx = P_{INTLni}(x) + P_{INTLn(i-1)}(a_i),$$

или, с учетом (13),

$$\int_{a_{i-1}}^x F_{Ln}(x) dx = P_{INTLni}(x) + P_{INTLn(i-1)}(b_{i-1}). \quad (32)$$

Аналогично, добавление к обеим частям (31) интеграла $\int_{a_{i-2}}^{a_{i-1}} P_{Ln(i-2)}(t) dx$ влечет

$$\int_{a_i}^x P_{Lni}(t) dx + \int_{a_{i-1}}^{a_i} P_{Ln(i-1)}(t) dx + \int_{a_{i-2}}^{a_{i-1}} P_{Ln(i-2)}(t) dx = P_{INTLni}(x) + P_{INTLn(i-1)}(a_i) + P_{INTLn(i-2)}(a_{i-1}).$$

С учетом определения (23) функции $F_{Ln}(x)$,

$$\int_{a_i}^x F_{Ln}(x) dx + \int_{a_{i-1}}^{a_i} F_{Ln}(x) dx + \int_{a_{i-2}}^{a_{i-1}} F_{Ln}(x) dx = P_{INTLni}(x) + P_{INTLn(i-1)}(a_i) + P_{INTLn(i-2)}(a_{i-1}),$$

или, аналогично (32),

$$\int_{a_{i-2}}^x F_{Ln}(x) dx = P_{INTLni}(x) + P_{INTLn(i-1)}(b_{i-1}) + P_{INTLn(i-2)}(b_{i-2}).$$

Процесс можно продолжать до получения индекса $i - i = 0$ в нижнем пределе интегрирования. Поскольку $a_0 = a$, в продолжение процесса получится при $x \in [a_i, b_i]$

$$\int_a^x F_{Ln}(x) dx = P_{INTLn_i}(x) + P_{INTLn(i-1)}(b_{i-1}) + P_{INTLn(i-2)}(b_{i-2}) + P_{INTLn(i-3)}(b_{i-3}) + \dots + P_{INTLn_0}(b_0). \quad (33)$$

Из изложенного вытекает

Лемма 1. Первообразная (22) может вычисляться с помощью непрерывного кусочно-интерполяционного приближения (23) подынтегральной функции из соотношения

$$\Phi(x) \approx \int_a^x F_{Ln}(x) dx = P_{INTLn_i}(x) + \sum_{\ell=1}^i P_{INTLn(i-\ell)}(b_{i-\ell}), \quad x \in [a_i, b_i], \quad (34)$$

где $P_{INTLn_i}(x)$ из (28), $[a_i, b_i]$ – из (13), $P_{INTLn_r}(b_r)$ вычисляется из (28) при $i = r, x = b_r$.

Первообразная (25), (33) представляет собой непрерывное аналитическое приближение первообразной подынтегральной функции (22), если первообразная от последней аналитического выражения не имеет. Из (33), (34) при $x = b$ получается формула приближенного вычисления интеграла

$$\int_a^b F_{Ln}(x) dx = P_{INTLn(p-1)}(b_{p-1}) + P_{INTLn(p-2)}(b_{p-2}) + \dots + P_{INTLn(i-1)}(b_{i-1}) + P_{INTLn(i-2)}(b_{i-2}) + \dots + P_{INTLn_1}(b_1) + P_{INTLn_0}(b_0). \quad (35)$$

Более точно, имеет место

Теорема 2. В условиях леммы 1

$$\int_a^b f(x) dx \approx \int_a^b F_{Ln}(x) dx = \sum_{i=0}^{p-1} P_{INTLn_i}(b_i), \quad (36)$$

где $F_{Ln}(x)$ определяется из (23), $P_{INTLn_i}(b_i)$ вычисляется из (28) при $x = b_i$.

В обозначении (25) первообразная (33) примет вид

$$\Phi_{Ln}(x) = P_{INTLn_i}(x) + \sum_{\ell=1}^i P_{INTLn(i-\ell)}(b_{i-\ell}), \quad \forall x \in [a_i, b_i], \quad \forall i \in \overline{0, p-1}. \quad (37)$$

Для (37) по основной теореме интегрального исчисления [9] должно выполняться равенство

$$\int_a^b F_{Ln}(x) dx = \Phi_{Ln}(b) - \Phi_{Ln}(a). \quad (38)$$

Более подробно,

$$\begin{aligned} \int_a^b F_{Ln}(x) dx &= P_{INTLn(p-1)}(b_{p-1}) + P_{INTLn(p-2)}(b_{p-2}) + \dots + P_{INTLn(i-1)}(b_{i-1}) + \\ &+ P_{INTLn(i-2)}(b_{i-2}) + \dots + P_{INTLn_1}(b_1) + P_{INTLn_0}(b_0) - P_{INTLn(p-1)}(a_{p-1}) - \\ &- P_{INTLn(p-2)}(a_{p-2}) - \dots - P_{INTLn(i-1)}(a_{i-1}) - P_{INTLn(i-2)}(a_{i-2}) - \dots - P_{INTLn_1}(a_1) - P_{INTLn_0}(a_0). \end{aligned} \quad (39)$$

Из (28) $P_{INTLn_r}(a_r) = 0, r = 0, 1, \dots, p-1$, и из (38), (39)

$$\Phi_{Ln}(b) - \Phi_{Ln}(a) = \Phi_{Ln}(b) = \int_a^b F_{Ln}(x) dx = \sum_{i=0}^{p-1} P_{INTLn_i}(b_i).$$

Окончательно,

$$\int_a^b f(x) dx \approx \Phi_{Ln}(b) = \int_a^b F_{Ln}(x) dx = \sum_{i=0}^{p-1} P_{INTLn_i}(b_i),$$

что является разновидностью записи (36).

Реализация дана для $n = 4$, повышение степени интерполяционного полинома к улучшению точности не приводит. Результаты численных экспериментов с программой PII_integral_n4_perv приведены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты приближенного вычисления интегралов
с помощью программы PII_integral_n4_perv

Интеграл	Приближение интеграла	Абсолютная погрешность приближения	Параметры программы
$\int_0^{\pi/2} \cos(x) e^{\sin(x)} dx$	1.71828182845905E+0000	4.33680868994202E-0019	$n = 4, p = 1024$
$\int_0^{500} \cos(x) e^{\sin(x)} dx$	-3.73603552314934E-0001	1.89735380184963E-0019	$n = 4,$ $p = 1024000$
$\int_0^{\pi/2} \cos(x) dx$	1.00000000000000E+0000	1.08420217248550E-0019	$n = 4, p = 2048$
$\int_0^{\pi/2} \sqrt{1 - 2^{-1} \sin^2(x)} dx$	1.35064388104768E+0000	0.00000000000000E+0000	$n = 4, p = 64$
$\int_0^{2\pi} (e^{x/2} + \cos(4x)) dx$	4.42813852655585E+0001	1.38777878078145E-0017	$n = 4, p = 4096$
$\int_0^{2\pi} (x e^{-x} \cos(2x)) dx$	-1.22122604618968E-0001	2.50721752387273E-0019	$n = 4, p = 2048$

Сумму (35), аналогично (34), можно вычислять параллельно с использованием схемы сдваивания. С оговоркой относительно распараллеливания вычисления двойной суммы (35), с точностью до числового множителя сохранится оценка (21).

Замечание 4. Возможность представления (33) как непрерывного аналитического приближения первообразной подынтегральной функции является отличительной особенностью метода, обусловленной алгебраической формой полиномов с числовыми коэффициентами, приближающих подынтегральную функцию и интеграл. Известные методы аналогичную возможность непосредственно не представляют.

Целесообразно исследовать применимость непрерывного аналитического приближения первообразной для приближенного решения интегральных уравнений на основе кусочной интерполяции [10; 11], а также для приближенного решения дифференциальных уравнений на этой же основе [12]. Согласно эксперименту погрешность приближенного вычисления первообразной изложенным способом имеет такой же порядок, как погрешность вычисления интеграла (табл. 4).

Аналитические оценки погрешности кусочно-интерполяционного вычисления интеграла. Очевидно,

$$\left| \int_a^b f(x) dx - \int_a^b F_{L_n}(x) dx \right| \leq \int_a^b \max_{[a,b]} |f(x) - F_{L_n}(x)| dx = \int_a^b \max_{0 \leq i \leq p-1} \max_{[a_i, b_i]} |f(x) - F_{L_n}(x)| dx.$$

Отсюда

$$\left| \int_a^b f(x) dx - \int_a^b F_{L_n}(x) dx \right| \leq \max_{0 \leq i \leq p-1} \max_{[a_i, b_i]} |f(x) - F_{L_n}(x)| \times (b - a). \quad (42)$$

Согласно (23)

$$\max_{[a_i, b_i]} |f(x) - F_{L_n}(x)| = \max_{[a_i, b_i]} |f(x) - P_{L_{ni}}(t)|. \quad (43)$$

Погрешность интерполяции функции $f(x)$ полиномом Лагранжа на подынтервале оценивается следующим образом [1; 12]. При $k = \log_2 p$ справедливо неравенство

$$|f(x) - P_{L_{ni}}(t)| \leq c 2^{-k(n+1)} h^{n+1}, \quad p = 2^k, \quad x \in [a, b], \quad [a, b] = \bigcup_{i=0}^{2^k-1} [a_i, a_{i+1}]. \quad (44)$$

Лемма 2 [12]. Пусть для произвольного $n = \text{const}$ функция $f(x)$ определена, непрерывна и непрерывно дифференцируема $n + 1$ раз на отрезке $[a, b]$ из (13), на концах которого подразумеваются соответственные односторонние производные. Тогда, каково бы ни было $n \geq 1$, последовательность полиномов $P_{L_{ni}}(t)$ из (15) равномерно сходится к функции $f(x)$ на данном отрезке при $k \rightarrow \infty$, где $k = \log_2 p$, p – число подынтервалов из (13). Скорость сходимости оценивается из (44), где $c = \text{const}$, $h = (b - a) / n$ – шаг интерполяции полинома $P_{L_n}(t)$ из (9) на $[a, b]$ при $k = 0$.

При $n \leq n_0$, $n_0 = \text{const}$, имеет место

Следствие 1 [12]. В условиях леммы 2, а также в предположении $h < 1$, выполняется неравенство

$$|f(x) - P_{L_{ni}}(t)| \leq c 2^{-2k} h^2, \quad \forall x \in [a, b], \quad [a, b] = \bigcup_{i=0}^{2^k-1} [a_i, a_{i+1}], \quad (45)$$

где $c = \text{const}$ не зависит от выбора степени полинома n .

Подстановка (44) в (43) и соответственно в (42) влечет

Следствие 2. В условиях леммы 2 имеет место сходимость рассматриваемого приближения $\int_a^b F_{L_n}(x) dx$ к интегралу $\int_a^b f(x) dx$ при $k \rightarrow \infty$, для скорости сходимости верна оценка

$$\left| \int_a^b f(x) dx - \int_a^b F_{L_n}(x) dx \right| \leq c 2^{-k(n+1)} (b-a)^{n+2} / n^{n+1}. \quad (46)$$

Аналогичная подстановка (45) влечет

Следствие 3. В условиях следствия 1 также имеет место сходимость рассматриваемого приближения интеграла, для скорости сходимости верна оценка

$$\left| \int_a^b f(x) dx - \int_a^b F_{L_n}(x) dx \right| \leq c 2^{-2k} (b-a)^3 / n^2. \quad (47)$$

Следствия 2, 3 и оценки (46), (47) дополняют утверждения лемм 1, 2 и теоремы 2.

Рассмотренные условия и оценки уточняют аналоги, ранее приведенные в [1]. В частности, при $n = 2$ оценка (47) перейдет в оценку

$$\left| \int_a^b f(x) dx - \int_a^b F_{L_n}(x) dx \right| \leq c 2^{-2(k+1)} (b-a)^3,$$

которая верна при условии трехкратной дифференцируемости подынтегральной функции.

Кусочно-интерполяционное вычисление интеграла на основе полиномов Ньютона. При каждом i из (13) интерполяционный полином Ньютон а для интерполирования вперед с равноотстоящими узлами на i -м подынтервале имеет вид [5]

$$\Psi_{N_{ni}}(t) = f(x_{i0}) + \sum_{j=1}^n \frac{\Delta^j f_{i0}}{j!} \prod_{r=0}^{j-1} (t - r), \quad i \quad i \quad i \quad pn \quad pn$$

$$x \in [a_i, b_i], \quad t = (x - a_i) h_{pn}^{-1}, \quad h_{pn} = (b - a) / p / n, \quad i \in \overline{0, p-1}, \quad (48)$$

где узлы интерполяции $x_{ij} \in [a_i, b_i]$, $j \in \overline{0, n}$, $x_{i(j+1)} - x_{ij} = h_{pn}$, $h_{pn} = (b_i - a_i) n^{-1}$, $j \in \overline{0, n-1}$, $\Delta^j f_{i0}$ – конечная разность j -го порядка в узле $x_{i0} = a_i$, p из (13). Поскольку интерполяционные полиномы равной степени с одинаковыми узлами и узловыми значениями совпадают, то для последовательности полиномов $\Psi_{N_{ni}}(t) = P_{L_{ni}}(t)$, $t = (x - a_i) h_{pn}^{-1}$, верны оценка (44), лемма 2, следствие 1 и оценка (45), а последовательность полиномов (48) в условиях леммы 2 и следствия 1 сходится к $f(x)$ на $[a, b]$, если $p \rightarrow \infty$.

На каждом подынтервале $\Psi_{Nni}(t)$ можно преобразовать к виду алгебраического полинома с числовыми коэффициентами. Для этого каждый полином $\Psi_j(t) = \prod_{r=0}^{j-1} (t-r)$ из (48) преобразуется в полином с целочисленными коэффициентами. Если положить $t_r = r$, $r \in \overline{0, j-1}$, по схеме (2) получится

$$\Psi_j(t) = q_{0j} + q_{1j}t + q_{2j}t^2 + \dots + q_{jj}t^j, \quad (49)$$

где коэффициенты – целые числа. Почленное деление таких полиномов на $j!$ в (48) повлечет развернутую форму полинома вида

$$\Psi_{Nni}(t) = f(x_{i0}) + \sum_{j=1}^n \Delta^j f_{i0} (c_{0j} + c_{1j}t + c_{2j}t^2 + \dots + c_{jj}t^j), \quad i \in \overline{0, p-1}, \quad (50)$$

$$x_{i0} = a_i, \quad t = (x - a_i)h_{pn}^{-1}, \quad x \in [a_i, b_i],$$

$$h_{pn} = (b - a) / p / n, \quad i \in \overline{0, p-1}, \quad (50)$$

где

$$c_{\ell j} = q_{\ell j} / j!, \quad \ell \in \overline{0, j}, \quad j \in \overline{1, n}, \quad (51)$$

$q_{\ell j}$ из (49). С учетом $t = (x - a_i)h_{pn}^{-1}$ отсюда следует

$$\int_{a_i}^{b_i} \Psi_{Nni}(t) dx = h_{pn} \int_0^n f(x_{i0}) dt + \sum_{j=1}^n \Delta^j f_{i0} h_{pn} \int_0^n (c_{0j} + c_{1j}t + c_{2j}t^2 + \dots + c_{jj}t^j) dt.$$

Подстановка пределов интегрирования влечет

$$\int_{a_i}^{b_i} \Psi_{Nni}(t) dx = h_{pn} f(x_{i0}) t|_0^n + h_{pn} \sum_{j=1}^n \Delta^j f_{i0} \left(c_{0j} t|_0^n + c_{1j} \frac{1}{2} t^2|_0^n + c_{2j} \frac{1}{3} t^3|_0^n + \dots + c_{jj} \frac{1}{j+1} t^{j+1}|_0^n \right),$$

или

$$\int_{a_i}^{b_i} \Psi_{Nni}(t) dx = n h_{pn} f(x_{i0}) + h_{pn} \sum_{j=1}^n \Delta^j f_{i0} (c_{0j} n + 2^{-1} c_{1j} n^2 + 3^{-1} c_{2j} n^3 + \dots + (j+1)^{-1} c_{jj} n^{j+1}). \quad (52)$$

Сложение (52) по всем подынтервалам влечет формулу приближения интеграла. С учетом равенства интерполяционных полиномов Лагранжа и Ньютона в случае совпадения узлов и значений в узлах интерполяции имеет место

Теорема 3. На основе кусочной интерполяции подынтегральной функции с помощью полиномов Ньютона (48) значение интеграла можно приближенно вычислить из соотношения

$$\int_a^b f(x) dx \approx h_{pn} \sum_{i=0}^{p-1} \left(n f(x_{i0}) + \sum_{j=1}^n \Delta^j f_{i0} (c_{0j} n + 2^{-1} c_{1j} n^2 + 3^{-1} c_{2j} n^3 + \dots + (j+1)^{-1} c_{jj} n^{j+1}) \right),$$

$$h_{pn} = (b - a) / p / n. \quad (53)$$

где $f(x_{ij})$ – значение подынтегральной функции в j -м узле интерполяции на i -м подынтервале из (13), $\Delta^j f_{i0}$ – конечная разность j -го порядка в узле $x_{i0} = a_i$, p из (13), коэффициенты и числовые параметры определяются согласно (49), (50), (51). Погрешность приближения в условиях леммы 2 и следствий 1 – 3 оценивается, соответственно, из (46), (47) при соответственной замене обозначений.

Выражение в скобках внутренней суммы в (53) является числом, зависящим от степени интерполяционного полинома и от номера узла интерполяции, но не зависящим от номера подынтервала и вида подынтегральной функции. Ниже это число обозначается

$$c_{Nnj} = c_{0j} n + 2^{-1} c_{1j} n^2 + 3^{-1} c_{2j} n^3 + \dots + (j+1)^{-1} c_{jj} n^{j+1}. \quad (54)$$

Тогда (53) можно записать в виде

$$\int_a^b f(x) dx \approx h_{pn} \sum_{i=0}^{p-1} \left(n f(x_{i0}) + \sum_{j=1}^n \Delta^j f_{i0} c_{Nnj} \right), \quad h_{pn} = (b-a) / p / n. \quad (55)$$

Формулы (53), (55) могут непосредственно использоваться для вычисления интеграла. Коэффициенты c_{Nnj} априори вычисляются для всех функций и подынтервалов, записываются в память компьютера (в раздел описания констант программы) и в таком виде применяются для вычисления интегралов. Непосредственно ниже приводится таблица значений c_{Nnj} из (54), (55) для различных степеней полинома Ньютона.

Таблица 5

Значения коэффициентов c_{Nnj} / n вычисления интеграла из (55) для различных степеней n интерполяционного полинома Ньютона

n	$c_{Nnj} / n, j \in \overline{1, n}$
1	(5.00000000000000000000E-1)
2	(1.00000000000000000000E+0, 1.66666666666666666667E-1)
3	(1.50000000000000000000E+0, 7.50000000000000000000E-1, 1.25000000000000000000E-1)
4	(2.00000000000000000000E+0, 1.66666666666666666667E+0, 6.66666666666666666667E-1, 7.77777777777777777778E-2)
5	(2.50000000000000000000E+0, 2.91666666666666666667E+0, 1.87500000000000000000E+0, 5.90277777777777777778E-1, 6.59722222222222222222E-2)
6	(3.00000000000000000000E+0, 4.50000000000000000000E+0, 4.00000000000000000000E+0, 2.05000000000000000000E+0, 5.50000000000000000000E-1, 4.880952380952380952381E-2)
7	(3.50000000000000000000E+0, 6.41666666666666666667E+0, 7.29166666666666666667E+0, 5.18194444444444444444E+0, 2.23125000000000000000E+0, 5.112268518518518518519E-1, 4.346064814814814814815E-2)
8	(4.00000000000000000000E+0, 8.66666666666666666667E+0, 1.20000000000000000000E+1, 1.09111111111111111111E+1, 6.48888888888888888889E+0, 2.397883597883597883598E+0, 4.867724867724867724868E-1, 3.488536155202821869489E-2)
9	(4.50000000000000000000E+0, 1.12500000000000000000E+1, 1.83750000000000000000E+1, 2.03625000000000000000E+1, 1.54687500000000000000E+1, 7.897767857142857142857E+0, 2.565401785714285714286E+0, 4.62656250000000000000E-1, 3.188616071428571428571E-2)
10	(5.00000000000000000000E+0, 1.41666666666666666667E+1, 2.66666666666666666667E+1, 3.48611111111111111111E+1, 3.22500000000000000000E+1, 2.102843915343915343915E+1, 9.417989417989417989418E+0, 2.724316578483245149912E+0, 4.458774250440917107584E-1, 2.683414836192613970392E-2)

Программная реализация кусочно-интерполяционного вычисления интеграла на основе полинома Ньютона и соотношения (55) имеет следующий вид.

```

program PIN_integral_n1_10; {$APPTYPE CONSOLE} uses SysUtils; var a,b,S:extended; n:byte; p:int64;
function f(x:extended):extended;
begin f:=cos(x)*exp(sin(x)){cos(x)} {sqrt(1-0.5*sqrt(sin(x)))} {exp(x/2)+cos(4*x)} {x*exp(-x)*cos(2*x)} end;
function exact_int(a,b:extended):extended;
begin exact_int:=exp(sin(b))-exp(sin(a)){sin(b)-sin(a)} {1.35064388104767550252} {2*(exp(Pi)-1)}
{1/25*(exp(-2*Pi)*(3-10*Pi)-3)} end;
function PIN_int(a,b:extended; n:byte; p:int64):extended; type coeff = array[0..10] of extended;
const c:array[1..10,1..10] of extended =
((0.5, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0), (1,1.66666666666666666667E-1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0),
(1.5, 7.5E-1, 1.25E-1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0), (2, 1.66666666666666666667E+0, 6.66666666666666666667E-1,
7.77777777777777777778E-2, 0, 0, 0, 0, 0, 0), (2.5, 2.91666666666666666667E+0, 1.875,
5.90277777777777777778E-1, 6.59722222222222222222E-2, 0, 0, 0, 0, 0), (3, 4.5, 4, 2.05, 5.5E-1,
4.880952380952380952381E-2, 0, 0, 0, 0), (3.5, 6.41666666666666666667E+0,
7.29166666666666666667E+0, 5.18194444444444444444E+0, 2.23125E+0,
5.112268518518518518519E-1, 4.346064814814814814815E-2, 0, 0, 0),
(4, 8.66666666666666666667E+0, 1.2E+1, 1.09111111111111111111E+1,
6.48888888888888888889E+0, 2.397883597883597883598E+0, 4.867724867724867724868E-1,
3.488536155202821869489E-2, 0, 0), (4.5, 1.125E+1, 1.8375E+1, 2.03625E+1, 1.546875E+1,
7.897767857142857142857E+0, 2.565401785714285714286E+0, 4.6265625E-1,
3.188616071428571428571E-2,0), (5, 1.41666666666666666667E+1, 2.66666666666666666667E+1,

```


Согласно (56), (57) функция $F_{N_n}(x)$ непрерывна $\forall x \in [a, b]$, поэтому интегрируема на $[a, b]$. Ее первообразная,

$$\Phi_{N_n}(x) = \int_a^x F_{N_n}(x) dx + C, \tag{58}$$

$\forall C = \text{const}$ определена и непрерывна $\forall x \in [a, b]$. Первообразную (58) можно построить из полиномов (50). В случае $x \in [a_i, b_i]$ интеграл

$$\int_{a_i}^x \Psi_{N_{ni}}(t) dx = h_{pn} f(x_{i0}) \int_{a_i}^x dt + \sum_{j=1}^n \Delta^j f_{i0} h_{pn} \int_{a_i}^x (c_{0j} + c_{1j}t + c_{2j}t^2 + \dots + c_{jj}t^j) dt \tag{59}$$

представляет собой первообразную полинома (50). Равенство (59) эквивалентно

$$\int_{a_i}^x \Psi_{N_{ni}}(t) dx = h_{pn} f(x_{i0}) t \Big|_{a_i}^x + h_{pn} \left(c_{1j} t^2 \Big|_{a_i}^x + 2 c_{2j} t^3 \Big|_{a_i}^x + 3 c_{3j} t^4 \Big|_{a_i}^x + \dots + c_{jj} (j+1)^{-1} t^{j+1} \Big|_{a_i}^x \right),$$

$$x_{i0} = a_i, t = (x - a_i) h_{pn}^{-1}, x \in [a_i, b_i], h_{pn} = (b - a) / p / n, i \in \overline{0, p-1}, \tag{60}$$

Для полинома (60) вводится обозначение

$$\Psi_{INTN_{ni}}(x) = h_{pn} f(x_{i0}) t \Big|_{a_i}^x + h_{pn} \sum_{j=1}^n \Delta^j f_{i0} (c_{0j} t \Big|_{a_i}^x + 2^{-1} c_{1j} t^2 \Big|_{a_i}^x + 3^{-1} c_{2j} t^3 \Big|_{a_i}^x + \dots + c_{jj} (j+1)^{-1} t^{j+1} \Big|_{a_i}^x),$$

$$x \in [a_i, b_i]. \tag{61}$$

В этом обозначении

$$\int_{a_i}^x \Psi_{N_{ni}}(t) dx = \Psi_{INTN_{ni}}(x). \tag{62}$$

В скобках (60), (61) каждая нижняя подстановка равна нулю, поэтому

$$\int_{a_r}^{b_r} \Psi_{N_{nr}}(t) dx = \int_{a_r}^{a_{r+1}} \Psi_{N_{nr}}(t) dx = \Psi_{INTN_{nr}}(a_{r+1}) \quad \forall r = 0, 1, \dots, p-1. \tag{63}$$

Из (62), (63) следует

$$\int_{a_i}^x \Psi_{N_{ni}}(t) dx + \int_{a_{i-1}}^{a_i} \Psi_{N_{n(i-1)}}(t) dx = \Psi_{INTN_{ni}}(x) + \Psi_{INTN_{n(i-1)}}(a_i).$$

Отсюда с учетом (56)

$$\int_{a_i}^x F_{N_n}(x) dx + \int_{a_{i-1}}^{a_i} F_{N_n}(x) dx = \Psi_{INTN_{ni}}(x) + \Psi_{INTN_{n(i-1)}}(a_i),$$

или, с учетом (13),

$$\int_{a_{i-1}}^x F_{N_n}(x) dx = \Psi_{INTN_{ni}}(x) + \Psi_{INTN_{n(i-1)}}(b_{i-1}). \tag{64}$$

Аналогично, добавление к обеим частям (64) $\int_{a_{i-2}}^{a_{i-1}} \Psi_{N_{n(i-2)}}(t) dx$ влечет

$$\int_{a_i}^x \Psi_{N_{ni}}(t) dx + \int_{a_{i-1}}^{a_i} \Psi_{N_{n(i-1)}}(t) dx + \int_{a_{i-2}}^{a_{i-1}} \Psi_{N_{n(i-2)}}(t) dx = \Psi_{INTN_{ni}}(x) + \Psi_{INTN_{n(i-1)}}(a_i) + \Psi_{INTN_{n(i-2)}}(a_{i-1}).$$

С учетом определения (56) функции $F_{N_n}(x)$

$$\int_a^x F_{N_n}(x) dx + \int_{a_{i-1}}^{a_i} F_{N_n}(x) dx + \int_{a_{i-2}}^{a_{i-1}} F_{N_n}(x) dx = \Psi_{INT N_n i}(x) + \Psi_{INT N_n (i-1)}(a_i) + \Psi_{INT N_n (i-2)}(a_{i-1}),$$

или,

$$\int_{a_{i-2}}^x F_{N_n}(x) dx = \Psi_{INT N_n i}(x) + \Psi_{INT N_n (i-1)}(b_{i-1}) + \Psi_{INT N_n (i-2)}(b_{i-2}).$$

Процесс можно продолжать до получения нулевого индекса в нижнем пределе интегрирования. С учетом $a_0 = a$ получится

$$\int_a^x F_{N_n}(x) dx = \Psi_{INT N_n i}(x) + \Psi_{INT N_n (i-1)}(b_{i-1}) + \Psi_{INT N_n (i-2)}(b_{i-2}) + \dots + \Psi_{INT N_n (i-3)}(b_{i-3}) + \dots + \Psi_{INT N_n 0}(b_0), \quad x \in [a_i, b_i]. \quad (65)$$

В краткой записи

$$\int_a^x F_{N_n}(x) dx = \Psi_{INT N_n i}(x) + \sum_{\ell=1}^i \Psi_{INT N_n (i-\ell)}(b_{i-\ell}), \quad x \in [a_i, b_i]. \quad (66)$$

Таким образом, первообразная (58) кусочно-интерполяционного приближения (56) подынтегральной функции выражается из (65), (66). При этом $\Psi_{INT N_n r}(b_r)$ вычисляется из (61). Первообразная (58) аналитически и непрерывно приближает первообразную подынтегральной функции, если первообразная последней сама по себе аналитического выражения не имеет. При $x = b$ эти соотношения дают формулу приближенного вычисления интеграла

$$\int_a^b F_{N_n}(x) dx = \Psi_{INT N_n (p-1)}(b_{p-1}) + \Psi_{INT N_n (p-2)}(b_{p-2}) + \dots + \Psi_{INT N_n (i-1)}(b_{i-1}) + \Psi_{INT N_n (i-2)}(b_{i-2}) + \dots + \Psi_{INT N_n 1}(b_1) + \Psi_{INT N_n 0}(b_0), \quad b$$

точнее,

$$\int_a^b f(x) dx \approx \int_a^b F_{N_n}(x) dx = \sum_{i=0}^{p-1} \Psi_{INT N_n i}(b_i), \quad (67)$$

где $\Psi_{INT N_n i}(b_i)$ вычисляется из (61) при $x = b_i$.

В обозначении (62) первообразная (58) представляется в виде

$$\Phi_{N_n}(x) = \Psi_{INT N_n i}(x) + \Psi_{INT N_n (i-1)}(b_{i-1}) + \Psi_{INT N_n (i-2)}(b_{i-2}) + \dots + \Psi_{INT N_n 1}(b_1) + \Psi_{INT N_n 0}(b_0), \quad \forall x \in [a_i, b_i], \quad \forall i \in \overline{0, p-1}, \quad (68)$$

Лемма 3. На основе кусочной интерполяции подынтегральной функции с помощью полиномов Ньютона (48) первообразная (22) приближенно вычисляется из соотношения

$$\Phi(x) \approx \int_a^x F_{N_n}(x) dx = \Psi_{INT N_n i}(x) + \sum_{\ell=0}^{i-1} \Psi_{INT N_n \ell}(b_\ell), \quad \forall x \in [a_i, b_i], \quad \forall i \in \overline{0, p-1}, \quad (69)$$

где $\Psi_{INT N_n i}(x)$ определяется из (61), $[a_i, b_i]$ – из (13).

По основной теореме интегрального исчисления для (68), (69) должно выполняться равенство

$$\int_a^b F_{N_n}(x) dx = \Phi_{N_n}(b) - \Phi_{N_n}(a).$$

Аналогично (39),

$$\Phi_{N_n}(b) - \Phi_{N_n}(a) = \Phi_{N_n}(b) = \int_a^b F_{N_n}(x) dx = \sum_{i=0}^{p-1} \Psi_{INT N_n i}(b_i),$$

что также приводит к (67). Окончательно, имеет место

Теорема 4. В условиях леммы 3

$$\int_a^b f(x) dx \approx \Phi_{N_n}(b) = \int_a^b F_{N_n}(x) dx = \sum_{i=0}^{p-1} \Psi_{INT N_n i}(b_i), \tag{70}$$

где $F_{N_n}(x)$ определяется из (57), $\Psi_{INT N_n i}(b_i)$ вычисляется из (61) при $x = b_i$. На случай кусочной интерполяции подынтегральной функции с помощью полиномов Ньютона (48) дословно переносятся лемма 2, следствия 1 – 3 при условии замены в этих утверждениях $P_{L_n i}(t)$ из (15) на $\Psi_{N_n i}(t)$ из (50), (51) и $F_{L_n}(x)$ из (23) на $F_{N_n}(x)$ из (56). При $n = 2$ оценка (47) перейдет в оценку

$$\left| \int_a^b f(x) dx - \int_a^b F_{N_n}(x) dx \right| \leq c 2^{-2(k+1)} (b-a)^3,$$

которая верна при условии трехкратной дифференцируемости подынтегральной функции.

Коэффициенты полинома $\Psi_{N_n i}(t)$ из (50), $c_{\ell j} = q_{\ell j} / j!$, $\ell \in \overline{0}, j, j \in \overline{1}, n$, где $q_{\ell j}$ из (49), не зависят от подынтегральной функции, от номера подынтервала, от диапазона независимой переменной, они зависят от степени полинома, номера коэффициента и от номера узла интерполяции. Эти коэффициенты можно вычислить априори для всех функций и подынтервалов, записать в память компьютера (в раздел описания констант программы) и хранить для вычисления интегралов рассматриваемого вида. В качестве примера ниже приводится таблица значений коэффициентов $c_{\ell j}$ для интерполяционного полинома Ньютона степени $n = 10$.

Таблица 7

Значения коэффициентов $c_{\ell j}$ для полинома Ньютона степени $n = 10$

j	$c_{\ell j}, \ell \in \overline{0}, j$
1	(0, 5.00000000000000000000E-1)
2	(0, -2.50000000000000000000E-1, 1.66666666666666666666E-1)
3	(0, 1.66666666666666666666E-1, -1.66666666666666666666E-1, 4.16666666666666666666E-2)
4	(0, -1.25000000000000000000E-1, 1.52777777777777777777E-1, -6.25000000000000000000E-2, 8.33333333333333333333E-3)
5	(0, 1.00000000000000000000E-1, -1.38888888888888888888E-1, 7.29166666666666666666E-2, -1.66666666666666666666E-2, 1.38888888888888888888E-3)
6	(0, -8.33333333333333333333E-2, 1.26851851851851851851E-1, -7.81250000000000000000E-2, 2.36111111111111111111E-2, -3.47222222222222222222E-3, 1.98412698412698412698E-4)
7	(0, 7.14285714285714285714E-2, -1.16666666666666666666E-1, 8.05555555555555555555E-2, -2.91666666666666666666E-2, 5.78703703703703703703E-3, -5.95238095238095238095E-4, 2.48015873015873015873E-5)
8	(0, -6.25000000000000000000E-2, 1.08035714285714285714E-1, -8.14236111111111111111E-2, 3.35763888888888888888E-2, -8.10185185185185185185E-3, 1.14087301587301587301E-3, -8.68055555555555555555E-5, 2.755731922398589065256E-6)
9	(0, 5.55555555555555555555E-2, -1.0066137566137566137566E-1, 8.13795194003527336860E-2, -3.70833333333333333333E-2, 1.031057098765432098765E-2, -1.78571428571428571428E-3, 1.88078703703703703703E-4, -1.102292768959435626102E-5, 2.755731922398589065256E-7)
10	(0, -5.00000000000000000000E-2, 9.42989417989417989418E-2, -8.07911706349206349206E-2, 3.988536155202821869489E-2, -1.23697916666666666666E-2, 2.49090608465608465608E-3, -3.25520833333333333333E-4, 2.663874191651969429747E-5, -1.24007936507936507936E-6, 2.505210838544171877505E-8)

При вычислении полинома (50) может использоваться схема (8) для внутренней суммы, затем вычисляется внешняя сумма парных произведений. Вычисление первообразной (65), (66) для $x \in [a_i, b_i]$ сводится к сложению значений полинома (50) с суммой значений аналогичных полиномов на правых границах предшествующих подынтервалов. В последовательном варианте вычислений можно переходить от подынтервала к подынтервалу, добавляя к текущему значению $\Psi_{INT N n i}(b_i)$ по одному слагаемому $\Psi_{INT N n (i-1)}(b_{i-1})$ с границы предшествующего подынтервала. При $x = b$ получится значение определенного интеграла.

Замечание 5. Для рассматриваемого варианта можно повторить замечание 2: на последнем подынтервале надо заново рассчитать шаг интерполяции $h_{pn} = (b - a_{p-1}) / n$, взяв точные границы подынтервала.

Программная реализация вычисления интеграла на основе полинома Ньютона с коэффициентами из табл. 7 имеет следующий вид.

```

program PIN_integral_n10_perv; {$APPTYPE CONSOLE} uses SysUtils; var a,b,S:extended; p:int64;
function f(x:extended):extended;
begin f:=cos(x)*exp(sin(x)){cos(x)}{sqrt(1-0.5*sqr(sin(x)))}{exp(x/2)+cos(4*x)}{x*exp(-x)*cos(2*x)} end;
function exact_int(a,b:extended):extended;
begin exact_int:=exp(sin(b))-exp(sin(a)){sin(b)-sin(a)}{1.35064388104767550252}{2*(exp(Pi)-1)}
{1/25*(exp(-2*Pi)*(3-10*Pi)-3)} end;
function PIN_int(a,b:extended):extended; const n=10;
Cint:array[1..n,0..n] of extended =(0, 5.00000000000000000000E-1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0),
(0, -2.50000000000000000000E-1, 1.66666666666666666667E-1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0),
(0, 1.66666666666666666667E-1, -1.66666666666666666667E-1, 4.16666666666666666667E-2, 0, 0, 0, 0, 0, 0),
(0, -1.25000000000000000000E-1, 1.52777777777777777778E-1, -6.25000000000000000000E-2, 8.33333333333333333333E-3, 0, 0, 0, 0, 0, 0),
(0, 1.00000000000000000000E-1, -1.38888888888888888889E-1, 7.29166666666666666667E-2, -1.66666666666666666667E-2, 1.38888888888888888889E-3, 0, 0, 0, 0, 0, 0),
(0, -8.33333333333333333333E-2, 1.268518518518518518519E-1, -7.81250000000000000000E-2, 2.36111111111111111111E-2, -3.47222222222222222222E-3, 1.984126984126984126984E-4, 0, 0, 0, 0, 0, 0),
(0, 7.142857142857142857143E-2, -1.16666666666666666667E-1, 8.05555555555555555556E-2, -2.91666666666666666667E-2, 5.787037037037037037037E-3, -5.952380952380952380952E-4, 2.480158730158730158730E-5, 0, 0, 0, 0, 0, 0),
(0, -6.25000000000000000000E-2, 1.080357142857142857143E-1, -8.14236111111111111111E-2, 3.35763888888888888889E-2, -8.101851851851851851852E-3, 1.140873015873015873016E-3, -8.68055555555555555556E-5, 2.755731922398589065256E-6, 0, 0, 0, 0),
(0, 5.55555555555555555556E-2, -1.006613756613756613757E-1, 8.137951940035273368607E-2, -3.70833333333333333333E-2, 1.031057098765432098765E-2, -1.785714285714285714286E-3, 1.880787037037037037037E-4, -1.102292768959435626102E-5, 2.755731922398589065256E-7, 0, 0, 0, 0),
(0, -5.00000000000000000000E-2, 9.429894179894179894180E-2, -8.079117063492063492063E-2, 3.988536155202821869489E-2, -1.23697916666666666667E-2, 2.490906084656084656085E-3, -3.25520833333333333333E-4, 2.663874191651969429747E-5, -1.240079365079365079365E-6, 2.505210838544171877505E-8);
type coeff = array[0..10] of extended; var ai,hp,hpn,s,pp2:extended; j,r:byte; i:int64; c:array[0..n] of extended;
dy0:coeff;
procedure Konech_Raznoct(n:byte;a00,h:extended; var dy0:coeff);
var r,k:byte; x:coeff; dy:array[0..10,0..10] of extended;
begin for r:=0 to n do x[r]:=a00+r*h; for r:=0 to n-1 do dy[1,r]:=f(x[r+1])-f(x[r]);
for k:=2 to n do for r:=0 to n-k do dy[k,r]:=dy[k-1,r+1]-dy[k-1,r]; for k:=1 to n do dy0[k]:=dy[k,0]; end;
begin
for j:=1 to n do begin pp2:= Cint[j][n]; for r:=1 to n do pp2 := pp2*n + Cint[j][n-r]; c[j]:=pp2; end;
hp:=(b-a)/p; hpn:=hp/n; i:=0; ai:=a; s:=0;
repeat
Konech_Raznoct(n,ai,hpn,dy0); s:= s + f(ai); for j:=1 to n do s:= s + dy0[j]*c[j]; inc(i); ai:=a+i*hp;
until i = p; PIN_int:=s*hp;
end;
begin
a:=0; b:=Pi/2; p:=8; S:=PIN_int(a, b, p); writeln('S=', S, ' Pogr=', abs(S-exact_int(a,b))); readln;
end.

```

Результаты работы программы представлены непосредственно ниже.

Таблица 8

Результаты численного эксперимента по приближению интеграла с помощью программы PIN_integral_n10_perp

Интеграл	Приближение интеграла	Абсолютная погрешность приближения	Параметры программы
$\int_0^{\pi/2} \cos(x) e^{\sin(x)} dx$	1.71828182845905E+0000	2.16840434497101E-0019	$n = 10, p = 8$
$\int_0^{500} \cos(x) e^{\sin(x)} dx$	-3.73603552314934E-0001	7.31836466427715E-0019	$n = 10, p = 2000$
$\int_0^{\pi/2} \cos(x) dx$	1.00000000000000E+0000	0.00000000000000E+0000	$n = 10, p = 16$
$\int_0^{\pi/2} \sqrt{1 - 2^{-1} \sin^2(x)} dx$	1.35064388104768E+0000	1.08420217248550E-0019	$n = 10, p = 16$
$\int_0^{2\pi} (e^{x/2} + \cos(4x)) dx$	4.42813852655585E+0001	0.00000000000000E+0000	$n = 10, p = 8$
$\int_0^{2\pi} (x e^{-x} \cos(2x)) dx$	-1.22122604618968E-0001	0.00000000000000E+0000	$n = 10, p = 512$

Согласно эксперименту погрешность приближения первообразной изложенным способом имеет такой же порядок, как погрешность вычисления интеграла в табл. 8.

Обсуждение вариантов приближения интегралов, первообразных и стандартизации программ. Как видно из таблиц 2 и 6, приближение интеграла на основе полинома Лагранжа из соотношения (19) оказывается несколько точнее приближения на основе полинома Ньютона из (55). При этом оба приближения сравнительно точны и согласно эксперименту отличаются стабильностью. Кроме того, оба эти приближения превосходят по точности аналоги из [1], особенно положительно в данном отношении отличается приближение на основе полинома Лагранжа из (19). Данное приближение, кроме того, положительно отличается по трудоемкости, в частности, от методов вычисления интеграла, представленных в [6]. Напротив, сопоставление таблиц 4 и 8 показывает, что приближение на основе полинома Ньютона из соотношения (70) точнее приближения на основе полинома Лагранжа из (36). То же относится к приближениям первообразных, которые в обоих случаях являются аналитическими и непрерывными, что характерно отличает метод от известных [2; 6; 13]. По структуре отличия предложенного метода сохраняется относительно современных моди-

фикаций формул Ньютона-Котеса [14; 15]. Кроме того, согласно таблицам 2, 6 и на основании данных численных экспериментов, описанных в [2; 6], предложенный метод по отношению к существующим обладает потенциалом повышенной точности приближения. Однако для корректности такого сравнения нужна статистическая обработка данных, которая в изложенной выше работе не выполнялась. Необходимо отметить, что приближения полиномиального вида из соотношений (36) и (70) уступают в точности приближениям на основе линейных комбинаций из (19) и (55). Это объясняется тем, что вычисление полинома по схеме Горнера накапливает погрешность с ростом степени полинома больше, чем вычисление линейной комбинации с постоянными коэффициентами. По этой причине в табл. 4 пришлось ограничить эксперимент полиномом степени $n = 4$, а в табл. 8 – полиномом степени $n = 10$. Все рассмотренные варианты приближений интеграла являются сравнительно быстродействующими и обладают максимальным параллелизмом.

Программы, реализующие приближения, достаточно компактны, коэффициенты приближений в них являются хранимыми в разделах описания констант, отсюда сравнительное быстродействие их выполнения. Для запуска соответствующей программы пользователю достаточно задать на ее вхо-

де вид подынтегральной функции, промежуток интегрирования, степень полинома и число подынтервалов в качестве параметров. Можно упростить пользовательский интерфейс, если дополнить программу выбором наилучшего приближения подынтегральной функции. Автоматическая реализация такого приближения элементарно выполняется в [1]. В частности, оно осуществимо для наиболее высокой точности приближения путем соответствующего подбора степени n и числа подынтервалов p . В случае если программа таким образом модифицирована, пользователю достаточно задавать на входе только вид подынтегральной функции и границы промежутка интегрирования. Следует, однако, принять во внимание, что согласно практике компьютерных вычислений наилучшее приближение подынтегральной функции не означает высшую точность вычисления интеграла.

В заключение относительно точности приближения первообразной можно отметить следующее. Номер подынтервала, при котором $x \in [a_i, b_i]$, есть $i = [(x - a) / ((b - a)p^{-1})]$. В соотношении (69)

$$\sum_{\ell=0}^{i-1} \Psi_{INT N n \ell}(b_{\ell}) \text{ совпадает с интегралом} \\ \int_a^{b_{i-1}} F_{N n}(x) dx. \text{ Для повышения точности}$$

приближения первообразной этот интеграл можно вычислить из (55) с заменой b на b_{i-1} , и только на i -м подынтервале вычислить $\Psi_{INT N n i}(x)$, затем сложить с полученным интегралом. Аналогично можно действовать при вычислении (33), (34).

Заключение

Компьютерное вычисление интеграла от функции одной вещественной переменной выполняется на основе кусочно-интерполяционного приближения подынтегральной функции с помощью интерполяционных полиномов Лагранжа и Ньютона, преобразованных в каноническую форму алгебраических полиномов с числовыми коэффициентами. Коэффициенты интерполяционных полиномов записываются в память компьютера (в раздел описания констант программы), они инвариантны относительно вида подынтегральной функции и промежутка интегрирования. Фактически в работе выполнена разновидность реализации формул Ньютона-Котеса на основе кусочной интерполяции, при этом достигается сравнительно высокая точность приближения интеграла, в том числе на больших промежутках

интегрирования, и стандартизируется пользовательский интерфейс программ, реализующих метод. Метод распространяется на непрерывное аналитическое компьютерное приближение первообразной подынтегральной функции. Выполнены численные эксперименты, показывающие стабильность метода для различных степеней полиномов, в частности достигается граница абсолютной погрешности вычисления интеграла на промежутке $[a, b] = [0, 500]$ порядка 10^{-20} . При этом на практике достигается минимизация погрешности и временной сложности кусочно-интерполяционного вычисления интегралов, а также стандартизация программ, реализующих метод.

Список литературы

1. Ромм Я.Е., Джанунц Г.А. Кусочная интерполяция функций, производных и интегралов с приложением к решению обыкновенных дифференциальных уравнений // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 12-2. С. 291-316. DOI: 10.17513/snt.38448.
2. Quarteroni A., Sacco R., Saleri F. Numerical Mathematics. Berlin/Heidelberg: Springer, 2007. 656 p. DOI: 10.1007/b98885.
3. Ромм Я.Е. Локализация и устойчивое вычисление нулей многочлена на основе сортировки. II // Кибернетика и системный анализ. 2007. № 2. С. 161-174.
4. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений. Т.2. М.: Наука, 1962. 640 с.
5. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений. Т.1. М.: Наука, 1966. 632 с.
6. Burg C.O.E., Degny E. Derivative-based midpoint quadrature rule. Applied Mathematics. 2013. Vol. 4. P. 228-234. DOI: 10.4236/am.2013.41A035.
7. Wolfram|Alpha. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.wolframalpha.com/> (дата обращения: 20.03.2023).
8. Волосова А.В. Параллельные методы и алгоритмы. Москва: МАДИ, 2020. 176 с.
9. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т.2. Санкт-Петербург, Москва, Краснодар: Лань, 2020. 800 с.
10. Ромм Я.Е., Джанунц Г.А. Варьируемое кусочно-интерполяционное решение задачи Коши для уравнения переноса с итерационным уточнением // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 1. С. 21-46. DOI: 10.17513/snt.37897.
11. Васильева А.Б., Тихонов Н.А. Интегральные уравнения. М.: Физматлит, 2002. 160 с.
12. Джанунц Г.А., Ромм Я.Е. Варьируемое кусочно-интерполяционное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений с итерационным уточнением // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2017. Т. 57. № 10. С. 1641-1660.
13. Zadorin A.I. Lagrange interpolation and Newton-Cotes formulas for functions with boundary layer components on piecewise-uniform grids. Numer. Anal. Appl. 8(3). 2015. P 235-247. DOI: 10.1134/S1995423915030040.
14. Zadorin N.A. Optimization of nodes of composite quadrature formulas in the presence of a boundary layer. Sib. Elektron. Mat. Izv. 18 (2). 2021. P. 1201-1209. DOI: 10.33048/semi.2021.18.091.
15. Задорин А.И., Задорин Н.А. Интерполяция Лагранжа и формулы Ньютона-Котеса на сетке Бахвалова при наличии пограничного слоя // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2022. Т. 62. № 3. С. 355-366.

УДК 004.4

МНОГОПОТОЧНАЯ УСТАНОВКА МИКРОПРОГРАММЫ НА ЭЛЕКТРОННУЮ ПЛАТУ ГАЗОВОГО СЧЕТЧИКА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММАТОРА J-LINK

¹Статуев А.А., ²Железцов С.Н., ¹Первушкина Е.А.

¹ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского», Арзамасский филиал, Арзамас,
e-mail: astatuev@yandex.ru, pervushkina@narod.ru;
²ООО «Техномер», Арзамас, e-mail: Buxty@ya.ru

Производство приборов учета газа и газового оборудования является одной из составляющих газовой промышленности. Однако на сегодняшний день производители приборов учета газа испытывают необходимость совершенствования производства. Это обусловлено постоянно растущими запросами потребителей и поставщиков газа. Производство электронных (в отличие от механических) счетчиков газа, позволяющих в автоматическом режиме осуществлять не только подсчет объема газа, но и с заданной периодичностью пересылать показания на ресурсы поставщиков газа, – еще не до конца отлаженная система. В России лишь несколько предприятий выпускают такую продукцию, и на каждом из них идут процессы отладки производства. Жесткая конкуренция и динамично развивающийся рынок заставляют предприятия рассматривать вопросы автоматизации производства, являющейся мощным средством эволюции. В статье рассматривается процесс прошивки на примере микротермального счетчика СМТ-Смарт типоразмеров G4 и G6 с целью повышения эффективности производства и исключения ошибок, возникающих при массовом производстве, связанных с человеческим фактором. Предлагается один из вариантов организации многопоточной установки микропрограммы на электронную плату при производстве газового счетчика на примере «умного» счетчика СМТ-Смарт.

Ключевые слова: многопоточность, микропрограмма, автоматизация, «умный» счетчик, микротермальный, газовый счетчик, инновации

MULTITHREADED INSTALLATION OF THE FIRMWARE ON THE ELECTRONIC BOARD OF THE GAS METER USING THE J-LINK PROGRAMMER

¹Statuev A.A., ²Zheleztsov S.N., ¹Pervushkina E.A.

¹National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Arzamas branch,
Arzamas, e-mail: astatuev@yandex.ru, pervushkina@narod.ru;
²ООО “Technomer”, Arzamas, e-mail: Buxty@ya.ru

The production of gas metering devices and gas equipment is one of the components of the gas industry. However, to date, manufacturers of gas metering devices are experiencing the need to improve production. This is due to the constantly growing demands of consumers and gas suppliers. The production of electronic (as opposed to mechanical) gas meters, which allow not only calculating the volume of gas in automatic mode, but also sending readings to the resources of gas suppliers with a specified frequency, is not yet a fully debugged system. In Russia, only a few enterprises produce such products and each of them has production debugging processes. Fierce competition and a dynamically developing market force enterprises to consider the issues of production automation, which is a powerful means of evolution. The article discusses the process of firmware on the example of the SMT-Smart microthermal meter of standard sizes G4 and G6 in order to increase production efficiency and eliminate errors that occur during mass production related to the human factor. One of the options for organizing multithreaded installation of firmware on an electronic board during the production of a gas meter is proposed, using the example of the “smart” SMT-Smart meter.

Keywords: multithreading, firmware, automation, “smart” meter, microthermal, gas meter, innovation

В стремительно развивающейся отрасли учета природного газа любой промышленной компании следует чутко следить за тенденциями развития и нововведениями конкурентов. Все больше газовых хозяйств предпочитают видеть в качестве прибора учета газа недорогой «умный» счетчик, обладающий малой погрешностью измерений и высокой степенью надежности, оснащенный средствами телеметрии, автоматизированной периодической передачей показаний и эстетичным внешним видом.

Однако за кажущейся простотой такого прибора скрывается немалый объ-

ем работ по проектированию и созданию самого прибора, а также по проектированию, разработке и внедрению цифровых инструментов производства, а, как известно, каждое высокоэффективное серийное производство использует специализированные, подчас созданные исключительно под конкретную технологическую операцию инструменты.

При проектировании техпроцесса производства микротермальных счетчиков газа перед организаторами производства также встает немалая проблема поиска и адаптации либо разработки такого программного

обеспечения. Как правило, имеют место быть несколько задач:

- найти и адаптировать или разработать программное обеспечение для выполнения необходимых производственных операций;
- найти и адаптировать либо разработать производственную базу данных и СУБД для хранения событий и технических данных, генерируемых на каждой технологической операции;
- предоставить накопленные данные для анализа, формирования отчетности и экспорта в другие информационные системы (CRM, QRM, ERP и пр.).

Если для решения второй и третьей задач есть возможность найти на рынке готовые программные решения и после долго и затратно их приспособлять под конкретное производство, то для решения первой задачи готовых решений практически не существует. При всем этом необходимо как можно более полно автоматизировать все производственные процессы, протекающие как во время выполнения технологических операций, так и во время использования полученных данных.

Исходя из вышеперечисленного, можно сделать вывод, что проблема разработки автоматизированной информационной системы управления технологическими процессами производства микротермальных счетчиков газа является актуальной. Более того, не решив ее, невозможно создать эффективное производство.

Построение любого производства с использованием принципа многопоточности приводит к ряду преимуществ:

- детальное разбиение технологического процесса на этапы способствует внедрению высокопроизводительного специализированного оборудования, автоматизации производства и быстрому обучению рабочих, а следовательно, повышению производительности;
- ускорение оборачиваемости средств, вложенных в производство;
- сублимационный эффект от возрастания ритмичности производства в итоге ведет к равномерному производству;
- возрастание качества продукции вследствие унификации производственных операций, специализации инструментария и оборудования, специализации рабочих;
- снижение себестоимости продукции.

Потоком в производстве считают равномерное циклическое повторение набора операций и постоянное движение продукции по этапам технологического процесса.

Производство «умных» счетчиков газа подразумевает использование электронных плат в составе изделия, которые основыва-

ются на ARM-микроконтроллере, управляющем приборе и устанавливаемой в энергонезависимую память микропрограмме. Процесс установки встраиваемого микропрограммного обеспечения, как и саму микропрограмму, называют термином «прошивка».

Цель данного исследования заключается в разработке ПО, входящего в автоматизированную систему, которое должно иметь простой русскоязычный графический интерфейс общения с оператором, а также оптический интерфейс для взаимодействия с платой или собранным микротермальным счетчиком газа по протоколу СМТ. А также в упрощении процесса установки микропрограммы за счет его полной автоматизации, с целью исключить ошибки, возникающие при массовом производстве, связанные в основном с человеческим фактором. В данной статье рассмотрен процесс прошивки на примере микротермального счетчика СМТ-Смарт типоразмеров G4 и G6 с целью повышения эффективности производства.

Материалы и методы исследования

Методы исследования: системный подход, применяемый к изучению всех операций производственного цикла по сборке счетчиков газа, с использованием общепринятых методов анализа, синтеза, сравнения, обобщения, группировки и классификации; стратегический метод; экономико-статистический анализ.

Результаты исследования и их обсуждение

Плата микротермального счетчика поступает на производство от поставщика с впаянным элементом питания и проходит входной контроль, отсеивающий бракованные экземпляры, поэтому инженер-электронщик сразу приступает к прошивке. Для работы используется односторонний программатор J-LINK BASE, USB-JTAG адаптер производства компании SEGGER Microcontroller и проприетарное программное обеспечение, доступное для загрузки на сайте компании (рис. 1).

Характеристики и особенности этой модели также можно найти на сайте компании. Среди большого числа достоинств этого программатора следует отметить поддержку прямой загрузки во flash-память; интеллектуальное встроенное ПО (firmware), позволяющее эффективно реализовывать специальную обработку сценариев; доступен J-Link SDK – комплект разработчика ПО; широкий диапазон целевых напряжений: 1.2...3.3 В, поддержка сигналов с уровнями 5 В.



Рис. 1. USB-JTAG адаптер J-LINK BASE

При этом оператор выполняет примерно следующую последовательность шагов:

- адаптер подключается вручную к плате;
- запускается программное обеспечение J-Flash;
- затем выполняется поиск цели для записи с помощью соответствующей кнопки, выполняется очистка энергонезависимой flash-памяти, куда будет записана микропрограмма;
- выбирается файл микропрограммы для записи;
- нажимается кнопка «Download» и осуществляется запись.

На первый взгляд все элементарно, но при массовости производства счетчиков (около 300 электронных плат счетчиков за смену на одного оператора) оказывает влияние человеческий фактор, появляются ошибки, требуется время на повторную перепрошивку, в результате чего эффективность производства падает.

Чтобы достичь исполнения операторами требуемого сменного задания и повысить эффективность производства, необходимо упростить процесс установки микропрограммы, а для этого его необходимо автоматизировать. Одним из вариантов может служить замена программатора на другую модель с поддержкой функций промышленной автоматизации, модульности и масштабируемости, например J-link Flasher ATE (рис. 2).

Эта модель разрабатывалась компанией SEGGER Microcontroller специально для массовых производств и может встраиваться при необходимости даже в автоматическую конвейерную линию; умеет хранить в собственной памяти устанавливаемую микропрограмму; имеет FTP-сервер, позво-

ляющий удаленно переносить микропрограмму с любого персонального компьютера в память главного модуля; поддерживает протоколы промышленного IoT (Интернета вещей), позволяющие удаленно управлять работой программатора. И это только основные характеристики, перечисленные здесь.

Flasher ATE

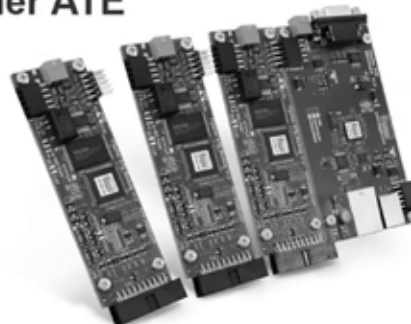


Рис. 2. J-link Flasher ATE

Однако при всех своих достоинствах система имеет существенный недостаток – высокую цену. Стоимость основного модуля равна 1980 евро, стоимость одного программирующего модуля – 798 евро, система масштабируется по желанию, максимум до 10 модулей. По техническому заданию заказчика необходимо организовать 6 параллельных потоков прошивки плат, таким образом, стоимость необходимого комплекта составит

$$1980 \text{ €} + 798 \text{ €} \times 6 = 6768 \text{ €}.$$

Стоимость сильно завышена с точки зрения бюджета закупки оборудования для модернизации производства.

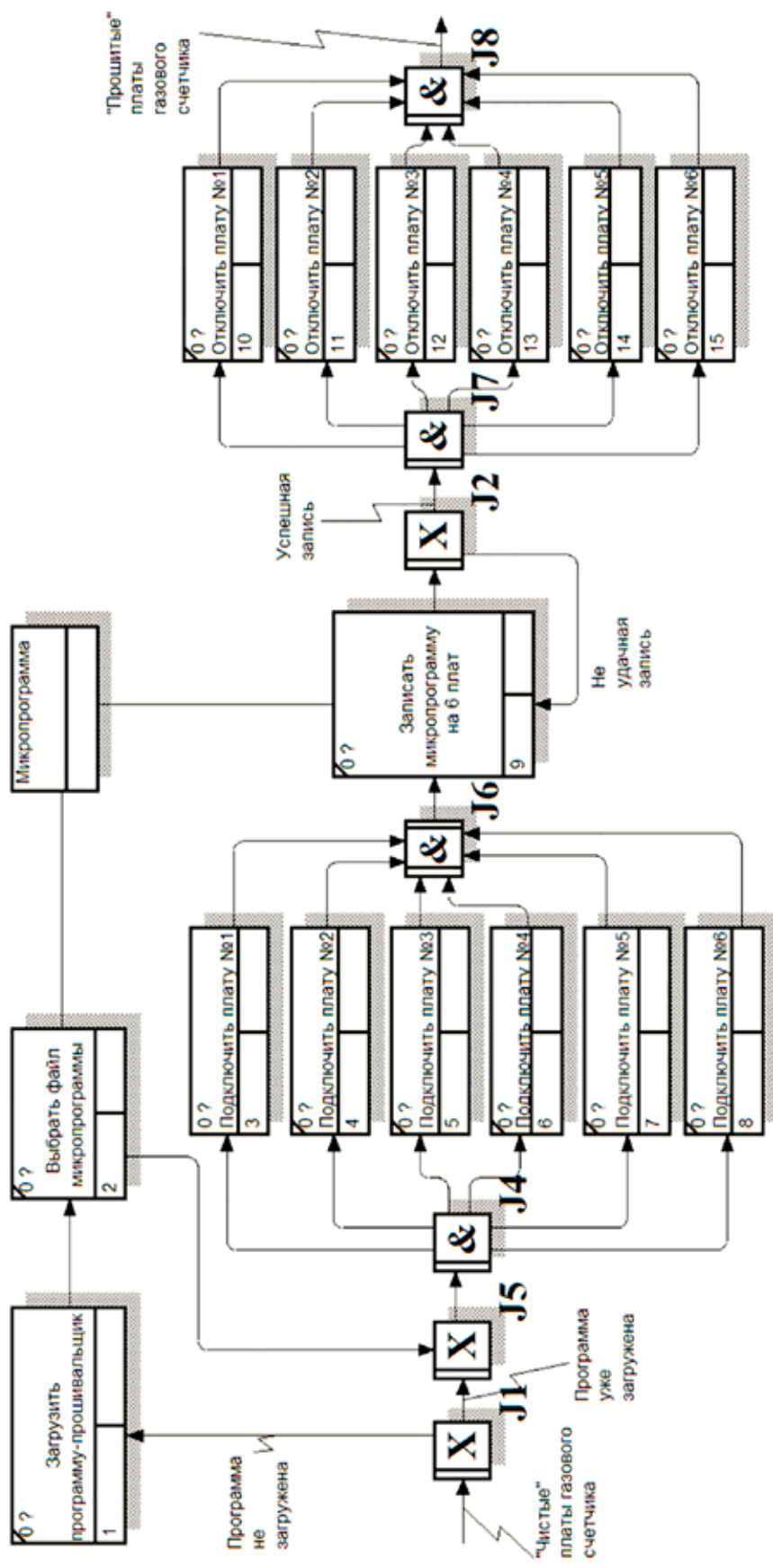
Другой вариант представляет собой усовершенствованную версию рассмотренного выше типичного процесса прошивки и потребует 6 адаптеров J-LINK BASE ценой 298 евро за штуку и навыки программирования на любом языке верхнего уровня. Таким образом, стоимость оборудования такого варианта составит

$$298 \text{ €} \times 6 = 1788 \text{ €}.$$

Экономия в этом случае составит 4980 €, которые можно будет использовать в дальнейшей модернизации и автоматизации производства. Этот вариант будем рассматривать далее.

Приведем один из способов решения задачи исследования. Составим схему процесса в методологии IDEF3 (рис. 3) [1].

Из схемы видно, что ключевая activity № 9 должна выполняться параллельно сразу над шестью платами, следовательно, разработанное ПО обязано работать с шестью адаптерами одновременно.



NODE: <p style="text-align: center;">1</p>	TITLE: <p style="text-align: center;">Установка микропрограммы на плату счетчика</p>	NUMBER:
---	--	-------------

Рис. 3. Схема IDEF3 многопоточного производственного процесса установки микропрограммы на плату счетчика СМТ-Смарт

Как уже отмечалось выше, в комплекте с адаптером доступен J-Link SDK комплект разработчика ПО, в котором имеется описание подключаемой динамической библиотеки JLinkARM.dll. Из него необходимо использовать описание работы с JTAG-интерфейсом, используемым адаптером для прошивки и описание JTAG-функций [2, 3].

Все функции, связанные с JTAG, имеют префикс JLINKARM_JTAG_. Однако для открытия/закрытия соединения и установки скорости JTAG необходимо использовать не JTAG-функции. Это означает, что приложение, использующее J-Link в качестве простого интерфейса JTAG, будет вызывать функции, экспортируемые JLinkArm.dll в следующем порядке [4, 5]:

- JLINKARM_SelectUSB() или JLINKARM_Selection() для выбора канала связи, используемого для доступа к J-Link,
- JLINKARM_ConfigJTAG(), чтобы настроить цепочки периферийного сканирования при использовании нескольких устройств,
- JLINKARM_Open() для открытия соединения с адаптером J-Link,
- JLINKARM_SetSpeed() для установки скорости соединения,
- JLINKARM_Reset для сброса микроконтроллера программируемой платы,
- JLINKARM_BeginDownload для инициации процесса загрузки микропрограммы,

- JLINKARM_WriteMem для записи микропрограммы во flash-память,
- снова JLINKARM_Reset для сброса после записи,
- JLINKARM_Go для запуска микропрограммы на выполнение,
- JLINKARM_EndDownload для завершения процесса загрузки,
- JLINKARM_Close() для закрытия соединения с J-Link.

Стоит упомянуть, что динамическая библиотека JLinkARM.dll не поддерживает параллельный вызов несколькими приложениями или потоками одновременно, поэтому необходимо сделать копии файла библиотеки, переименовав с использованием нарастающего числового индекса. Таким образом каждый файл будет использоваться монополюбно вызывающим его потоком, и конфликтов не возникнет.

Далее на языке верхнего уровня пишется приложение, создающее шесть потоков в цикле, каждый поток вызывает функции, управляющие программатором, из своей копии библиотеки. Исходный код модулей приложения является коммерческой ценностью и принадлежит производителю счетчиков СМТ-Смарт, по этим причинам продемонстрировать его нет возможности, однако допускается публикация снимков экрана приложения (рис. 4, 5) [6].

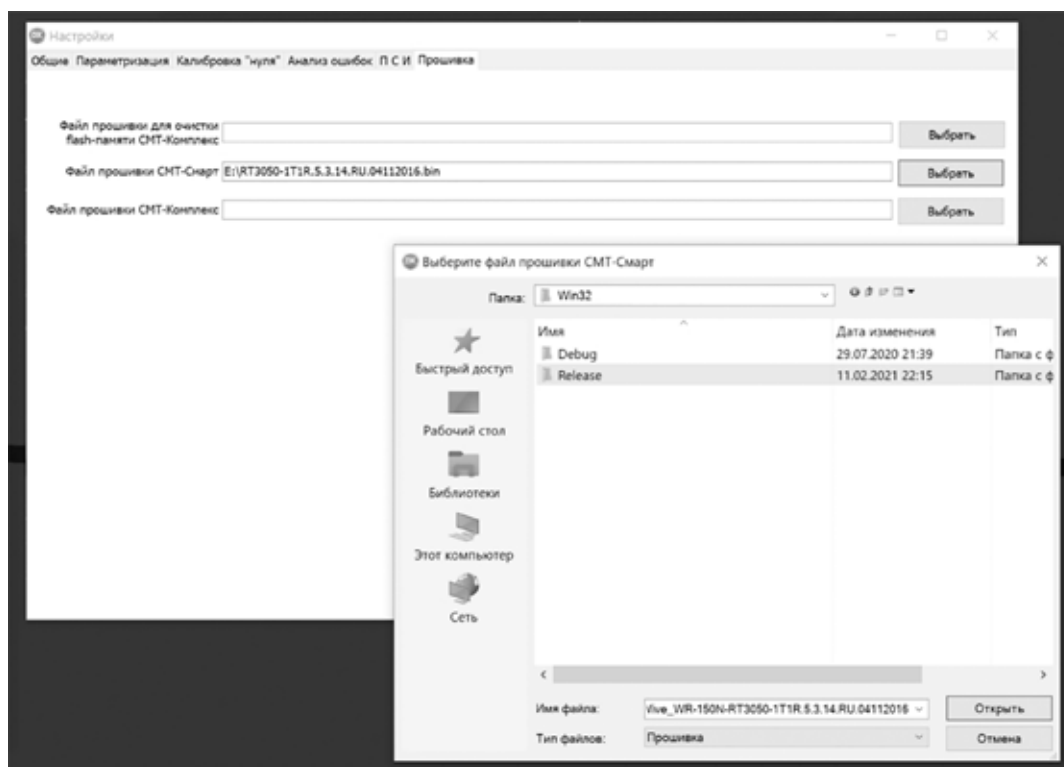


Рис. 4. Снимок экрана. Выбор файла микропрограммы

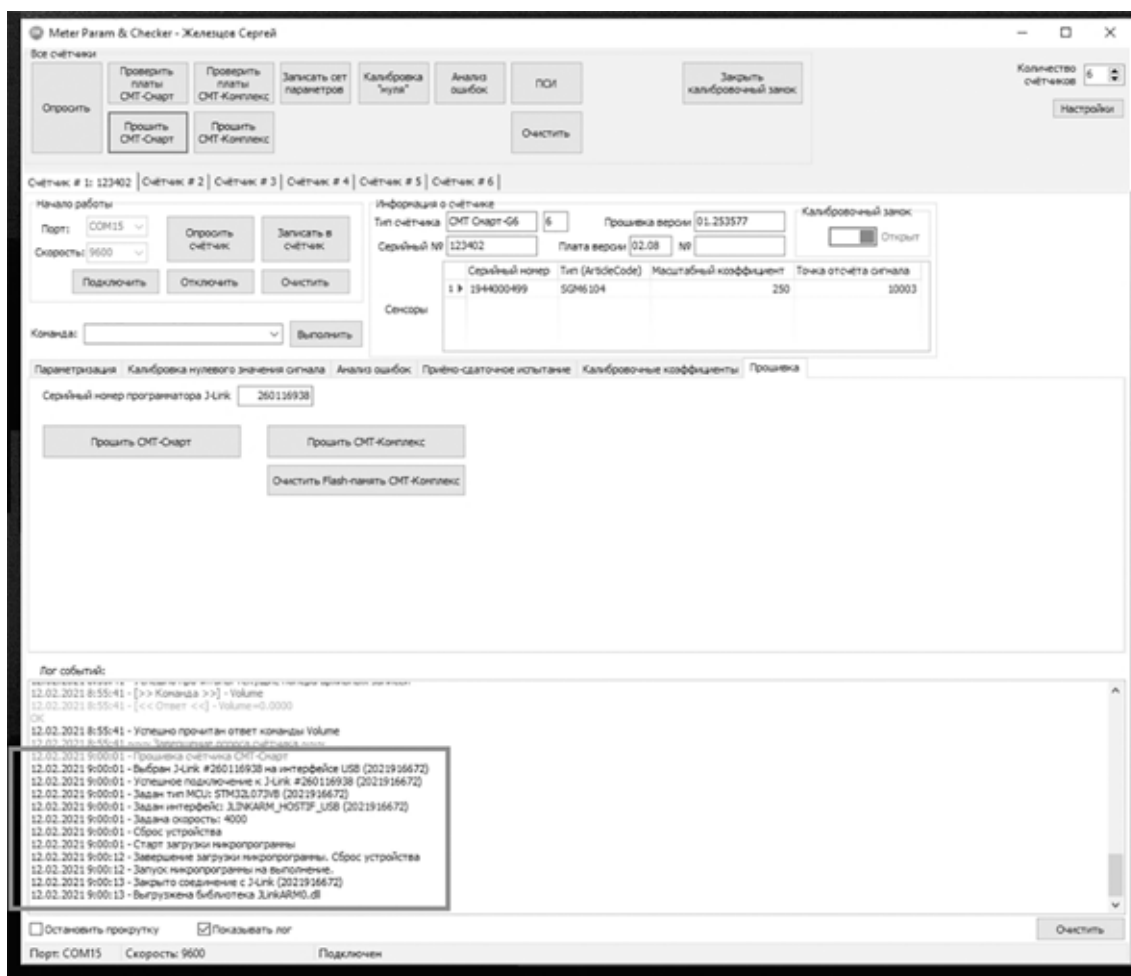


Рис. 5. Снимок экрана. Результаты работы программного обеспечения

Результатом исследования является рекомендованное к внедрению готовое программное обеспечение. На основе требований технического задания был разработан комплект документации на комплекс установки микропрограммы на плату микротермального счетчика газа, в который вошло «Руководство оператора», «Руководство технолога и администратора». Операторы участка прошли обучение пользованию комплексом. Обучение персонала производилось на участке параметризации и тестирования плат цеха заказчика. Это потребовало остановки производства готовых плат менее чем на 1 ч.

Заключение

Применение автоматизированных систем предприятиями при выпуске продукции кардинально уменьшает время, затрачиваемое на производство и сбыт, помогает поднять качество на новый уровень, обеспечивая конкурентные пре-

имущества на рынке, дает масштабные возможности для управления [7]. При проектировании системы были учтены результаты сравнительного анализа других систем, предназначенных для автоматизации технических процессов. Уникальность разрабатываемого программного продукта также оказывает влияние и на эксклюзивность выпускаемых изделий, обеспечивая еще одно немаловажное конкурентное преимущество – быть не похожим на других производителей, что всегда является привлекательным для клиентов. Применение многопоточной установки микропрограммы на плату газового счетчика СМТ-Смарт позволило устранить ошибки, возникающие по вине операторов, увеличило скорость выпуска готовых плат более чем в 6 раз, позволило задействовать менее квалифицированный персонал (более квалифицированный стал использоваться в других более сложных процессах), тем самым снизив себестоимость плат на 7,3%.

Список литературы

1. Луков Д.К. Автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) // *European science*. 2019. № 2 (44). С. 19–21.
2. ARPRIME Software Российский разработчик IT-систем для бизнеса. [Электронный ресурс]. URL: <http://arprime.ru/avtomatizacia/klassifikaciya-i-urovni-avtomatizirovannyh-sistem> (дата обращения: 03.04.2023).
3. Гнездилова О.А. Разработка программы визуализации измерения малых расходов природного газа «Контроль энергетических ресурсов: КЭР 2 – магистраль» // *Научный журнал строительства и архитектуры*. 2020. № 3 (59). С. 24–31. DOI: 10.36622/VSTU.2020.59.3.002.
4. J-Link SDK User guide of the J-Link application program interface (API) Document: UM08002, Software Version: 6.42, Revision: 5 / SEGGER Microcontroller GmbH. February 7, 2019. 329 с.
5. Каталог стандартов [Электронный ресурс]. URL: www.gost.ru (дата обращения 15.01.2023).
6. Степанов А.В. Программно-реализуемые счетчики с динамически изменяемыми основаниями систем счисления их разрядов // *Вестник компьютерных и информационных технологий*. 2017. № 10 (160). С. 49–56. DOI: 10.14489/vkit.2017.10.pp.049-56.
7. Лаврухин А.А. Программирование логических контроллеров для автоматизации технологических процессов. Дискретные системы: учебно-методическое пособие при изучении дисциплин «Автоматизированные информационно-управляющие системы», «Проектирование и разработка автоматизированных систем», «Программно-аппаратные комплексы», «Проектирование систем управления», «Конструирование систем управления». Омск: Омский государственный университет путей сообщения, 2023. 41 с.

УДК 669.18

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ СТАЛРАЗЛИВОЧНОГО КОВША И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА

Харламов Д.А., Масягина Н.И.

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова»,
Губкинский филиал, Губкин, e-mail: docktn@bk.ru

На основе промышленных данных измерения температур футеровки сталеразливочного ковша в разных точках и жидкой стали, рассмотрен тепловой профиль ковша. Рассмотрены особенности применения в футеровке стальной магнезитоуглеродистых огнеупоров. Учтены особенности протекания стационарных и нестационарных процессов передачи тепла в процессе эксплуатации ковшей. Собранный материал относится к большегрузным ковшам емкостью 70 и 150 т. Представлена математическая модель теплового состояния ковша и проведены расчеты по ней. Произведены расчеты тепловых потерь и скорости охлаждения металла на таких этапах обработки, как выпуск из печи, транспортировка, выдержка, обработка в агрегате ковш-печь, обработка на установке вакуумирования, разливка. Проанализировано влияние параметров модели на такие технико-экономические показатели производства, как удельный расход электроэнергии в цехе, время обработки. Установлены зависимости падения температуры жидкой стали в ковше, нагретом в течение различного времени до различных температур. Превышение температуры брони ковша может стать причиной повреждения футеровки и привести к прорыву стали через кожу ковша. Показаны пути повышения технико-экономических показателей производства при совершенствовании тепловых режимов работы сталеразливочных ковшей.

Ключевые слова: ковш, огнеупорная футеровка, температура, энтальпия, агрегат ковш-печь

MATHEMATICAL MODELING OF THE THERMAL STATE OF THE STEEL LADLE AND ITS INFLUENCE ON THE TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS OF PRODUCTION

Kharlamov D.A., Masyagina N.I.

V.G. Shukhov Belgorod State Technological University, Gubkin branch, Gubkin, e-mail: docktn@bk.ru

Based on the industrial data of measuring the temperatures of the lining of the steel ladle at different points and liquid steel, the thermal profile of the ladle is considered. The features of the use of magnesite-carbon refractories in the lining of steel-coated steel are considered. The peculiarities of the flow of stationary and non-stationary heat transfer processes during the operation of ladle are taken into account. The collected material belongs to heavy-duty ladles with a capacity of 70 and 150 tons. A mathematical model of the thermal state of the ladle is presented and calculations are carried out on it. Calculations of heat losses and the cooling rate of the metal at such processing stages as the tapping from the furnace, transportation, exposure, processing in the ladle-furnace unit, processing on the vacuuming unit, casting. The influence of the model parameters on such technical and economic indicators of production as the specific consumption of electricity in the workshop, processing time is analyzed. The dependences of the temperature drop of liquid steel in a ladle heated for different times to different temperatures are established. Exceeding the temperature of the ladle armor can cause damage to the lining and lead to a breakthrough of steel through the ladle casing. The ways of increasing the technical and economic indicators of production with the improvement of thermal modes of operation of steel ladles are shown.

Keywords: ladle, refractory lining, temperature, enthalpy, ladle-furnace unit

Актуальной проблемой на металлургических комбинатах является своевременный контроль работы огнеупорной футеровки агрегатов, контактирующей с высокотемпературным расплавом [1]. При этом имеют место частые прорывы стали через кожу ковша. В этой связи на сталеплавильных заводах было проведено определение термической работы ковша с магнезиально-углеродистым рабочим слоем.

Рассмотрены результаты замеров [2] в большегрузных ковшах емкостью 70 т (на заводе в Витковице, VHM, Чехия) и 150 т (Россия). Предприятия занимаются изготовлением продукции для машиностроительного производства. Сталь в производстве выплавлялась в дуговой сталеплавильной печи (ДСП) с последующей обработкой

в агрегате ковш-печь (АКП) и вакуумной дегазацией (ВД), с последующей разливкой в слитки.

Материалы и методы исследования

Целью измерений была оценка температурного профиля ковша в течение всего его рабочего цикла, определение изменения энтальпии ковша во времени, в соответствии с измеренными температурами, и расчет снижения температуры стали в ковше в результате тепловых потерь футеровки.

На металлургических заводах имеет место частое повреждение футеровки ковша, с дальнейшим прорывом стали через кожу ковша. При этом стенка ковша повреждается, а дно ковша работает без затруднений. Рабочий слой футеровки ковша имеет не-

равномерный износ. В этой связи стенки ковша (включая шлаковый пояс) были выложены более качественными магнезиально-углеродистыми фасонными кирпичами, имеющими большую толщину, по сравнению с нижней частью. Следующими слоями облицовки стен являются магнезиальный порошок, литой бетон, слой шамотной глины, изолирующий слой и стальная броня.

Применение в футеровке АКП магнезиоуглеродистых огнеупоров приводит к росту температуры кожуха ковша и потере тепла теплопроводностью. Поэтому решением для снижения теплопотерь через футеровку является применение комбинированных магнезиоуглеродистых огнеупоров, в которых рабочая поверхность имеет содержание углерода более 17%, а вторая часть, примыкающая к арматурному слою, – менее 5%. Несмотря на некоторое увеличение теплопотерь, магнезиоуглеродистые огнеупоры по сравнению с высокоглиноземистыми изделиями позволяют повысить стойкость футеровки примерно в два раза.

Результаты эксплуатационного эксперимента были обработаны моделью для расчета тепловых процессов внутри ковша, которая может определять изменение энтальпии футеровки ковша и тепловых потерь через футеровку, на основе изменений температуры в местах измерения в футеровке и других технологических данных о контролируемой плавке.

Измерение температуры поверхности ковша проводили с помощью пирометра 35CC51 с цифровым индикатором 35PA10, пределы измерения 600–1200°C, погрешность 1%, с регулируемой излучательной способностью на значении 0,95. Измерение с помощью пирометра было соотнесено с оценкой температуры футеровки в зависимости от времени и этапа тепловой работы ковша.

Измерение температуры жидкого металла производили платино-родиевыми термопарами ПР30/6.

Результаты исследования и их обсуждение

Температурный режим футеровки ковша был нанесен на несколько графиков. На рис. 1 представлены температуры внутри футеровки во время процесса сушки футеровки ковша перед первым наливом жидкого металла из печи.

Из рис. 1 следует, что рост температуры и энтальпии в начальный период нагрева (до 4 ч) идет неравномерно, что связано с протеканием нестационарного режима. После этого времени наблюдается практически постоянный прирост указанных величин, в связи с переходом на стационарный режим.

Потери тепла через кладку складываются из стационарных и нестационарных потерь. Для их определения необходимо рассчитать температурное поле в кладке, с учетом начальных условий. Циклические изменения температуры ковша в процессе налива, рафинирования, ремонта и подогрева усложняют определение данных тепловых потоков.

Плотность теплового потока от стали к футеровке в стационарном состоянии постоянна, а для определения нестационарных тепловых потоков наиболее распространены являются экспоненциальные функции, которые имеют общий вид

$$q_{н.ст.} = q_0 \cdot e^{-k\tau},$$

где q_0 – начальный тепловой поток от стали к футеровке ковша при выпуске из печи; k – неизвестный коэффициент, который рассчитывают из «предыстории» ковша по известным опорным точкам с учетом q_0 ; τ – время, с.

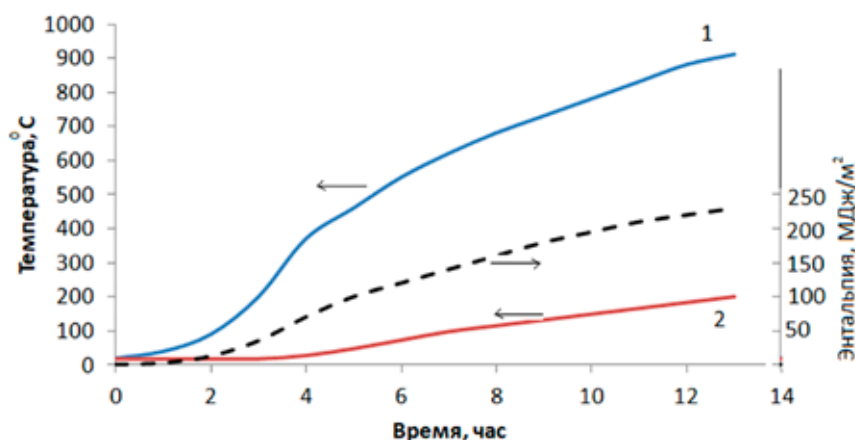


Рис. 1. Температура внутри футеровки ковша в процессе сушки

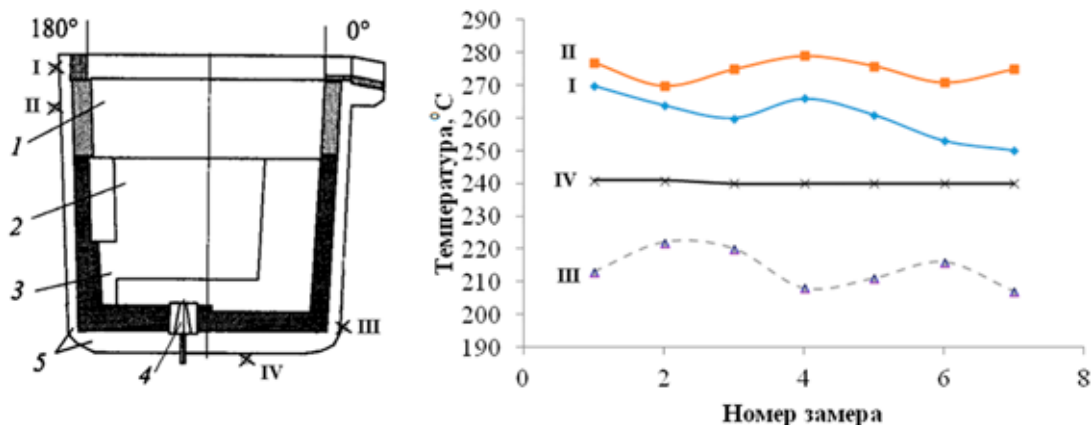


Рис. 2. Футеровка АКП и результаты измерения температуры брони ковша: I – зона свободного борта, II – шлаковый пояс, III – закругление днища ковша, IV – днище ковша; 1 – зона усиления шлакового пояса, 2 – усиление стены в зоне работы продувочного блока, 3 – усиление бойной стены, 4 – пористая продувочная пробка, 5 – броня ковша

Тепловые потери через футеровку также исследовали с помощью измерений температуры внешней поверхности брони ковша, в четырех точках, как показано на рис. 2. Результаты замеров и характеристика ковшей приведены на рис. 2.

Из анализа данных рис. 2 следует, что наибольшая температура брони ковша – в районе шлакового пояса, где температура металла и шлака максимальна вследствие нагрева электрическими дугами. В районе днища ковша температура меньше на 30–40°C вследствие более высокой толщины огнеупорной футеровки в этом месте, а также из-за охлаждающего действия аргона. Увеличение износа ковша также приводит к росту температуры брони на 20–30°C. Изменение температуры брони во времени меняется незначительно ($\pm 10^\circ\text{C}$), объясняется достаточным прогревом футеровки перед выпуском металла из печи и длительным нахождением металла в ковше в процессе внепечной обработки.

В процессе работы в сталеплавильных цехах ковш проходит следующие стадии эксплуатации: прогрев футеровки при высокой температуре (с помощью горелок или электронагрева), выпуск металла из печи в ковш, транспортировка заполненного ковша, внепечная металлургия в печи-ковше, вакуумная дегазация, разливка, охлаждение на воздухе (перед выпуском, после разливки стали) и охлаждение под крышкой. В качестве наиболее подходящего параметра для определения теплового состояния ковша может быть выбрана энтальпия футеровки. Эта величина является функцией времени и обычно задается уравнением

$$H(\tau) = \int_V t(x, y, z, \tau) \cdot c_p(t) \cdot \rho_V dV, \quad (1)$$

где $H(\tau)$, (Дж) – энтальпия футеровки в текущий момент времени τ ;

$t(x, y, z, \tau)$ – температура футеровки по координатам x, y, z и момент времени τ ;

$c_p(t)$, (Дж/(кг·К)) – удельная теплоемкость, как функция от температуры t ,

V , (м^3) – объем футеровки ковша,

ρ_V , ($\text{кг}/\text{м}^3$) – плотность футеровки ковша.

Поскольку c_p зависит от температуры, функция $H(\tau)$ также характеризует изменение аккумулирующих свойств футеровки в зависимости от ее температуры. Для расчета энтальпии футеровки ковша в первую очередь важно знать изменения температуры в рабочем слое футеровки.

Потери тепла через футеровку определяются как интегральная величина, которая зависит от полного времени тепловой работы футеровки ковша. Снижение температуры стали, вызванное тепловыми потерями через футеровку в текущий момент времени, определяется соотношением

$$\Delta t_c = Q_\phi / (m_c \cdot c_c), \quad (2)$$

где Q_ϕ , (Дж) – тепловые потери через футеровку за рассматриваемый промежуток времени; m_c , (кг) – масса стали в ковше; c_c , (Дж/(кг·К)) – удельная теплоемкость стали.

Потери тепла через футеровку ковша можно оценить методами регрессионного анализа.

Информация о скорости изменения температуры стали, связанной с тепловыми потерями через футеровку ковша, была проанализирована на отдельных участках методом регрессионного анализа, в виде линейной зависимости от энтальпии футе-

ровки ковша при выпуске. Использовалась зависимость в следующем виде:

$$v_c^n = a + b \cdot H_0, \quad (3)$$

где H_0 – энтальпия стенки футеровки ковша при выпуске (МДж/м²); a, b – константы модели для расчета изменения температуры стали в ковше, соответственно, для модели потерь тепла через футеровку ковша для заданного этапа обработки, п.

Общее изменение температуры стали, вызванное тепловыми потерями через футеровку ковша, может быть рассчитано из соотношения

$$\Delta t_c = \sum_1^n v_c^n \cdot \Delta \tau^n, \quad (4)$$

где $\Delta \tau^n$ (мин) – длительность n-го этапа обработки.

Путем суммирования уравнений (3) для каждого этапа обработки может быть получена зависимость Δt_c от времени.

Тепловые потери через футеровку ковша определяются на отдельных этапах обработки. Весь временной отрезок между выпуском плавки и окончанием разлива был разделен на 8 этапов:

- 1) этап: выпуск стали из печи в ковш,
- 2) этап: 10 мин после окончания выпуска стали,
- 3) этап: время до начала обработки в ковшовой печи,
- 4) этап: обработка в ковшовой печи,
- 5) этап: транспортировка ковша от печи-ковша до вакуумной станции,
- 6) этап: обработка в вакууме,
- 7) этап: транспортировка ковша от вакуумной станции до разлива,

8) этап: литье в слитки.

Рассчитанные коэффициенты для модели изменения температуры стали на конкретных технологических участках в зависимости от энтальпии ковша перед выпуском приведены в таблице. Анализ таблицы показывает, что скорость охлаждения металла уменьшается при переходе от одного этапа к другому, в связи с уменьшением тепловых потерь через футеровку.

Коэффициенты для расчета изменения температуры стали в ковше

Этап	Коэффициенты для расчета тепловых потерь через футеровку ковша	
	a	b
1	31,09	-4,89·10 ⁻²
2	16,61	-2,33·10 ⁻²
3	14,62	-1,93·10 ⁻²
4	10,29	-1,49·10 ⁻²
5	2,43	-2,50·10 ⁻³
6	1,93	-2,40·10 ⁻³
7	1,09	-1,40·10 ⁻³
8	0,44	-6,00·10 ⁻⁴

В работе установлено [3, 4] влияние температуры нагрева футеровки ($T_\phi, ^\circ\text{C}$) для 150 т ковша и температуры выпуска стали из печи ($T_b, ^\circ\text{C}$) на суммарный удельный расход электроэнергии в ДСП и АКП ($Q_\Sigma, \text{kВт}\cdot\text{ч/т}$) при выплавке и доводке стали 20:

$$Q_\Sigma = 0,46T_b - 149 \text{ при } T_\phi < 900^\circ\text{C};$$

$$Q_\Sigma = 0,51T_b - 235 \text{ при } 900 < T_\phi < 1100^\circ\text{C}.$$

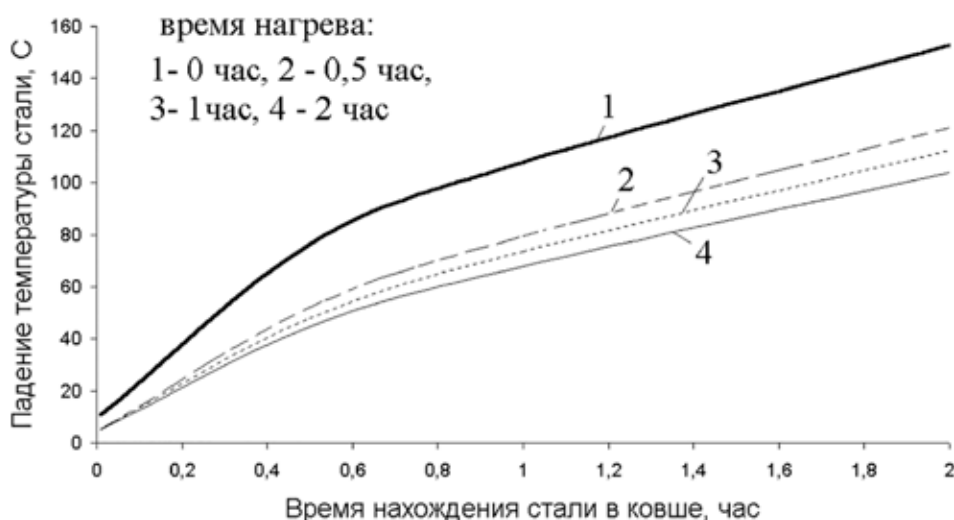


Рис. 3. Зависимость падения температуры жидкой стали в ковше, нагретом в течение различного времени до 900^oC, при температуре стали 1650^oC

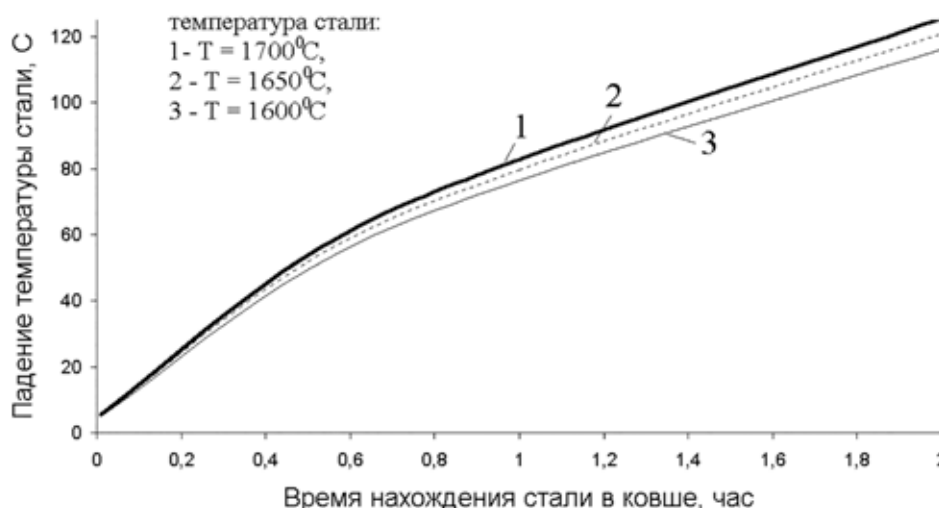


Рис. 4. Зависимость падения температуры жидкой стали в ковше, имеющей различную температуру. Время предварительного нагрева ковша до 900°C – 0,5 ч

Таким образом, из этих данных следует, что увеличение T_{ϕ} более 900°C приводит к сокращению расхода электроэнергии примерно на 12 кВт·ч/т.

Расчеты теплового баланса АКП показали, что с увеличением номера нагрева в ковше уменьшается доля аккумулированной энергии ковша ($Q_{\text{акк}}$):

Номер нагрева	1	2	3
$Q_{\text{акк}}, \%$	10,3	8,7	7

В результате моделирования получены зависимости падения температуры стали при выдержке металла в ковше в течение различного времени (рис. 3, 4).

Как следует из данных рис. 3, увеличение времени выдержки приводит к росту тепловых потерь и падению температуры стали. При этом ковш, предварительно нагретый в течение 2 ч, забирает тепла примерно в 1,5 раза меньше по сравнению с холодным ковшом.

Как следует из данных рис. 4, увеличение времени выдержки приводит к росту тепловых потерь и падению температуры стали. При этом увеличение температуры стали с 1600°C до 1700°C приводит к незначительному росту тепловых потерь и падению температуры примерно на 10°C в течение 2 ч.

Заключение

Произведены расчеты на математической модели теплообмена в системе жид-

кая сталь – футеровка ковша. Установлено, что увеличение продолжительности выпуска металла из ДСП [5] приводит к росту падения температуры жидкой стали. Увеличение температуры стали на выпуске с 1600 до 1700°C приводит к дополнительному охлаждению металла вследствие потерь излучением примерно на 10°C .

В результате расчетов получено, что увеличение времени выдержки приводит к росту тепловых потерь и падению температуры стали. При этом увеличение температуры нагрева ковша с 800 до 1200°C приводит к уменьшению охлаждения жидкой стали примерно на 20°C в течение 2 ч.

Анализ полученных промышленных данных свидетельствует о том, что теплотери в системе металл – ковш возрастают с увеличением количества наливов в ковш и уменьшением температуры его подогрева перед выпуском из печи. Увеличение времени и температуры предварительного подогрева 150 т ковша позволит сократить расход электроэнергии на 25–30 кВт·ч/т.

Обеспечение температуры футеровки ковша в пределах 900 – 1100°C возможно за счет использования высокоскоростных горелок на стендах разогрева, а также путем обеспечения ритмичной работы сталковшей после разливки стали. Однако в производственных условиях применению такого режима мешают следующие факторы: остывание сталковша в случае затягивания сталеразливочных стаканов в процессе разливки стали; устаревшее крановое оборудование и его повышенная загруженность, а также человеческий фактор.

Список литературы

1. Краснянский М.В., Кац Я.Л. Совершенствование теплового режима эксплуатации сталеразливочных ковшей // *Электromеталлургия*. 2016. № 4. С. 2–10.
2. Меркер Э.Э., Черменев Е.А. Электроплавка металлизированных окатышей в дуговой печи. Старый Оскол: ТНТ, 2017. 218 с.
3. Харламов Д.А. Управление процессом электроплавки в дуговой печи и в агрегате ковш-печь (АКП) с непрерывной подачей железорудного металлизированного сырья (ЖМС) в сварочную зону // *Транспортное машиностроение*. 2023. № 3. С. 30–36.
4. Точилкин В.В., Камалихина З.В., Котов И.В., Точилкин В.В. Развитие конструкций для разлива стали системы сталеразливочный ковш – промежуточный ковш – кристаллизатор МНЛЗ // *Механическое оборудование металлургических заводов*. 2020. № 2 (15). С. 27–30.
5. Запольская Е.М., Темлянец М.В., Григорьев А.В. Исследование влияния температурных режимов на параметры тепловой работы стенов разогрева футеровки сталеразливочных ковшей // *Вестник Сибирского государственного индустриального университета*. 2019. № 2 (28). С. 7–10.

УДК 004.023

АДАПТИВНАЯ БАЛАНСИРОВКА СЕТЕВЫХ ЗАПРОСОВ НА БАЗЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА И WEIGHTED ROUND ROBIN**¹Шульман В.Д., ¹Шабанов В.В., ²Максименко О.Е.**¹*ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», Москва, e-mail: vitalian42@mail.ru, bravoxmail@gmail.com;*²*ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, e-mail: oleg.maksimenko@me.com*

Данная статья посвящена проблеме балансировки сетевой нагрузки в контексте гетерогенных вычислительных систем. Цель исследования – разработать программную модель задачи распределения сетевой нагрузки и экспериментальным путем произвести анализ эффективности работы использованных алгоритмов. В статье анализируется литература по предмету исследования, производится синтез (гибридизация) алгоритмов, накладывается ограничение на входной поток в виде атомарности и независимости сетевых запросов, проводится экспериментальное программное моделирование и выполняется наблюдение, измерение и оценка полученных в ходе моделирования результатов. В статье рассматриваются понятия вычислительного кластера, программного комплекса и вычислительной системы, дается формальная постановка задачи балансировки нагрузки в распределенных гетерогенных вычислительных системах. В качестве результата проделанной работы выступает программная модель распределенной гетерогенной вычислительной системы, где на примере гибридизации алгоритма взвешенного кругового обхода (Weighted Round Robin) и стандартного трехкомпонентного генетического алгоритма был промоделирован процесс адаптивной балансировки нагрузки. Научная новизна заключается в предложении авторского подхода при решении проблемы адаптивной балансировки в контексте гетерогенных вычислительных систем. В ходе эксперимента была продемонстрирована эффективность используемого гибридного подхода, которая заключается в сокращении среднего времени обработки сетевых запросов, поступающих в систему.

Ключевые слова: вычислительная система, сетевой запрос, алгоритм балансировки, генетический алгоритм, целевая функция, агент

ADAPTIVE BALANCING OF NETWORK REQUESTS BASED ON A GENETIC ALGORITHM AND WEIGHTED ROUND ROBIN**¹Shulman V.D., ²Shabanov V.V., ³Maksimenko O.E.**¹*Bauman Moscow State Technical University, Moscow, e-mail: vitalian42@mail.ru, bravoxmail@gmail.com;*²*National Research Nuclear University MEPhI, Moscow, e-mail: oleg.maksimenko@me.com*

This article is devoted to the problem of network load balancing in the context of heterogeneous computing systems. The purpose of the study is to develop a software model of the network load distribution problem and experimentally analyze the efficiency of the algorithms used. The article analyzes the literature on the subject of research, synthesizes (hybridizes) algorithms, imposes a restriction on the input stream in the form of atomicity and independence of network requests, conducts experimental software modeling and observes, measures and evaluates the results obtained during modeling. The article discusses the concepts of a computing cluster, a software package and a computing system, and gives a formal statement of the problem of load balancing in distributed heterogeneous computing systems. The result of the work done is a software model of a distributed heterogeneous computing system, where the adaptive load balancing process was modeled on the example of hybridization of the Weighted Round Robin algorithm and the standard 3-component genetic algorithm. The scientific novelty lies in the proposal of the author's approach to solving the problem of adaptive balancing in the context of heterogeneous computing systems. During the experiment, the effectiveness of the hybrid approach used was demonstrated, which consists in reducing the average processing time of network requests coming into the system.

Keywords: computing system, network request, balancing algorithm, genetic algorithm, objective function, agent

Современные вычислительные системы – это множества вычислительных узлов, объединенных сетью и функционирующих как единое целое. Вычислительные системы могут быть как однородными (состоять из идентичных узлов), так и неоднородными (состоять из узлов различной конфигурации и, как следствие, узлов разных мощностей) [1].

Одна из основных задач, решаемых в рамках эксплуатации вычислительной системы, – это распределение нагрузки между ее узлами. Нагрузка между узлами

балансируется при помощи набора специальных методов. Эффективность работы системы напрямую зависит от того, насколько оптимально осуществляется такое распределение [2].

Балансировка нагрузки может осуществляться при помощи как аппаратных, так и программных инструментов. Технологии балансировки нагрузки активно развиваются и представляют сейчас большой интерес с точки зрения IT-отрасли.

Цель исследования – разработать программную модель задачи распределения

сетевой нагрузки и экспериментальным путем произвести анализ эффективности работы использованных алгоритмов.

Материалы и методы исследования

Рассматриваемыми объектами являются распределенные вычислительные системы, алгоритм балансировки нагрузки и генетический алгоритм как метод оптимизации.

В процессе работы была исследована предметная область вычислительных систем и балансировки нагрузки. Были проанализированы характеристики алгоритмов балансировки сетевой нагрузки, их особенности и решаемые ими задачи.

В работе использовался метод программного моделирования. Разработанная программная модель демонстрирует принцип гибкой балансировки нагрузки, который заключается в адаптации под меняющуюся среду функционирования вычислительной системы и равномерном распределении сетевых запросов по узлам в соответствии с доступными ресурсами.

Для реализации модели был использован гибридный подход на базе алгоритма балансировки Round Robin и генетического алгоритма.

В области информационных технологий распространены понятия вертикального и горизонтального масштабирования. Они применяются как к физическим ресурсам, так и к программным системам, которые на них эксплуатируются [3, 4]. Закон Мура утратил свою актуальность [5], что делает горизонтальное масштабирование систем более предпочтительным [6], а проблему балансировки нагрузки более актуальной.

Балансировка нагрузки осуществляется при помощи комплекса подходов и методов, которые соответствуют уровням модели OSI: сетевому, транспортному и прикладному [2].

В случае балансировки на сетевом уровне функция распределения нагрузки осуществляется посредством IP-адресов. Подразумевается, что за один IP-адрес могут отвечать сразу несколько физических машин.

При балансировке на транспортном уровне распределение нагрузки осуществляется через прокси-серверы. В отличие от сетевого уровня, на транспортном прокси-сервер выступает в качестве посредника и может добавлять в запрос дополнительные заголовки.

Балансировщики нагрузки прикладного уровня анализируют содержимое запросов и перенаправляют их на узлы системы в зависимости от контента и типа требуемых операций. Известные примеры решений для прикладной балансировки – это Nginx и PGpool [2].

Отдельно стоит упомянуть брокеры сообщений. Они работают по обратному принципу: поставщики и потребители сами кладут и достают данные из брокера. Брокеры сообщений нашли свое применение в современных микросервисных приложениях [7], однако они не занимаются балансировкой в классическом смысле, а формируют очереди сообщений.

Существует множество различных алгоритмов балансировки нагрузки. Выбирая конкретный алгоритм, нужно исходить, во-первых, из специфики конкретного проекта, а во-вторых, из задач, которые необходимо решить. Из целей, которые могут преследоваться в рамках решения задачи балансировки, можно выделить: равномерность и детерминированность распределения, минимальное время обработки, масштабируемость.

Самый известный, часто используемый и простой алгоритм балансировки – Round Robin. Запросы последовательно передаются серверам из зацикленного списка. Данный алгоритм имеет широкое применение, в частности, в системе DNS [2]. Простота алгоритма влечет и недостатки: для эффективной работы необходимо, чтобы у каждого сервера был в наличии одинаковый набор ресурсов. В современной практике эти условия в большинстве случаев оказываются невыполнимыми [2].

Weighted Round Robin (WRR) – это улучшенная версия алгоритма Round Robin. В зависимости от производительности и мощности сервера каждому из них присваивается весовой коэффициент. Это способствует более равномерному распределению нагрузки: серверы с большим весом обрабатывают больше запросов. Для эффективной работы WRR необходимо правильно подобрать веса.

Для адаптивной балансировки веса WRR должны подбираться динамически. Концепция такого алгоритма известна и именуется Dynamic Weighted Round Robin (DWRR). Существует ряд исследований, которые предлагают вариант реализации такого алгоритма, но в них зачастую речь идет о частном решении проблемы адаптивной балансировки. Например, в исследовании [8] предлагается использование различных математических эвристик совместно с периодическим считыванием состояния всей системы (использования обратной связи в режиме реального времени), что не совсем применимо к современному web, где, ввиду распределенности систем, время передачи данных обычно многократно превышает время непосредственной обработки запросов, что не позволяет эффективно исполь-

зовать метрики о нагруженности системы из-за почти мгновенного их устаревания.

В рамках проводимого исследования предлагается реализация DWRR, которая предполагает подбор весов в фоновом режиме. Этот подбор в конечном счете сводится к решению оптимизационной задачи. Для решения такого класса задач существует множество методов, один из которых – метод эволюционного моделирования.

Эволюционное моделирование (ЭМ) – это стохастико-эвристический метод решения оптимизационных задач, который использует понятийный аппарат популяционной генетики [9] и идею «мягких вычислений» [10]. ЭМ применяется для решения следующих задач:

- наделение систем свойствами адаптивности и самоорганизации;
- автоматизация решения оптимизационных задач в различных областях науки;
- экспериментальное моделирование и изучение отдельных процессов.

Особое место в ЭМ занимает генетический алгоритм (ГА). Во время работы ГА выполняется параллельный анализ разных областей пространств решений. В отличие от машинного обучения, в ГА используется абсолютное значение целевой функции (ЦФ), а не ее приращение. Процесс поиска может продолжаться до тех пор, пока не будут рассмотрены все точки исследуемого пространства. В качестве ограничения могут использоваться критерии оптимума, лимит количества поколений, порог приращения ЦФ и т.д. [11].

Генетический алгоритм обладает рядом достоинств:

- независимость от вида функций;
- независимость от области определения и типов переменных;
- использование для решения широкого круга задач без нужды в изменениях.

Для получения очередного набора решений в ГА применяются операторы [9]. По-другому их еще называют этапами, так как они выполняются последовательно на каждой итерации. В стандартном ГА используются следующие операторы:

- оператор отбора (селекции);
- оператор кроссинговера (рекомбинации генов);
- оператор мутации или инверсии.

Наибольший интерес здесь представляет оператор отбора. Он используется для определения на основе fitness-функции кандидатов, гены которых будут использоваться для формирования следующего поколения. Существует множество схем отбора и их модификаций. Наиболее известные из них: отбор усечением (truncation

selection), элитарный отбор (elite selection), отбор вытеснением (exclusion selection), метод Больцмана (Boltzman selection) [12].

Результаты исследования и их обсуждение

В рамках исследования была реализована программная модель распределенной гетерогенной вычислительной системы, при этом на входной поток было наложено ограничение в виде атомарности и независимости сетевых запросов. Данные ограничения позволили полностью сконцентрироваться на предмете исследования без необходимости дополнительно прорабатывать решение проблемы неопределенного характера входного потока вычислительных задач [13].

Пусть узлы вычислительной системы представляют собой множество $P = \{P_1, \dots, P_n\}$. Узлы взаимосвязаны друг с другом и располагают некоторыми конфигурационными характеристиками, такими как ЦПУ, ОЗУ, ПЗУ и т.п.

Тогда пусть каждый P_i есть кортеж вида $\{p_1, p_2, \dots, p_k\}$, элементы которого олицетворяют собой различные характеристики вычислительного узла.

Пусть имеется множество вычислительных задач $X = \{X_1, \dots, X_m\}$, где каждый X_j есть кортеж $\{x_1, x_2, \dots, x_k\}$, элементы которого олицетворяют собой различные параметры вычислительной задачи.

Также, для каждого узла P_i , с учетом его характеристик для некоторой вычислительной задачи X_j имеет место некоторое время выполнения задачи X_j на узле P_i , которое может быть формализовано в виде $T = E(P_i, X_j)$, где E – функция, значение которой определено для каждой возможной пары P_i и X_j . Определение P_i из множества узлов системы, на котором будет выполняться вычислительная задача X_j , осуществляется функцией балансировки: $P = B(X_j, P)$.

Тогда конечная задача балансировки нагрузки может быть формализована в виде минимизации суммарного времени исполнения вычислительных задач X на множестве узлов P . Для этого необходимо подобрать вид функции B :

$$T_{sum} = \sum_{\forall X_j \in X} E(B(X_j, P), X_j) \rightarrow \min.$$

Функция балансировки нагрузки B представлена алгоритмом Weighted Round Robin. Задача оптимизации, заключающаяся в подборе весовых коэффициентов для алгоритма Weighted Round Robin, была решена применением стандартного генетического алгоритма.

Таблица 1

Параметры (зависимые переменные) вычислительной задачи

Параметр	Тип	Описание
Узел	Номинативный	Узел исполнения
Размер	Количественный	Размер HTTP-запроса в байтах
Endpoint	Номинативный	http://<ip>:<port>/<endpoint>

Таблица 2

Характеристики (независимые переменные) вычислительной задачи

Характеристика	Тип	Описание
Время исполнения	Количественный	Время выполнения задачи на узле
Занимаемая память	Количественный	Занимаемая память при выполнении

Таблица 3

Формат данных для построения множественной регрессии

№	execute_time	memory_use	node-2	node-3	edp-2	req_size
1	27.124	345	0	0	0	122
2	30.344	405	0	0	0	122
3	20.032	670	1	0	0	122
4	18.181	500	1	0	0	123
5	52.592	199	0	0	1	180
...

Для формирования входного потока задач была разработана ML-модель предсказания характеристик вычислительной задачи по ее различным параметрам. Пример фрагмента перечня параметров вычислительной задачи, представленной изначально в виде HTTP-запроса, проиллюстрирован в табл. 1, а наиболее значимые характеристики вычислительной задачи представлены в табл. 2.

Предсказание характеристик вычислительной задачи по ее параметрам осуществляется с помощью линейной регрессии, однако, в зависимости от особенностей функционирования той или иной вычислительной системы, целесообразность использования каждой из моделей машинного обучения будет различаться от случая к случаю [14].

Таким образом, в процессе разработки модели, были реализованы три программных модуля: модуль генерации входного потока задач на базе линейной регрессии (Python) с использованием библиотеки pandas, numpy и sklearn; модуль балансировки нагрузки (Golang), включающий в себя наивную реализацию WRR; модуль настройки WRR (Golang) на базе ГА с тремя операторами (в операторе отбора используется отбор усечением, в операторе рекомбинации

используется однородный кроссинговер, а в операторе мутации используется мутация вещественного приращения) [15].

Эксперимент состоял из последовательного выполнения следующих этапов:

- построение модели линейной регрессии по метрикам вычислительной системы;
- проведение процесса эволюционного моделирования;
- перенастройка алгоритма балансировки.

Пусть имеется всего три вычислительных узла (node) и два типа вычислительных задач (edp), одна количественная метрика параметра запроса (request_size) и две количественные метрики характеристики выполнения запроса (execute_time, memory_use). Тогда данные для построения модели линейной регрессии могут быть представлены табл. 3.

Показатели из этой таблицы были получены экспериментальным путем в ходе развертывания и эксплуатации простого веб-приложения на серверах облачного провайдера. Приложение состояло из трех идентичных программных модулей, запущенных на трех облачных серверах (nodes) различной конфигурации.

Таблица 4

Коэффициенты множественной линейной регрессии

	intercept	node-2	node-3	edp-2	req_size
execute_time	27.82087639	-17.28981112	60.37703004	12.73380640	0.06817965
memory_use	44.19621851	176.04381313	105.31998757	1.73683644	1.87570881

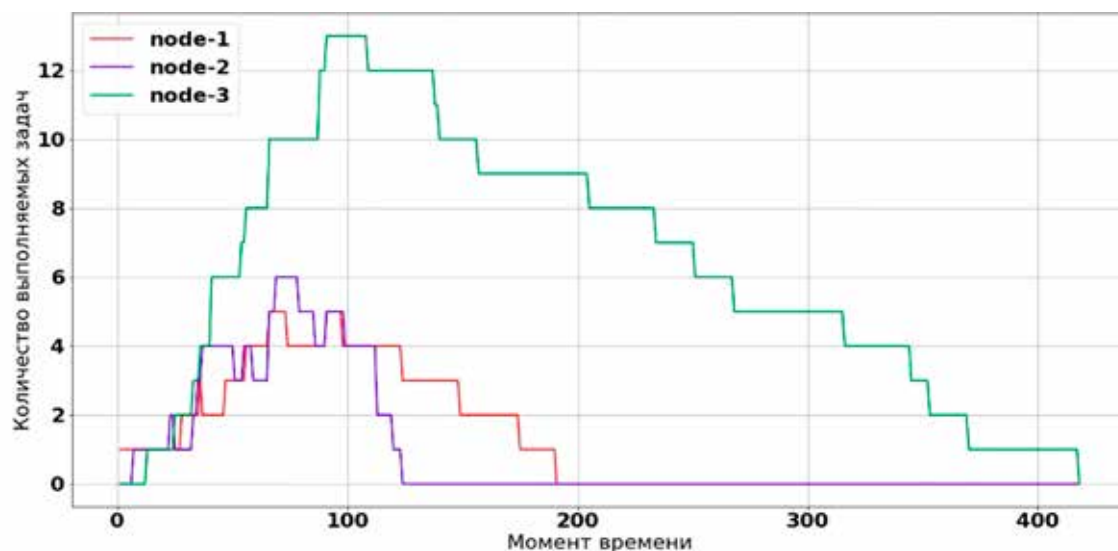


Рис. 1. Работа ненастроенного алгоритма балансировки

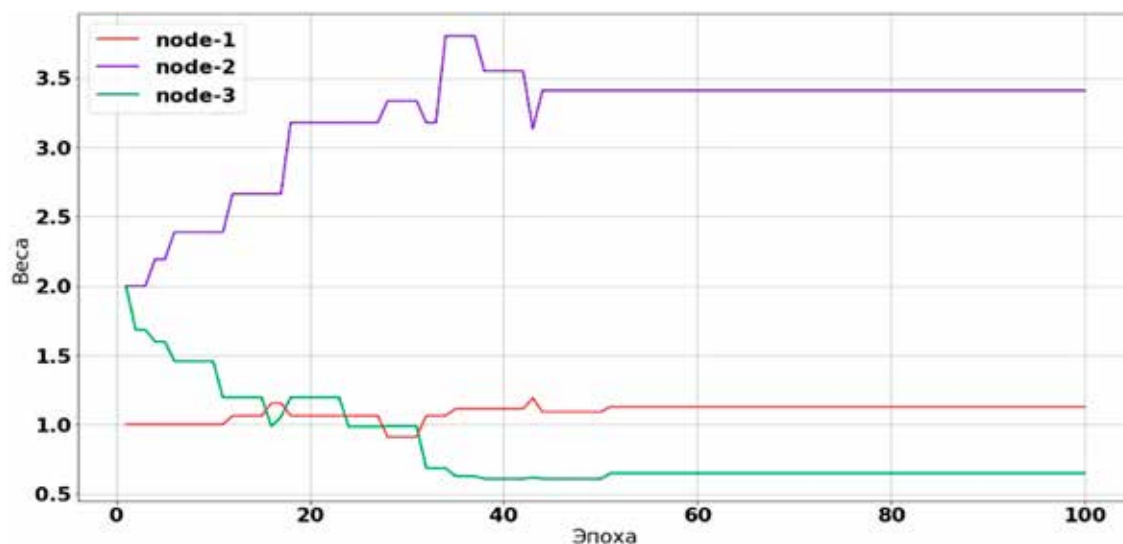


Рис. 2. Веса алгоритма балансировки

Классы node-1 и edp-1 исключены из таблицы с целью ликвидации избыточности. В результате получаем регрессионную модель с коэффициентами для каждой из зависимых переменных (табл. 4). Классы node-1 и edp-1 входят в intercept.

Работа ненастроенного алгоритма балансировки представлена на рис. 1.

Процесс работы генетического алгоритма проиллюстрирован рис. 2 и 3. На рис. 2 показано, как изменялись веса, а на рис. 3 — как менялось общее количество затрачиваемого времени на все задачи.

После завершения эволюционного процесса и установки весов на алгоритм балансировки, было получено более оптималь-

ное распределение вычислительных задач, представленное на рис. 4.

Генерация входного потока задач производилась первые 100 с. На рис. 1 отчетливо виден дисбаланс нагрузки между узлами. Об этом также свидетельствует сильный разброс времени завершения обработки задач узлами (120, 190 и 420 с соответственно). Хуже всего себя показал узел node-3

Из рис. 2 и 3 заметно, что эволюционный процесс достиг субоптимальной ниши примерно на 50 итерации (эпохе) работы ГА.

Значения весов значительно изменились. Как и ожидалось, вес узла node-3 уменьшился и стал минимальным из трех. Общее время обработки задач сократилось приблизительно на 35% (рис. 3).

По графику на рис. 4 можно сделать вывод, что рабочие узлы системы не только завершили свою работу примерно в один момент времени, но и сделали это на 200 дискретных шагов (секунд) раньше, чем в случае ненастроенного алгоритма на рис. 1.

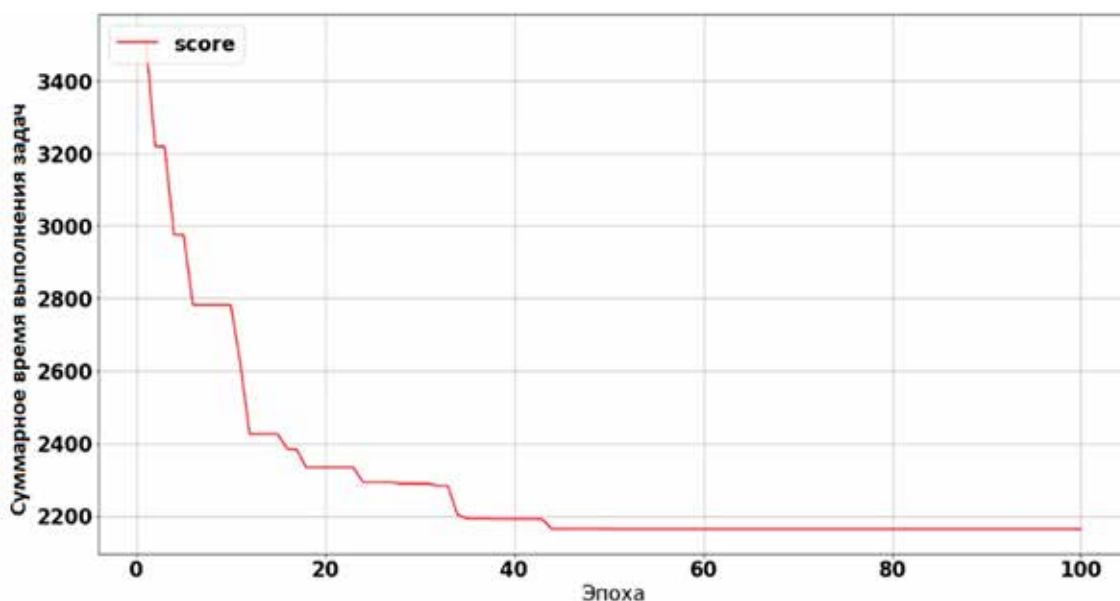


Рис. 3. Суммарное время выполнения задач на узлах

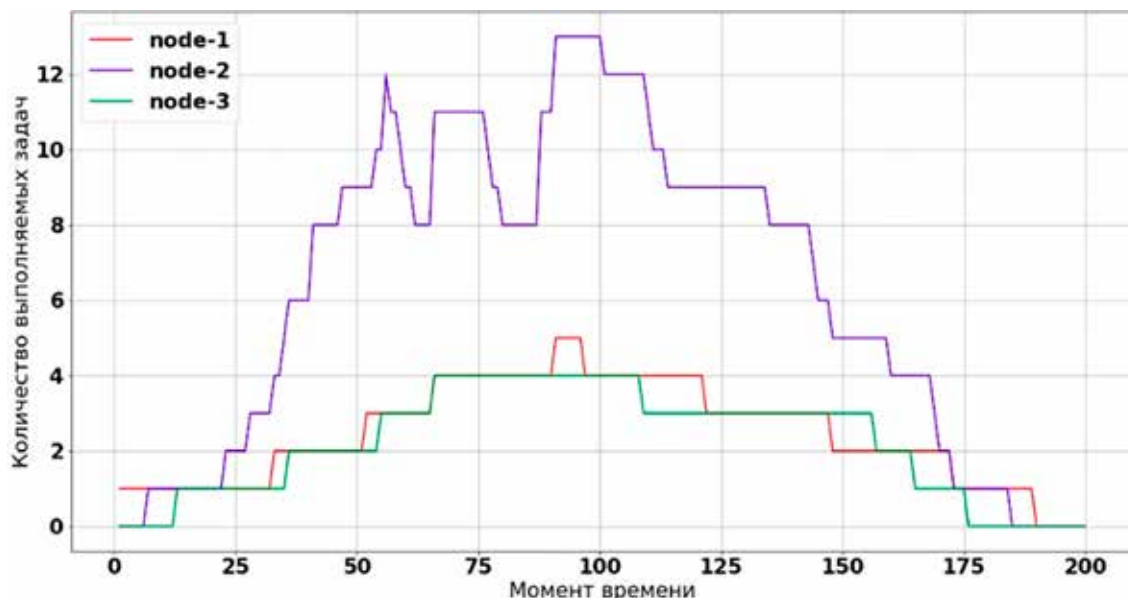


Рис. 4. Работа настроенного алгоритма балансировки

Заключение

В процессе экспериментального моделирования адаптивной балансировки нагрузки удалось добиться сокращения общего количества времени обработки задач на 35%. Повышение эффективности балансировки было достигнуто за счет применения генетического алгоритма. Также использование этого алгоритма позволило достигнуть следующих целей балансировки: справедливость, равномерность, минимальное время обработки.

Стоит отметить, что эффективность работы представленного в данной статье метода адаптивной балансировки в значительной мере зависит от правильности (оптимальности) изначальной конфигурации весов Weighted Round Robin. На оптимальность изначальной настройки значительно влияют размер системы и гетерогенность ее программно-аппаратных средств: чем больше программно-аппаратных элементов входит в систему и чем разнообразнее эти элементы, тем тяжелее системным администраторам подобрать оптимальную конфигурацию. Программная модель, разработанная в рамках данного исследования, демонстрирует возможность решения данной проблемы посредством использования подхода адаптивной балансировки.

Разработанная программная модель имеет запас универсальности: возможно использование различных алгоритмов балансировки, произвольного количества параметров сетевого запроса, любого количества узлов с отличными друг от друга характеристиками. Однако имеют место и ограничения: сетевые запросы должны быть атомарными (не могут быть разбиты на подзапросы) и независимыми (запросы между собой не связаны отношениями порядка).

Список литературы

1. Малякко А.А., Менжулин С.А. Суперкомпьютеры и системы. Построение вычислительных кластеров: учебное пособие. Новосибирск: Издательство НГТУ, 2018. 96 с.
2. Емельянов А. Балансировка нагрузки: основные алгоритмы и методы // Habr [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/company/selectel/blog/250201> (дата обращения: 18.02.2023).
3. Krzywda J. [и др.]. Power-performance tradeoffs in data center servers: DVFS, CPU pinning, horizontal, and vertical scaling // Future Generation Computer Systems. 2018. № November (81). С. 114–128.
4. Спиряев О. Вертикальное и горизонтальное масштабирование систем // BYTE [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bytemag.ru/articles/detail.php?ID=6670> (дата обращения: 26.02.2023).
5. Технологии микроэлектроники на пальцах : «закона Мура», маркетинговые ходы и почему нанометры нынче не те // Habr [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/453438> (дата обращения: 11.03.2023).
6. Шульман В.Д., Волхонцева П.Д., Максименко О.Е. Перспективы экстенсивного роста производительности вычислительных кластеров // Вопросы устойчивого развития общества. 2022. № 2. С. 293–298.
7. Тамбовцев А.Ю., Смольянов А.Г. О практических аспектах создания приложений микросервисной архитектуры совместно с распределенным программным брокером сообщений Apache Kafka // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. № 53 (1). С. 31–34.
8. Li D.C., Wu C., Chang F.M. Determination of the parameters in the dynamic weighted Round-Robin method for network load balancing. Computers and Operations Research. 2005. № 8 (32). С. 2129–2145.
9. Аверченков В.И., Казаков П.В. Эволюционное моделирование и его применение. М.: Флинта, 2016. 200 с.
10. Zadeh L.A. Soft Computing and Fuzzy Logic. IEEE Software. 1994. No. 6 (11). P. 48–56.
11. Тенев В.А. Решение задачи многокритериальной оптимизации генетическими алгоритмами // Интеллектуальные системы в производстве. 2006. № 8 (2). С. 103–109.
12. Панченко Т.В. Генетические алгоритмы. 2007. 1–86 с.
13. Покусин Н.В. Балансировка нагрузки распределенной гетерогенной вычислительной системы в условиях априорной неопределенности о характере входного потока заявок // Вестник евразийской науки. 2013. № 925 (7). С. 1–7.
14. Коськин А.В., Митин А.А., Артемов А.В. Концепция построения интеллектуальной системы с выбором методов и средств анализа данных для обработки информации // Информационные технологии в науке, образовании и производстве (ИТНОП-2018) : VII Международная научно-техническая конференция: сборник трудов конференции (Белгород, 17–19 октября 2018 г.). Белгород: ООО ГиК, 2018. С. 433–437.
15. Шульман В.Д., Дегтяренко А.С. Построение клеточных автоматов с помощью 3-операторных генетических алгоритмов // Вестник Коломенского института (филиала) Московского политехнического университета : сборник научных трудов. 2021. С. 318–329.

1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин

УДК 621.43

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК БЕСКОНТАКТНЫХ ОПОР
ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ РОТОРНЫХ СИСТЕМ****Хвостиков А.С.***ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»,
Комсомольск-на-Амуре, e-mail: Knastu@list.ru*

Статья посвящена важной научной проблеме – совершенствованию динамических характеристик бесконтактных опор высокоскоростных роторных систем. Высокоскоростные роторные системы используют в энергетических, транспортных, газоперекачивающих турбинах, приборостроении, медицине, ювелирной промышленности и многих других отраслях техники. Однако основным ограничивающим фактором по использованию высокоскоростных роторных систем являются подшипники. Для проектирования необходимо исследование динамических характеристик. Предложено для оценки динамических характеристик бесконтактных опор высокоскоростных роторных систем использовать обобщенную передаточную функцию с учетом режимных параметров работы. Для проведения эксперимента был разработан экспериментальный стенд. Стенд и методика исследования динамических характеристик позволяют значительно сократить продолжительность работы исследования динамических характеристик и значительно продвинуться во внедрении высокоскоростных роторных систем. При этом информация, полученная с помощью передаточной функции, позволяет получить весь спектр динамических характеристик, изучаемых в машиностроении высокоскоростных роторных систем. Обобщенная передаточная функция представляет собой наиболее полное описание динамики на всех режимах работы роторной системы. Предложена методика, позволяющая вычислять кривую подвижного равновесия ротора по передаточной функции. Такая информация позволяет наиболее информативно описывать динамические характеристики опор.

Ключевые слова: динамические характеристики, высокоскоростная роторная система, кривая подвижного равновесия ротора, модальный анализ

**INVESTIGATION OF DYNAMIC CHARACTERISTICS
OF CONTACTLESS SUPPORTS OF HIGH-SPEED ROTARY SYSTEMS****Khvostikov A.S.***Komsomolsk-on-Amur State University, Komsomolsk-on-Amur, e-mail: knastu@list.ru*

The article is devoted to an important scientific problem – improving the dynamic characteristics of contactless supports of high-speed rotary systems. High-speed rotary systems are used in power, transport, gas-pumping turbines, instrumentation, medicine, jewelry industry and many other branches of technology. However, the main limiting factor for the use of high-speed rotary systems are bearings. For the design, it is necessary to study the dynamic characteristics. It is proposed to use a generalized transfer function to evaluate the dynamic characteristics of contactless supports of high-speed rotary systems, taking into account the operating parameters. An experimental stand was developed for the experiment. The stand and the dynamic characteristics research methodology will significantly shorten the duration of the dynamic characteristics research and significantly advance in the implementation of high-speed rotary systems. At the same time, the information obtained using the transfer function allows us to obtain the full range of dynamic characteristics studied in the mechanical engineering of high-speed rotor systems. The generalized transfer function is the most complete description of the dynamics in all operating modes of the rotary system. A technique is proposed that allows calculating the curve of the movable equilibrium of the rotor by the transfer function. Such information makes it possible to describe the dynamic characteristics of the supports in the most informative way.

Keywords: dynamic characteristics, high-speed rotor system, rotor mobile equilibrium curve, modal analysis

В настоящее время значительно возрастает доля высокоскоростных роторных систем для различных машин и агрегатов. Высокоскоростные роторные системы при сохранении массогабаритных показателей имеют более высокие мощности. Высокоскоростные роторные системы используют в энергетических, транспортных, газоперекачивающих турбинах, приборостроении, медицине, ювелирной промышленности и многих других отраслях техники. Однако основным ограничивающим фактором по использованию высокоскоростных роторных систем являются

подшипники. Несбалансированность ротора вызывает значительные нагрузки на подшипники, во много раз превышающие статические нагрузки. Однако, даже полностью избавившись от дисбаланса ротора или сведя его к минимуму, нельзя избавиться от динамических сил. Силы вибрационного характера возникают внутри самого подшипника. Поэтому наиболее важно проводить работу по динамическому совершенствованию подшипниковых узлов. Источник возникновения динамических сил в подшипниках зависит от его типа.

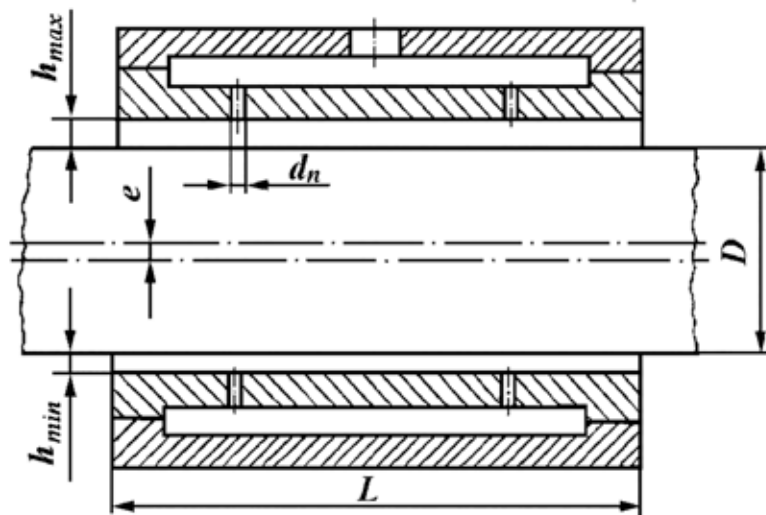


Рис. 1. Конструкция газостатического подшипника

Для высокоскоростных роторных систем используют газовые, жидкостные, магнитные подшипники и подшипники качения. Минимальное сопротивление вращению имеют бесконтактные газовые и магнитные подшипники. Жидкостные подшипники и подшипники качения на высоких скоростях имеют высокие значения потерь на трение, однако они обладают более высокими по сравнению с газовыми и магнитными подшипниками нагружающими способностями. Внимание научно-исследовательских и конструкторских проектов направлено в основном на совершенствование статистических характеристик роторных систем. Конструкторские разработки значительно расширили нагружающие способности, а выбор материалов позволил снизить сопротивление на трение подшипников высокоскоростных роторных систем. При этом применение роторных систем ограничивается в основном динамическими силами подшипников, которые могут принимать значения в несколько раз больше сил статического нагружения [1].

Для активного внедрения высокоскоростных роторных систем необходимо исследование динамических характеристик подшипников. Поэтому разработка методов анализа динамических характеристик роторных систем является важной научной проблемой. Так, например, для повышения точности обработки необходимо снижение виброперемещения шпинделя [2]. При повышении частот вращения ротора важность исследования динамических характеристик резко возрастает. Оценка динамических характеристик роторной системы возможна по пороговому значению вибрации, частоте

максимального пика в спектре, превышению параметров дисперсии распределения, параметров вейвлет-преобразования и др.

Основной динамической характеристикой работы бесконтактного подшипника является смещение оси ротора относительно оси подшипника (эксцентриситет) и изменение этого параметра во времени [3] (рис. 1).

Динамические характеристики представляют собой показатели, характеризующие упругие и демпфирующие свойства смазочного слоя газовых или жидкостных опор или системы управления магнитных подшипников. Теоретическое исследование таких характеристик сталкивается на возможности учета всех факторов, влияющих на конечный результат. Подтверждением является изменение динамических характеристик в процессе эксплуатации и возможность тонкой настройки. Более точное определение динамических характеристик возможно при физическом эксперименте.

На демпфирующие способности оказывают влияние конструктивные особенности и режимные параметры подшипников, частота вращения, вид нагрузки и др. Учет всех факторов, влияющих на результат, делает эксперимент длительным и объемным. Предлагается для определения динамических характеристик использовать модальный анализ.

Материалы и методы исследования

Модальный анализ подразделяется на экспериментальный, выполненный с помощью специального оборудования, и аналитический – с использованием конечно-элементного анализа.

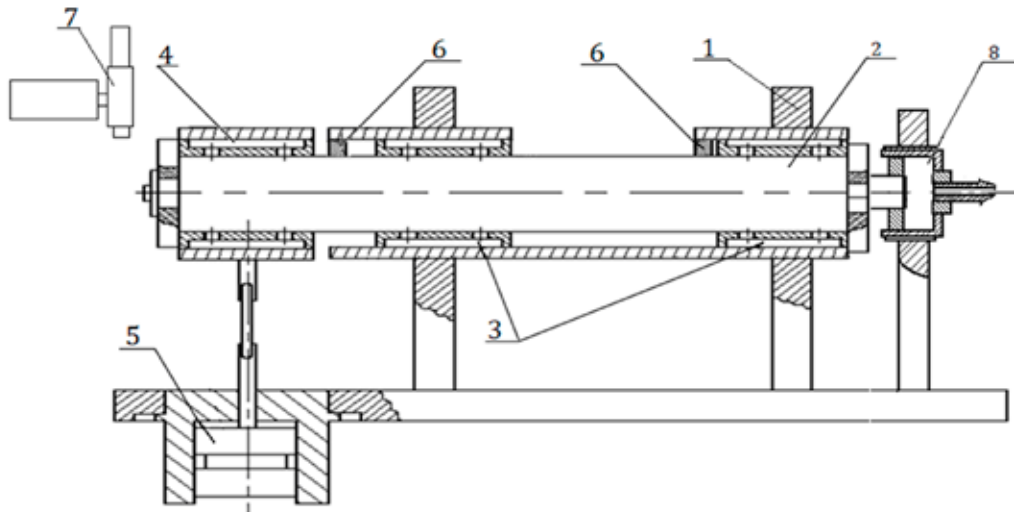


Рис. 2. Стенд исследования динамических характеристик: 1 – основание, 2 – ротор, 3 – исследуемые опоры, 4 – нагрузочный подшипник, 5 – поршень нагружающего устройства, 6 – индуктивные датчики перемещения, 7 – ударный молоток, 8 – турбинный привод

Для высокоскоростных роторных систем невозможно произвести учет всех параметров, влияющих на положение ротора в подшипниках. Аналитический модальный анализ необходим для исследования влияния конструктивных характеристик и режимных параметров работы подшипников на динамические характеристики роторной системы. Учет всех параметров (точностных, геометрических, инерционных и др.) работы роторной системы возможен только с помощью экспериментального исследования.

Для проведения эксперимента был разработан экспериментальный стенд (рис. 2). Исследования проводились на примере ротора на газостатических опорах с консольным нагружением. Консольное нагружение представляет собой более сложную динамическую задачу по сравнению с центральным нагружением. Эксперимент состоит из двух этапов. В первом измеряют реакцию опор на импульсное нагружение с помощью ударного молотка с датчиком силы. Во втором измеряют кривые подвижного равновесия при вращении ротора в газостатических опорах. Обе серии экспериментов проводят при изменении режимных параметров (давления наддува и нагрузки).

Измерительный стенд содержит основание, ротор, опирающийся на исследуемые опоры, нагружающее устройство, передающее усилие через бесконтактный подшипник. Опорами вала служат два газостатических подшипника. В совокупности корпус и подшипники образуют подшипниковую сборку. Силовое замыкание вала осуществ-

ляется подпятниками, расположенными по торцам вала.

На исследуемые и нагрузочные подшипники подается сжатый воздух. Нагружающим устройством с помощью давления воздуха на поршень устанавливается значение эксцентриситета передней газостатической опоры. Величина нагружающего устройства контролируется пьезокерамическим датчиком силы, расположенным между нагружающим устройством и нагружающим подшипником.

Массивная форма ротора позволяет не учитывать изгибные и крутильные колебания ротора и в модели считать ротор абсолютно жестким. Для контроля положения вала используются два индуктивных датчика перемещений, закрепленных на стойках подшипника.

В первой серии эксперимента ротор находится в стационарном состоянии, то есть не вращается. Ударным молотком с датчиком силы создается импульсное воздействие на консольно-расположенный конец ротора. Одновременно регистрируется усилие на молотке P_H и смещение ротора в опорах x_i (рис. 3). Измерения повторяются для различных значений давлений наддува и эксцентриситета. Достаточно произвести измерение сигнала выходной функции перемещений ротора в передней опоре. Перемещение ротора в дальней опоре от нагружения минимально и может приниматься равным нулю. Ротор на бесконтактных подшипниках с консольным нагружением колеблется вокруг неподвижной точки, расположенной вблизи дальней опоры.

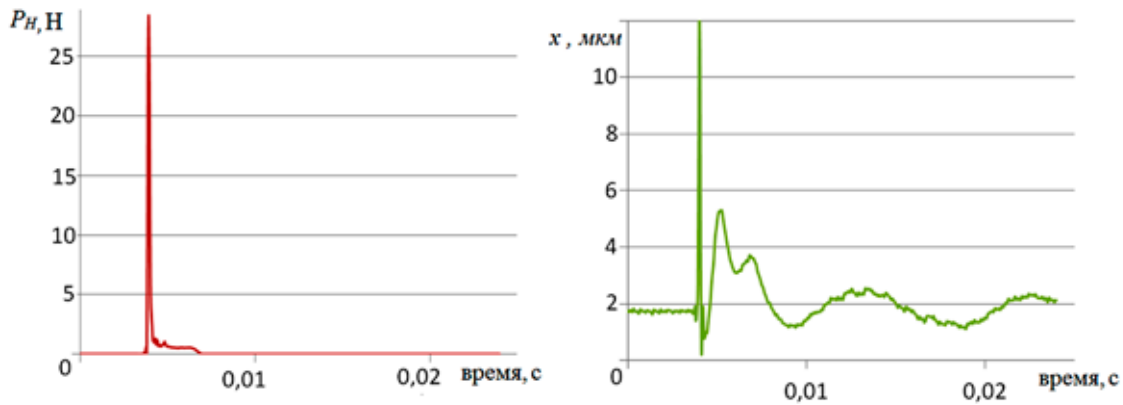


Рис. 3. Графики импульсного нагружения (а) и сигнала перемещения ротора в передних опорах (б)

Конструкция стенда с нагружающим устройством, передаваемым через бесконтактные подшипники, позволяет исключить влияние демфирующих свойств передающего нагрузку устройства. Бесконтактные подшипники создают усилия, распределяемые равномерно по поверхности вала. Для передачи импульсного нагружения используют поверхность вала, на котором закрепляют аэростатический подпятник. Длительность импульсного воздействия составляет менее 5 мкс. Кратковременность импульсного воздействия не позволяет создать демфирующее воздействие от контакта.

Как видно из графиков сигнала перемещения ротора в газостатических опорах (рис. 3, б), сигнал состоит из резкого всплеска перемещения и затухающих колебаний. Разложение затухающих колебаний в ряд Фурье требует значительного числа гармоник и не может считаться достаточно эффективным. Наиболее точно затухающие колебания раскладываются в ряд с помощью специально разработанных функций, например импульса Пузырькова или импульса Берлаге [4], однако значения функций можно заменить значением двух переменных динамической жесткости и динамической вязкости смазочного слоя подшипника. Понятие динамической жесткости представляет собой соотношение силы к ускорению ротора, вызванное импульсным воздействием. Динамическая вязкость необходима для определения скорости затухания колебаний.

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам измерений вычисляется передаточная функция. По обобщенным измерениям строится общая передаточная функция с учетом режимных параметров. Обобщенная передаточная функция пред-

ставляет собой наиболее полное описание динамической характеристики роторных систем, позволяющей характеризовать поведение роторных систем на всех режимах работы (рис. 4).

Во второй серии опытов получают кривые подвижного равновесия ротора при вращении вокруг неподвижной оси. Для этого стенд должен быть дополнен турбинным приводом. Регистрация кривых подвижного равновесия осуществляется при различных нагрузках, создаваемых нагружающим устройством. Под кривой подвижного равновесия понимается траектория оси ротора колеблющейся вокруг неподвижного положения.

Кривая подвижного равновесия измеряется с помощью индуктивных датчиков. Индуктивные датчики при измерении положения ротора указанным способом измеряют расстояние до ротора. При этом в результате измерения входит погрешность формы ротора. Исключают погрешность измерения зачастую установкой на ротор прецизионной оправки, что влияет на вибрационное состояние высокоскоростного ротора. Погрешность измерения может быть исключена вычитанием поправки на форму и структуру материала [5] или измерением вибрации подвижного подшипника согласно методике [6].

На форму кривой подвижного равновесия влияют погрешности формы подшипника и ротора, распределение давления в питающих отверстиях и другие дефекты. При отсутствии дефектов и равномерном распределении давления форма траектории движения оси ротора стремится к окружности или к овалу при статической нагрузке. При дефекте распределения давления или погрешности формы происходит смещение траектории в месте погрешности (рис. 5).

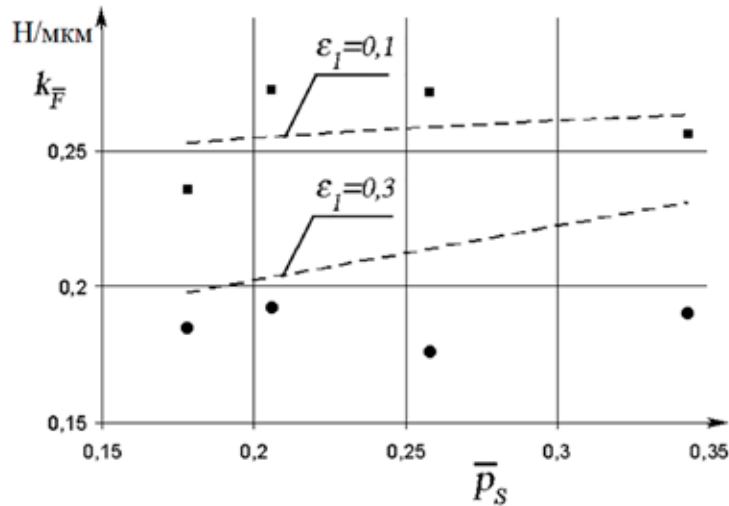


Рис. 4. Зависимость коэффициента жесткости k_F от относительного давления наддува \bar{p}_s и относительного эксцентриситета e_1

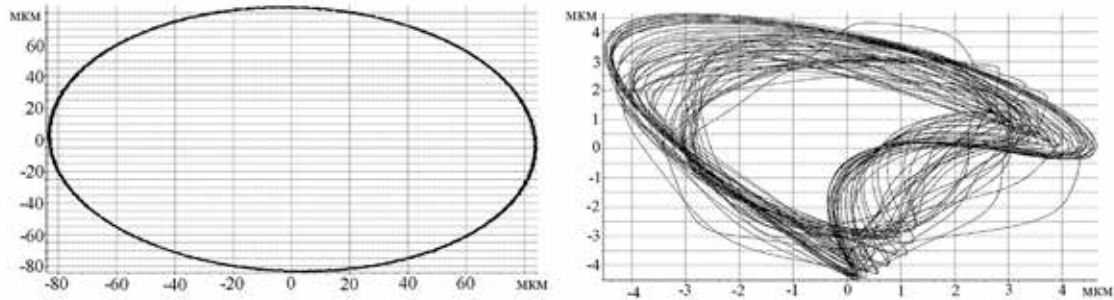


Рис. 5. Формы траекторий кривых подвижного равновесия

При увеличении частоты вращения ротора и нагрузки на ротор вклад динамической составляющей в его динамическое колебание увеличивается, при этом ротор отклоняется к стенкам подшипника. При сокращении зазора смазка приобретает динамическую неуравновешенность и движение ротора происходит по различным фигурам Лиссажу.

Передаточную функцию можно использовать для получения перемещений ротора при любых возмущающих воздействиях. Конечно-элементную модель ротора описывают матричными уравнениями. Для этого необходимо вычислять перемещения в бесконечно малых промежутках времени. Промежуток времени может быть выбран равным длительности импульсного воздействия. Определяют положение ротора в первоначальный момент времени и значения скорости и ускорения движения ротора. В начальных условиях состояние ротора может задаться как стабильное, то есть начальная скорость и ускорение будут равны

нулю. Расчет динамических характеристик при вращении ротора требует значительных компьютерных ресурсов, в особенности для высокооборотных роторов. Поэтому требуется разработка методики на основе определения динамических характеристик по экспериментальным параметрам смазочного слоя.

По первоначальному воздействию определяют передаточную функцию от режимных параметров. По передаточной функции определяют ускорения ротора в текущий момент времени. За малый промежуток времени согласно вычисленному ускорению определяют перемещение ротора в смазочном слое. Далее определяется новое положение ротора, и вычисления повторяют для каждого момента времени. По результатам вычислений строят перемещения ротора, вызванные силой. При получении графика перемещения вращающегося ротора каждый следующий этап вычисления начинают с нового положения угла поворота относительно оси вращения.

Заключение

Предложенная методика исследования позволяет получать динамические характеристики роторной системы, такие как обобщенная передаточная функция, описывающее поведение роторных систем на всех режимах работы. Используя обобщенную передаточную функцию, можно вычислить кривую подвижного равновесия ротора. Такая информация позволяет наиболее информативно описывать динамические характеристики опор и поможет в исследовании бесконтактных подшипников.

Список литературы

1. Саблин П.А., Щетинин В.С. Повышение точности механообработки с помощью использования бесконтактных опор // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2021. № 3 (51). С. 104–106.
2. Космынин А.В., Щетинин В.С., Саблин П.А. Обеспечение качества обработки материалов резанием посредством внедрения трансформируемых управляемых звеньев в систему станочных систем // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2020. № 5 (45). С. 115–118.
3. Патент № 2556304 С1 Российская Федерация, МПК G01M 13/04. стенд для испытаний газодинамических подшипников: № 2014113168/28: заявл. 04.04.2014; опубл. 10.07.2015 / В.В. Гаврилов, В.Н. Огородов, Ю.М. Темис; заявитель Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова».
4. Семенов В.И. Применение непрерывного быстрого вейвлет-преобразования для обработки сигналов. Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2020. 176 с.
5. Копытов С.М., Космынин А.В., Ульянов А.В. Способ измерения рабочего зазора бесконтактных подшипников // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 3. С. 40–42.
6. Khvostikov A.S., Kosmynin A.V., Schetinin V.S., Smirnov A.V., Ivanova N.A. A technique of determining the trajectory of a high-speed rotor Measurement Techniques. 2016. Vol. 59. No. 3. P. 239–242.

СТАТЬИ

УДК 378.1:372.8

**ПОВЫШЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ
ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА
НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ**¹Акимова И.В., ²Титова Е.И.¹ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза, e-mail: ulrih@list.ru;²ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза, e-mail: ermelenka@rambler.ru

В своей статье авторы рассматривают актуальную для современного высшего образования проблему – повышение региональных результатов единого государственного экзамена на основе использования дистанционных технологий обучения. Предмет исследования обозначен как средний балл ЕГЭ по информатике и математике в Пензенской области. Выбор данных предметов неслучаен: математика является обязательным предметом для большинства технических специальностей, а информатика является предмет по выбору поступающего. Проводится сравнительный анализ средних баллов ЕГЭ по информатике и математике в Российской Федерации в целом и в Пензенской области в частности. В результате делается вывод о необходимости организации подготовки учащихся к ЕГЭ по математике и информатике, в том числе и в дистанционной форме. В качестве методического решения авторы предлагают разработанный элективный курс «Подготовка к ЕГЭ по информатике». В качестве среды разработки дистанционной реализации был выбран LMS Moodle. В качестве базы экспериментальной работы было выбрано МБОУ СОШ № 66 г. Пензы имени Виктора Александровича Стукалова. Эксперимент проходил в 2021–2022 учебном году под руководством учителя информатики М.В. Исайкина, в нем принимали участие 35 респондентов – учащихся 11 классов.

Ключевые слова: единый государственный экзамен, Moodle, средний балл**IMPROVING THE REGIONAL RESULTS
OF THE UNIFIED STATE EXAM BASED ON THE USE
OF DISTANCE LEARNING TECHNOLOGIES**¹Akimova I.V., ²Titova E.I.¹Penza State University, Penza, e-mail: ulrih@list.ru;²Penza State University of Architecture and Construction, Penza, e-mail: ermelenka@rambler.ru

In their article, the authors consider an urgent problem for modern higher education – improving the regional results of the unified state exam based on the use of distance learning technologies. The subject of the study is designated as the average score of the Unified State Exam in computer science and mathematics in the Penza region. The choice of these subjects is not accidental: mathematics is a compulsory subject for most technical specialties, and computer science is the subject of choice of the applicant. A comparative analysis of the average USE scores in computer science and mathematics in the Russian Federation as a whole and in the Penza region in particular is carried out. As a result, it is concluded that it is necessary to organize the preparation of students for the Unified State Exam in mathematics and computer science, including in remote form. As a methodological solution, the authors propose the developed elective course “Preparation for the Unified State Exam in Computer Science”. LMS Moodle was chosen as the development environment for remote implementation. MBOU Secondary School No. 66 of Penza named after Viktor Alexandrovich Stukalov was chosen as the base of experimental work. The experiment took place in 2021–2022 under the guidance of a computer science teacher M.V. Isaikin, 35 respondents – 11th grade students took part in it.

Keywords: unified state exam, Moodle, average score

Современная социально-экономическая ситуация показывает возросшую роль высшей школы в развитии субъектов Российской Федерации. На плечи именно высших учебных заведений ложится выполнение образовательных, научно-исследовательских и инновационных функций. Университеты становятся важным элементом социальной системы, обеспечивающей формирование новой ценностной системы, социальных приоритетов, воспитания активности в молодых гражданах. В целях выполнения возложенных на него задач вуз стремится к тому, чтоб в его стенах об-

учались как можно более подготовленные и развитые студенты. Одним из критериев такой подготовки является балл по результатам сдачи ЕГЭ.

Как известно, с 2019 г. Рособрнадзор представляет региональный рейтинг качества общего образования в РФ, который представляет собой оценку по 12 показателям, разделенным на три группы:

- результаты обучения школьников;
- практико-ориентированность школьного образования;
- управление системой школьного образования.

В третью группу в итоге вошли такие показатели, как эффективность организационно-технологического обеспечения процедур ЕГЭ-2020, аналитика и интерпретация результатов ГИА.

В сложившихся условиях актуальным становится вопрос повышения среднего балла ЕГЭ как по региону в частности, так и по РФ в целом [1, 2].

Постановка проблемы

Предметом нашего исследования становится средний балл ЕГЭ по информатике и математике в Пензенской области. Выбор данных предметов неслучаен: математика является обязательным предметом для большинства технических специальностей, а информатика является предметом по выбору поступающего.

Ниже представлен анализ среднего балла ЕГЭ по информатике по Российской Федерации в целом (рис. 1).

Анализ графика показывает определенную тенденцию к возрастанию с 2015 г. Далее отмечается снижение в 2020 г., что объясняется неблагоприятной эпидемиологической ситуацией, которая возникла с марта 2020 г.

На рисунке 1 также представлен график изменения среднего балла ЕГЭ по информатике за последние 5 лет. Можно отметить ту же общую тенденцию к повышению, указанную на предыдущем графике.

Проведем сравнительный анализ показателей ЕГЭ по информатике по Пензенской области за последние 2 года – 2020 и 2022 г. Данные годы выбраны для анализа, так как начиная с 2021 г. ЕГЭ по информатике проводится в компьютерной форме. В Пензенском регионе в 2021 г. ЕГЭ по информатике сдавали 873 чел. Средний тестовый балл составил 61,8, что соответствует среднему по РФ. В 2022 г. ЕГЭ по информатике сдавали 843 чел., при этом средний балл составил 60,5, что ниже среднего балла по РФ.

Выделим задания 2022 г. с наименьшим процентом выполнения:

Среди заданий базового уровня:

– № 7 (Умение определять объем памяти, необходимый для хранения графической и звуковой информации) средний процент выполнения 36,2;

– № 8 (Знание основных понятий и методов, используемых при измерении количества информации) средний процент выполнения 32,5;

– № 9 (Умение обрабатывать числовую информацию в электронных таблицах) средний процент выполнения 37,0.

Математика – один из основных и наиболее сложных экзаменов у школьников. Она подразделена на базовую и профильную, базовая для получения школьного аттестата, а вот профильный уровень школьникам необходим для поступления в большинство вузов нашей страны.

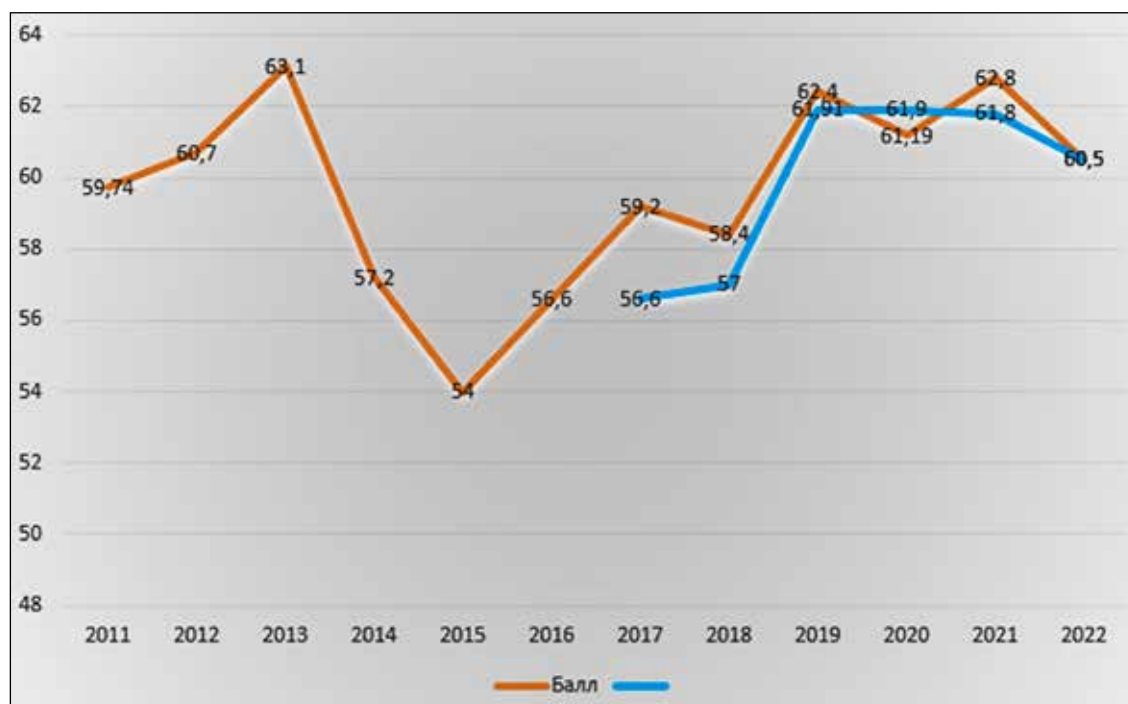


Рис. 1. Изменения среднего балла ЕГЭ по информатике за 2011–2021 гг.

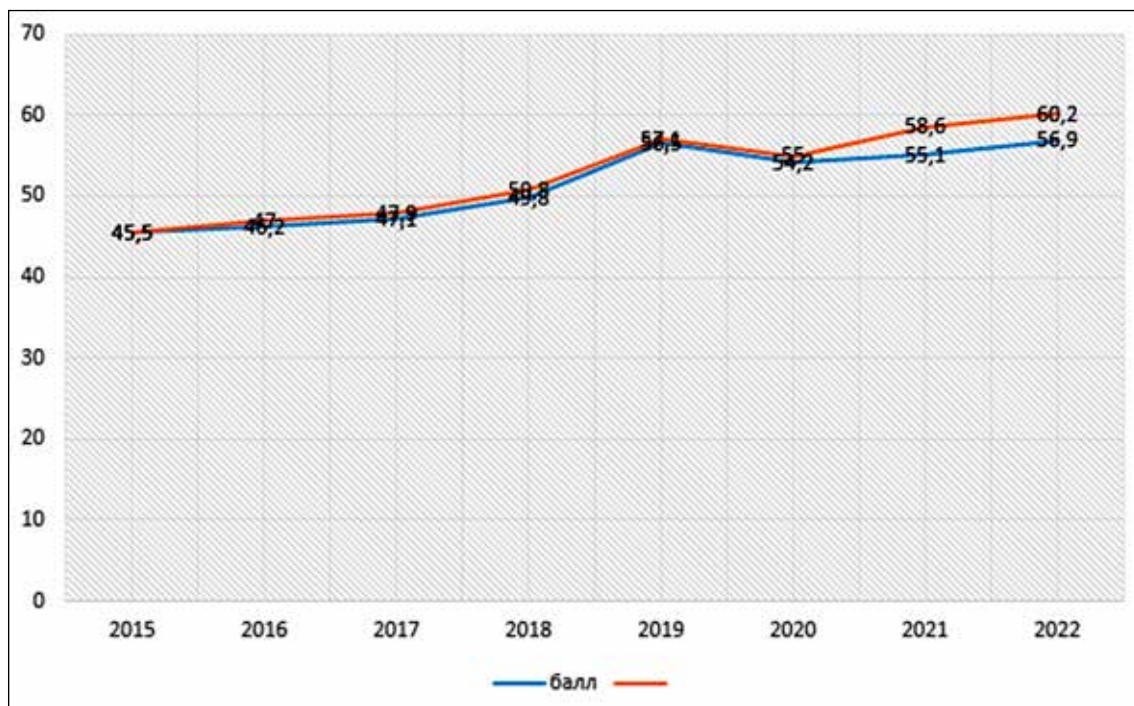


Рис. 2. Изменения среднего балла ЕГЭ по математике за 2011–2021 гг.

Соответственно, в исследовании интересен итог сдачи именно профильной математики. За последние пять лет средний балл по данному предмету по всей России варьируется от 54,2 до 56,9. В 2022 г. он составил в среднем 56,86, а количество 100-балльников составило 579 чел. Всего в 2022 г. профильную математику сдавали 302000 выпускников.

На рис. 2 представлена динамика среднего балла ЕГЭ по математике (профильная часть) с 2015 г.

Можно отметить более плавное поведение графика, наличие тенденции к определенному возрастанию.

Особый интерес вызывает динамика результатов ЕГЭ в регионах, так как каждый из них имеет свое ресурсное обеспечение школ, а также уровень семей, проживающих в нем. В нашем регионе, Пензенской области, средний балл ЕГЭ по профильной математике за последние пять лет варьируется от 55 до 62 баллов.

В 2022 г. средний балл нашего региона составил 60,2. Количество выпускников, проходивших это испытание, составляло 2518 чел., из них двое получили 100-балльный результат. Это учащиеся наиболее престижных образовательных учреждений нашего города: гимназии № 44 и губернского лицея. В 2022 г. Пензенская область показала результат выше среднего относительно показателей всей страны.

В первую очередь результаты сдачи ЕГЭ влияют на способность выпускников поступить в вузы. Профильная математика необходима для поступления на все технические специальности вузов нашего региона. Учащийся может быть зачислен на бюджет в вузы нашей области, имея по профильной математике от 44 баллов. Конечно, это не специальности высокого рейтинга и престижа, но в целом бесплатное обучение – реальность даже для учеников средней математической подготовки. Безусловно, на востребованных технических направлениях балл ЕГЭ профиля начинается с 67. Набрать такое количество баллов можно, только основательно изучая и готовясь усердно к сдаче экзамена. Поэтому роль баллов по профильной математике огромна и напрямую связана с тем, как и где сложится дальнейшее обучение выпускника. Чтобы стать студентом лучшего вуза региона и освоить востребованную и понравившуюся специальность, выпускник должен на высоком уровне справиться с ЕГЭ.

Все вышесказанное определяет необходимость организации подготовки учащихся к ЕГЭ по математике и информатике, в том числе и в дистанционной форме.

Материалы и методы исследования

Для подготовки к единому государственному экзамену по информатике, с нашей точки зрения, необходимо весь материал

разбить на конкретные разделы, в каждом из которых будет рассматриваться определенный круг задач и способы их решения. В связи с этим мы предлагаем ввести для изучения элективный курс. Элективный курс «Подготовка к ЕГЭ по информатике» предназначен для обучающихся 11 классов средних общеобразовательных организаций и рассчитан на 35 ч.

Данный курс обеспечивает систематизирование знаний и умений по предмету «Информатика», направлен на восполнение недостающих знаний, отработку приемов решения заданий различных типов и уровней сложности вне зависимости от формулировки, отработку типовых заданий ЕГЭ по информатике. Чтобы освоить информатику и сдать экзамен на высокий балл, нужно не только знать способы решения отдельных задач, но и понимать основы информатики и применять их на практике. Программа курса рассчитана на учащихся, которые осознанно выбрали дисциплину «Информатика» и планируют успешно ее сдать [3].

В данном курсе представлены теоретические и практические материалы для подготовки, касающиеся умения работать в текстовом и табличном процессорах, сопоставлять разные формы представления информации, а также составлять программы на языке программирования Python, который является наиболее популярным для подготовки к ЕГЭ по информатике. Все это позволяет выбрать наиболее эффективные методы решения для каждой задачи, а также сформировать положительное отношение обучающихся к экзамену.

При изучении данного курса обучающийся должен самостоятельно пользоваться необходимой литературой, использовать полученные знания на практике, строить

причинно-следственные цепочки, анализировать, делать выводы.

В табл. 1 представлено содержание курса.

Выбор такого тематического плана обусловлен перечнем заданий, представленных выше, которые вызывают особые затруднения при сдаче ЕГЭ по информатике.

В качестве среды разработки был выбран LMS Moodle [4, 5]. Одним из вариантов реализации таких технологий является свободно распространяемый программный пакет LMS Moodle, представляющий собой систему управления обучением, специально разработанную для создания дистанционных учебных курсов, а также для организации взаимодействия между преподавателем и учащимися.

В настоящее время Moodle (<http://moodle.org>) – динамичная, постоянно развивающаяся международная система дистанционного обучения. По уровню предоставляемых возможностей система не уступает известным коммерческим системам. По оценкам специалистов индустрии электронного обучения, Moodle занимает лидирующее место среди современных LMS. Система Moodle широко используется во многих университетах мира, статистика ее использования постоянно обновляется и растет из года в год.

Система дистанционного обучения (СДО) на базе LMS Moodle 3.10 используется как платформа для поддержки образовательных программ среднего образования, высшего образования, дополнительных профессиональных программ, прочих образовательных услуг [5].

В рамках системы дистанционного обучения преподаватели обеспечивают учебный процесс в соответствии с учебным планом, в том числе в период эпидемических ограничений.

Таблица 1

Календарно-тематическое планирование элективного курса

№	Название темы	Количество часов
1	Графы и таблицы	4
2	Количество информации (информационный объем)	6
3	Кодирование информации	2
4	Табличный процессор. Основные сведения	12
5	Работа с простейшими алгоритмами. Исполнитель черепашка	4
6	Создание простых алгоритмов	4
7	Построение таблиц истинности для логических выражений	2
8	Резерв	1
	Итого	35

Количество информации










-  Количество информации (информационный объем)
-  Кодирование графической информации
-  Задания для тренировки
-  Кодирование звука
-  Задания для тренировки
-  Скорость передачи данных
-  Задания для тренировки
-  Вычисление количества информации в сообщении
-  Задания для тренировки

Рис. 3. Общий вид раздела на дистанционном портале

Личный кабинет / Курсы / ЕГЭ_инф / Графы и таблицы / Графы и таблицы / Редактировать / Развернуто / Редактировать

Графы и таблицы

1. Графы и таблицы

Граф – вершины, которые соединены ребрами. В заданиях данного типа информация представлена двумя способами: в виде схемы и в виде таблицы. Обратите внимание, что граф по заданной таблице может быть нарисован по-разному.

	п1	п2	п3	п4	п5	п6	п7
п1		11	5		12		
п2	11		8	15		23	
п3	5	8			10		7
п4		15				10	
п5	12		10				11
п6		23		10			
п7			7		11		

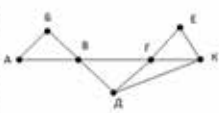


Рисунок 1 – пример представления графа в виде таблицы (слева) и схемы (справа)

Для нахождения ответа на поставленную задачу вершинам в таблице нужно сопоставить их обозначения на схеме.

Рис. 4. Вид теоретического материала на дистанционном портале

Учебный процесс в СДО Moodle основан на принципе самостоятельного обучения школьников под руководством учителя и позволяет выбирать удобное время для занятий. Обучение предполагает интерактивное взаимодействие между учителями и учениками, свободный доступ к информационным ресурсам школы и сети Интернет, быструю доставку учебных материалов в электронной форме.

Дистанционная составляющая разработанного нами курса представлена на портале СДО Moodle, которая может использоваться при подготовке к единому государственному экзамену. Для удобства подготовки курс поделен на несколько разделов, в каждом из которых изучается определенный теоретический материал и выполняются практические задания.

Дистанционная составляющая раздела «Графы и таблицы» состоит из теоретического материала по темам «Графы и таблицы» (рис. 3), «Нахождение количества путей в графах» (рис. 4), а также заданий для тренировки различного уровня сложности.

В разделе «Кодирование информации. Условие Фано» на дистанционном портале присутствует лекционный материал, а также описание решения задачи конкретного типа. Помимо этого имеются задания для тренировки, которые необходимо выполнить для прохождения данного раздела.

Для удобства усвоения материала и применения полученных знаний при решении задач определенного типа, на дистанционном портале раздел «Количество информации» состоит из нескольких подразделов, в каждом из которых представлен лекцион-

ный и практический материал по конкретному виду информации.

После прохождения курса «Подготовка к ЕГЭ по информатике» на портале СДО Moodle обучающимся предстоит выполнить итоговое задание, которое позволит оценить степень его освоения.

Результаты исследования и их обсуждение

В качестве базы экспериментальной работы была выбрана МБОУ СОШ № 66

г. Пензы имени Виктора Александровича Стукалова. Эксперимент проходил в 2021–2022 учебном году под руководством учителя информатики М.В. Исайкина, в нем принимало участие 35 респондентов – учащихся 11 классов.

В первый учебный год проведения исследования, 2020–2021, работа с учащимися 11 классов велась по разработанному элективному курсу без использования ЦОР.

По итогам были получены следующие результаты (рис. 5).



Рис. 5. Распределение первичного балла в 2020–2021 уч. году



Рис. 6. Распределение первичного балла в 2021–2022 уч. году

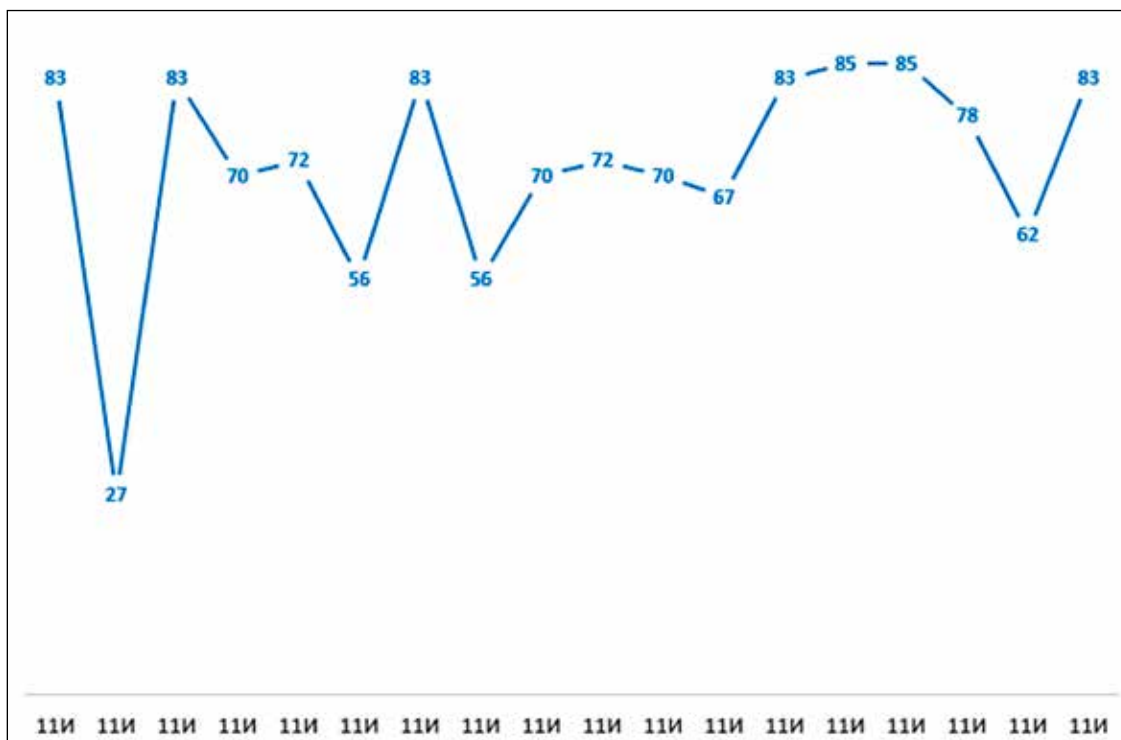


Рис. 7. Распределение итогового балла в 2021–2022 уч. году

Таблица 2

Результаты опроса

Вопрос	Вариант ответа		
	Необходимо ли использовать ЦОР при подготовке к итоговой аттестации по информатике?	Да	17
	Нет	0	0 %
	Затрудняюсь ответить	1	6 %
Сколько раз в неделю Вы обращались к материалам дистанционного курса?	1	5	28 %
	2	3	17 %
	3	10	55 %
К каким материалам Вы обращались?	Теория	18	100 %
	Практическое задание	15	83 %
	Сдача задания	12	67 %

В итоге средний балл составил 60,94. При этом средний итоговый балл в Российской Федерации составил 62,5, а в Пензенской области – 62,8.

Во второй год, 2021–2022, методическая работа велась не только по разработанному элективному курсу, но и с использованием портала, подготовленного в LMS Moodle. Учащимся была предоставлена возможность самостоятельной работы с материалами портала. Сдача заданий была возможна как очная – на уроке учителя, так и дистанционная – на портале с помощью инструмента «Задание».

В результате сдачи единого государственного экзамена были получены следующие данные (рис. 6, 7).

В итоге средний балл составил 71,39. При этом средний итоговый балл в Российской Федерации составил 59,5, а в Пензенской области – 60,5.

По итогам проведения элективного курса также был проведен опрос учащихся, результаты которого представлены в табл. 2.

Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности предложенных в магистерской диссертации методических решениях.

Заключение

В результате проведенного исследования можно сделать вывод об эффективности предложенного дистанционного элективного курса «Подготовка к ЕГЭ по информатике» для повышения среднего балла единого государственного экзамена.

Список литературы

1. Лебедева Н.А., Полетаева Л.П. Ресурсный потенциал высшей школы как фактор развития социально-экономической сферы региона // Тренды и управление. 2019. № 3. С. 32–56. DOI: 10.7256/2454-0730.2019.3.27845.
2. Атласова С.С., Винокурова А.В., Владимирова В.А., Кардашевский А.Д., Федяев В.А. О подготовке к Единому государственному экзамену в условиях дистанционного обучения // Мир науки. Педагогика и психология. 2020. № 6. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/18PDMN620.pdf> (дата обращения: 20.04.2023).
3. Якобчук Л.И. Изучение влияния дистанционной формы обучения во время пандемии на результаты обучения // МНКО. 2020. № 5 (84). С. 179–181.
4. Акимова И.В., Баландин И.А. Использование информационных ресурсов для реализации индивидуальных образовательных траекторий учащихся // Школьные технологии. 2020. № 2. С. 74–85.
5. Змеев М.В., Камалов Р.Р., Макурин А.И. Дистанционное обучение в программной среде Moodle: от урока до курса: учебное пособие для учителей и преподавателей. Глазов: АНО Центр НИОКР «Универсум», 2018. 118 с.

УДК 376.3

КОМПЛЕКСНАЯ АБИЛИТАЦИЯ ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И РИСКОМ РАЗВИТИЯ ОГРАНИЧЕНИЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

¹Алпатова Н.С., ²Долецкий А.Н., ³Алпатов М.А.¹НОУ ВО «Московский социально-педагогический институт»,

ЧОУВО «Московский университет им. С.Ю. Витте», Москва, e-mail: alpatova.ns@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет»,

ООО Центр «Нейро», Волгоград, e-mail: andoletsky@volgmed.ru;

³ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет», Волгоград,
e-mail: max_digger@mail.ru

Представлен опыт работы специалистов центра «Нейро» по комплексной абилитации детей с ограниченными возможностями здоровья и риском развития ограничений жизнедеятельности. Комплексная абилитация определяется как набор лечебных, социальных, педагогических, психологических мер и услуг, направленных на предупреждение и устранение таких патологических состояний, которые могут привести к социальной дезадаптации, стойкой утрате возможности трудиться, учиться и быть хорошо адаптированным к жизни в обществе. Дана характеристика этапов экспериментального исследования в условиях Центра: диагностический, коррекционно-развивающий, аналитический. Диагностический этап реализовывался по четырем направлениям: медицинскому, психологическому, педагогическому, логопедическому. Коррекционно-развивающий этап работы предполагает развитие когнитивных функций у детей, навыков произвольной регуляции их деятельности и поведения с применением разнообразных форм, методов работы. Аналитический этап работы предполагает проведение специалистами центра контроля и оценки эффективности реабилитационной помощи, в ходе которой осуществляется анализ и фиксация изменений познавательных процессов, психических состояний, личностных реакций у ребенка. На основе анализа динамики развития ребенка оценивается эффективность процесса абилитации, намечается перспективное планирование коррекционно-развивающей работы и согласуются дальнейшие меры медицинской или психолого-педагогической помощи. Практический опыт работы подтверждает, что организованная ранняя помощь, основанная на взаимодействии специалистов и родителей, позволяет своевременно предупредить и скорректировать нарушения в развитии детей.

Ключевые слова: комплексная абилитация, дети, ограниченные возможности здоровья, риск развития ограничений жизнедеятельности

COMPREHENSIVE HABILITATION OF CHILDREN WITH DISABILITIES AND THE RISK OF DEVELOPING DISABILITIES

¹Alpatova N.S., ²Doletskii A.N., ³Alpatov M.A.¹Moscow Social and Pedagogical Institute, Moscow University named after S. Yu. Witte, Moscow,
e-mail: alpatova.ns@mail.ru;²Volgograd State Medical University, LLC Center «Neuro», Volgograd, e-mail: andoletsky@volgmed.ru;³Volgograd State Medical University, Volgograd, e-mail: max_digger@mail.ru

The article presents the experience of the specialists of the Neuro center in the complex habilitation of children with disabilities and the risk of developing disabilities. Comprehensive habilitation is defined as a set of therapeutic, social, pedagogical, psychological measures and services aimed at preventing and eliminating such pathological conditions that can lead to social maladaptation, permanent loss of the opportunity to work, study and be well adapted to life in society. The characteristics of the stages of experimental research in the conditions of the Center are given: diagnostic, correctional-developing, analytical. The diagnostic stage was implemented in four areas: medical, psychological, pedagogical, speech therapy. The correctional-developing stage of work involves the development of cognitive functions in children, the skills of arbitrary regulation of their activities and behavior using various forms and methods of work. The analytical stage of work involves the conduct by specialists of the center for monitoring and evaluating the effectiveness of habilitation assistance, during which the analysis and fixation of changes in cognitive processes, mental states, and personal reactions in a child is carried out. Based on the analysis of the dynamics of the child's development, the effectiveness of the habilitation process is assessed, long-term planning of correctional and developmental work is outlined, and further measures of medical or psychological and pedagogical assistance are agreed. Practical work experience confirms that organized early assistance, based on the interaction of specialists and parents, makes it possible to timely prevent and correct violations in the development of children.

Keywords: complex habilitation, children, disabilities, risk of development of disability

На современном этапе развития общества отмечается увеличение числа детей с хроническими заболеваниями, с невыраженными отклонениями в развитии, а также с различными вариантами дизонтогенеза

[1]. В связи с этим проблема оказания ранней помощи детям с ограниченными возможностями здоровья и риском развития ограничений жизнедеятельности становится все более актуальной.

В раннем возрасте закладывается фундамент будущей личности, продолжают формироваться основы физического и психического здоровья ребенка (Л.И. Аксенова, Е.Ф. Архипова, Е.Р. Баенская, Е.В. Жулина, М.В. Ипполитова, О.И. Кукушкина, Н.М. Назарова, О.С. Никольская, О.Г. Приходько, Ю.А. Разенкова, Е.А. Стребелева и др.). По мнению ученых, именно ранняя помощь предоставляет исключительные возможности для нормализации темпа и хода психического развития ребенка с ограниченными возможностями здоровья и риском развития ограничений жизнедеятельности [2-4].

Цель исследования – проанализировать и представить опыт работы специалистов центра «Нейро», осуществляющих комплексную абилитацию детей с ограниченными возможностями здоровья и риском развития ограничений жизнедеятельности.

Материалы и методы исследования

Комплексная абилитация детей с ограниченными возможностями здоровья и риском развития ограничений жизнедеятельности осуществлялась на базе Общества с ограниченной ответственностью «Центр «Нейро».

Результаты исследования и их обсуждение

Комплексная абилитация в условиях Центра осуществляется с опорой на исследования известных отечественных ученых (Л.И. Аксенова, Е.Ф. Архипова, О.В. Елецкая, И.Ю. Левченко, Н.М. Назарова, Е.А. Стребелева, О.Г. Приходько, Ю.А. Разенкова и другие) и включает в себя диагностический, коррекционно-развивающий и аналитический этапы.

Диагностический этап реализуется по четырем направлениям: медицинскому, психологическому, педагогическому, логопедическому.

Особое внимание уделяется медицинскому направлению, в рамках которого осуществляется осмотр детей специалистами, прежде всего педиатром и неврологом. При подозрении на наличие сенсорных нарушений дополнительно проводится отоларингологическое, офтальмологическое обследование.

Важным этапом в оценке исходного состояния ребенка с нарушением развития или с подозрением на наличие задержки развития является функциональная диагностика нервной системы.

В связи с тенденцией к избыточной диагностике со стороны родителей все специалисты, работающие с детьми, должны понимать роль и задачи основных методов

исследования. Поскольку в подавляющем большинстве случаев структурные методы не визуализируют ни саму задержку развития, ни её причины, прибегать к столь популярным в настоящее время методикам магнитно-резонансной диагностики следует лишь при направлении невролога. Именно этот специалист способен заподозрить прогрессирующие причины нарушения развития мозга (онкологические, инфекционные заболевания головного мозга, нарушения кровообращения) и направить на проведение исследования под наркозом.

Зачастую неоправданным является также исследование сосудов головы и шеи в поисках пережатия каротидных, позвоночных артерий, поскольку стенозирование, окклюзия этих сосудов сопровождаются множественной неврологической симптоматикой и без сопоставления с данными неврологического обследования методики малоинформативны.

Показатели, сигнализирующие о необходимости томографического, ультразвукового сосудистого обследования:

- возникшие или прогрессирующие нарушения движения, координации;
- стойкая или прогрессирующая заторможенность ребенка;
- снижение реакции на внешние раздражители;
- стойкие очаговые изменения на электроэнцефалограмме.

Все методы функциональной диагностики практически безвредны. Однако не менее важным, чем запись результатов, является их «расшифровка». Существенной особенностью является высокая индивидуальность результатов функциональной диагностики, поскольку каждый ребенок уникален и развивается по-своему. Учитывая эту особенность, неврологи Центра «Нейро», пройдя курс обучения по функциональной диагностике как второй специальности, получают весь объем информации о своих пациентах. Устранение промежуточных этапов в виде шаблонных врачебных заключений положительно влияет на понимание врачом индивидуальных особенностей ребенка.

Задержка развития может быть одним из показаний к проведению электроэнцефалографического обследования (далее – ЭЭГ) на этапе первичной диагностики – с целью выявления признаков эпилепсии, очаговых повреждений нервной системы. При отсутствии признаков подобных нарушений, но наличии выраженной дезорганизации мозговой активности рекомендуется контроль ЭЭГ через 3–6 месяцев для выяснения динамики изменений. Корреляция

между созреванием ритмической активности у детей с перинатальным поражением головного мозга и становлением психомоторного развития позволяет расценивать ЭЭГ в качестве независимой объективной оценки выраженности нарушений развития, а также в качестве прогностического критерия.

Практический опыт свидетельствует, что до 10% практически здоровых детей имеют нарушения биоэлектрической активности мозга в виде различных «эпифеноменов», трактовка которых должна проводиться врачом на основании данных анамнеза, осмотра и других обследований.

При подозрении на эпилепсию в Центре «Нейро» в соответствии с современными протоколами исследований проводится проведение ЭЭГ-видеомониторинга, что связано с большей результативностью выявления эпифеноменов во сне по сравнению с рутинным ЭЭГ-исследованием. Длительность и время регистрации зависят от частоты и характера приступов, но чаще используется наблюдение в режиме естественного сна (ночью) с длительностью регистрации не менее 4 часов. Вероятность выявления редкой эпилептической активности при 4-часовом исследовании повышается почти в 2 раза по сравнению с рутинным ЭЭГ-исследованием и достигает 70%.

Подозрение на эпилепсию возникает не только при наличии неспровоцированных внезапных потерь сознания, судорог всего тела и отдельных его частей, эпизодах замиранья, но и учащающихся с возрастом снохождений, а также при прогрессирующей утрате навыков концентрации внимания, движения, речи.

В качестве индикатора функционального состояния ЦНС также используется применение слуховых вызванных потенциалов, что позволяет зарегистрировать первичную, непроизвольную реакцию мозга на звуковой раздражитель. Данная методика хорошо зарекомендовала себя в качестве динамической оценки нарушений развития, а также при дифференцировке эндогенных нарушений внимания и связанных с действием внешних факторов.

Показания к применению слуховых вызванных потенциалов:

- дифференциация функциональных и органических слуховых нарушений;
- объективная оценка характера состояния слуха у маленьких детей, не способных пройти аудиометрию;
- объективизация задержки миелинизации и формирования нейрональных связей у детей (нейрофизиологическая незрелость, задержка психоречевого развития, генети-

ческие синдромы с задержкой психического развития).

Косвенно предположить возможность развития минимальных мозговых дисфункций на ранних сроках врачу помогает УЗИ-диагностика головного мозга (нейросонография). Проводится измерение внутричерепного давления, визуализация ликворосодержащих пространств; обследование информативно при перинатальном поражении ЦНС, подозрении на внутричерепную гипертензию при открытом родничке (дети первого года жизни). Часто после нарушений раннего развития, протекавших с гипоксией, мозг в качестве защитной реакции вырабатывает больше жидкости – ликвора. Однако, как и любой другой метод функциональной диагностики, нейросонография не является единственным основанием для постановки диагноза и тем более – начала лечения.

Показания к проведению: подозрение на кровоизлияния; пороки развития мозга; опухоли и кисты; воспалительные процессы; верификация и динамический контроль гидроцефалии.

Психологическое направление реализуется с целью общей оценки психических процессов и состояний. Диагностика поведения и психологических особенностей развития ребенка направлена на рассмотрение его индивидуально-психологических особенностей развития, определение рисков развития или варианта дизонтогенеза.

Педагогическое направление предполагает реализацию деятельности, направленной на изучение ребенка: оценка его развития, общения; понимание мотивов его поступков, скрытых резервов личностного развития.

Педагогическая диагностика проводится в ходе наблюдений за детьми раннего возраста в разных видах деятельности, анализ продуктов их творчества (рисунков, аппликации, построек, работ по лепке и прочее) позволяет оценить его обучаемость, потребность и отношение к помощи.

В рамках логопедического обследования проводится диагностика состояния речи, специфических особенностей нарушения речи, которые нередко входят в синдром основного нервно-психического заболевания. В этой связи необходимо изучить уровень речевого развития ребенка, сравнить с возрастными нормами и определить возможные причины отклонения.

В обследовании речевого развития ребенка устанавливаются особенности дыхания, темпа речи и общего звучания голоса; определяется умение ребенка произносить звуки, отмечаются особенности произнесения звуков.

Наблюдения за ребенком и коррекционно-развивающие занятия позволяют поставить более точный диагноз и дифференцировать речевые нарушения от других нарушений (например, расстройства аутистического спектра).

На основе обследования речевого развития ребенка логопед делает заключение об уровне его речевого развития и разрабатывает рекомендации по дальнейшей логопедической работе с ребенком. Результатом диагностики состояния речи является заключение логопеда об уровне речевого развития ребенка.

Необходимым условием эффективной коррекционно-развивающей работы является согласованность действий специалистов, учитывающих индивидуальные специфические нарушения у ребенка.

Коррекционно-развивающий этап работы предполагает развитие когнитивных функций у детей, навыков произвольной регуляции их деятельности и поведения. Специалисты Центра осуществляют коррекционно-развивающую работу с детьми разных нозологических групп. Так, для коррекционно-развивающей работы с детьми, имеющими расстройства интеллектуального развития, используется специальный метод, разработанный М. Монтессори, заключающийся в том, что ребенок сам выбирает тот материал, который ему интересен на данный момент и соответствует его актуальной потребности в развитии, а взрослый лишь показывает, как с ним действовать, и оказывает помощь, если это необходимо. Этот принцип выражается в девизе Монтессори-педагогике: «Помоги мне сделать это самому». Ребенок получает опыт свободного выбора, способствующий становлению его самостоятельности и инициативности.

Благодаря направленности методики М. Монтессори на качественное развитие психических функций, она может успешно применяться в коррекционно-развивающей работе с детьми с ограниченными возможностями здоровья или риском развития ограничений жизнедеятельности. В условиях Центра занятия проводятся преимущественно индивидуально.

Дети с тяжелыми клиническими проявлениями нарушений в развитии и выраженными в связи с этим изменениями эмоционально-волевой сферы и поведения обязательно наблюдаются у невролога.

Коррекционная работа с такими детьми начинается с формирования понимания речи. На этапе формирования активной речи основная работа ведется логопедом-дефектологом. Параллельно с логопедическими занятиями ведется контроль развития ре-

бенка неврологом. При наличии неврологических знаков, отсутствии динамики в процессе логопедических занятий проводится дополнительное медикаментозное лечение.

Отметим, что своевременная диагностика и организация адекватной ранней коррекционной помощи позволит предупредить вторичные нарушения у детей группы риска.

Для коррекционно-развивающей работы с детьми раннего возраста с расстройствами аутистического спектра специалистами Центра использовались различные методы диагностики, предложенные зарубежными и отечественными специалистами и учеными; разрабатывался и адаптировался специальный диагностический инструментарий для отслеживания динамики коррекционно-развивающей работы.

Основными параметрами исследования являлись при этом сбор речевого анамнеза, особенности контакта, использование средств невербальной коммуникации, уровень развития импрессивной и экспрессивной речи. При изучении особенностей и закономерностей развития детей с РАС специалисты Центра «Нейро» руководствовались теорией аффективной регуляции (В.В. Лебединский), в которой были представлены уровни базальной системы эмоциональной регуляции.

Специальная коррекция аутистических расстройств начинается с дефектологических занятий, в процессе которых используются развивающие методы. Как правило, в обследовании детей данной категории принимают участие невролог, психиатр и коррекционный педагог. В основу организации коррекционно-развивающих занятий положены элементы поведенческого подхода, АВА-терапии, системы альтернативной коммуникации с использованием карточек, метода подкрепления [5].

Свою эффективность доказали программы помощи, основанные на принципах поведенческой терапии, которые были предназначены для улучшения взаимоотношений «родитель – ребенок» и делали акцент на развитие социальных и коммуникативных навыков.

Коррекционно-развивающая работа с детьми, имеющими расстройства двигательной координации, направлена на развитие наглядно-действенного и наглядно-образного мышления. Процесс обучения данной категории детей основан на действиях с предметами разных размеров, формы, цветов и на орудийных действиях (с использованием вспомогательных предметов). Следующий этап коррекционно-развивающей работы – формирование элементарных логических обобщений.

Коррекционно-развивающая работа с детьми, имеющими синдром дефицита внимания и гиперактивности, при наличии стереотипных движений, направлена на предупреждение дезадаптивного поведения средствами раскрытия и реализации собственного потенциала ребенка, его внутренних ресурсов с учетом его потребностей и возможностей.

С целью развития навыков саморегуляции и улучшения работы когнитивных функций у детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивности в условиях Центра активно применяется биологическая обратная связь (БОС). При этом используется специальная компьютерная программа, позволяющая отслеживать параметры биоэлектрической активности детей. Для поддержания интереса ребенка обучение саморегуляции обязательно проходит в игровой форме.

Обязательным условием организации реабилитационной помощи детям является включение родителей в коррекционно-развивающий процесс. В условиях Центра специалистами осуществляется систематическая консультативная помощь родителям, воспитывающим ребенка с особенностями психофизического развития, по широкому спектру вопросов: создание благоприятных условий воспитания ребенка в семье, соблюдение правильного режима дня, организация коррекционно-развивающих занятий в домашних условиях, информирование родителей об особенностях развития ребенка с ограниченными возможностями здоровья и риском ограничения жизнедеятельности, его возможностях и перспективах развития и т.д.

Заключение

Заключительный – *аналитический этап работы* предполагает проведение специалистами центра контроля и оценки эффективности реабилитационной помощи. Особую актуальность при этом приобретает задача мониторинга эффективности комплексной реабилитации: оценка доступности, качества её содержания, методов, условий, налаживания взаимодействия в триаде отношений «родитель – ребенок – специалист» и т.д. С этой целью используется мониторинговая карта индивидуального развития ребенка, которая предполагает анализ и фиксацию изменений познавательных процессов, психических состояний, личностных реакций у ребенка в результате медико-психолого-педагогических воздействий. На основе ана-

лиза динамики развития ребенка оценивается эффективность процесса реабилитации, намечается перспективное планирование коррекционно-развивающей работы и согласуются дальнейшие меры медицинской или психолого-педагогической помощи.

Специалистами Центра регулярно осуществлялось информирование родителей о динамике психофизического развития ребенка и эффективности коррекционно-развивающих занятий.

Эффективность реабилитационной помощи зависела от степени тяжести дефекта у ребенка, времени начала реабилитационной помощи, а также отношения родителей к рекомендациям специалистов.

Таким образом, результатами реабилитационной помощи в условиях Центра являются: гармоничное развитие личностных качеств ребёнка, выявление его потенциала, в соответствии с возрастом; осознание ребенком собственной индивидуальности, своих возможностей; освоение умения общаться со сверстниками и взрослыми, развитие необходимых двигательных навыков. Практический опыт работы подтверждает, что организованная ранняя помощь, основанная на взаимодействии специалистов и родителей, позволяет своевременно предупредить и скорректировать нарушения в развитии детей.

Представленный опыт работы может быть полезен специалистам, работающим с детьми, имеющими ограниченные возможности здоровья и риск развития ограничений жизнедеятельности, и применяться в их профессиональной деятельности.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ №3711-р от 18 декабря 2021 г. «Об утверждении Концепции развития в Российской Федерации системы комплексной реабилитации и абилитации инвалидов, в том числе детей-инвалидов, на период до 2025 года». [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/727686316> (дата обращения: 10.03.2023).
2. Аксенова Л.И. Ранняя помощь детям с ограниченными возможностями здоровья: учеб. пособие для СПО. М.: Юрайт, 2019. 377 с.
3. Архипова Е.Ф. Ранняя диагностика и коррекция проблем развития. Первый год жизни ребенка: пособие для специалистов Службы ранней помощи и родителей. М.: Мозаика-синтез, 2012. 160 с.
4. Жулина Е.В. Система ранней помощи детям с задержкой речевого развития: монография. Н. Новгород: НГПУ, 2018. 143 с.
5. Алпатова Н.С., Карпова С.А., Федосеева Е.С. Коррекционно-педагогическая работа с детьми с расстройствами аутистического спектра. Вопросы теории и практики: учеб. пособие. Саратов: Вузовское образование, 2018. 309 с.

УДК 372.853

ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ И ПОНЯТИЙ РЕЛЯТИВИСТСКОЙ МЕХАНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРАКТИВНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ

Баяндин Д.В.

*ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь,
e-mail: baya260861@yandex.ru*

В работе обсуждаются возможности интерактивных компьютерных моделей для формирования понятий и представлений обучающихся об особенностях явлений, изучаемых в разделе «Релятивистская механика» курса физики. Дано описание разработанного цикла моделей, реализованных в среде визуального проектирования и математического моделирования Stratum-2000, используемых автором в рамках курсов «Общая физика» и «Специальные разделы физики» в Пермском национальном исследовательском политехническом университете. Модели представляют визуализацию ряда мысленных экспериментов и иллюстрируют такие понятия, как одновременность событий, собственное время, собственная длина, времениподобные и пространственноподобные интервалы, мировая линия, причинно связанные и несвязанные события. Также модели проясняют особенности измерения промежутков времени и расстояний (длин), способствуют критическому восприятию некорректных логических построений. Рассмотрение движения тел визуализируется одновременно в двух системах отсчета, что позволяет сопоставить видение явлений разными наблюдателями. Проводимый мысленный эксперимент позволяет получить математическое описание базовых эффектов «замедления времени» и «сокращения продольных длин» и вывести, «исходя из эксперимента», преобразования Лоренца. Возможность модельного построения мировых линий в световом конусе пространства Минковского дает визуальную основу для формирования представлений об абсолютном и относительном прошлом и будущем. Ряд моделей также иллюстрирует понятия общей теории относительности.

Ключевые слова: мысленный эксперимент, интерактивность, компьютерная модель, одновременность событий, релятивистские эффекты, световой конус

FORMATION OF CONCEPTS AND IDEAS OF RELATIVISTIC MECHANICS USING INTERACTIVE COMPUTER MODELS

Bayandin D.V.

Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: baya260861@yandex.ru

The paper discusses the possibilities of interactive computer models for the formation of concepts and ideas of students about the features of phenomena studied in the “Relativistic mechanics” section of the physics course. A series of models implemented in the environment of visual design and mathematical modelling Stratum-2000, used by the author in the courses “General physics” and “Special sections of physics” at the Perm National Research Polytechnic University, is described. Models represent the visualisation of a number of mental experiments and illustrate such concepts as the simultaneity of events, proper time, proper length, timelike and spacelike intervals, world line, and causally related and unrelated events. They clarify the peculiarities of measuring time intervals and distances (lengths) and contribute to the critical understanding of incorrect logical constructions. The motion of the bodies is examined simultaneously in two reference systems, which allows for comparison of the vision of phenomena for different observers. The mental experiment carried out gives a mathematical description of the basic effects of “time dilation” and “reduction of longitudinal lengths” and derives the Lorentz transformation from the “experiment”. The possibility of model construction of the world lines in the light cone of Minkowski space gives a visual basis for forming the idea of the absolute and relative past and future. A number of models also illustrate the concepts of the general theory of relativity.

Keywords: mental experiment, interactivity, computer model, simultaneity of events, relativistic effects, light cone

Мысленный эксперимент в физике, по сути, – одно из направлений моделирования, причем эффективное и малозатратное в смысле потребных ресурсов. При подготовке профессиональных физиков он – вкуче с математическими методами моделирования физических явлений – совершенно достаточен для достижения целей учебного познания. Однако в массовом образовании (среднем или высшем техническом) полезным подспорьем могут также быть интерактивные компьютерные модели. Обладая высоким потенциалом наглядности, они способны наилучшим образом реализовывать одну из основных функций моделей в процессе познания – иллюстративную.

Целью исследования являлось построение цикла моделей для сопровождения одного из сложных для восприятия студентами разделов курса физики – релятивистской механики – и оценка эффективности их использования на лекционных и практических занятиях.

Материалы и методы исследования

Компьютерные модели разработаны в инструментальной среде визуального проектирования и математического моделирования Stratum-2000. Использовались встроенные методы решения систем алгебраических и дифференциальных уравнений и стандартные функции визуализации.

Подготовленный цикл содержит 18 моделей, из них 13 относятся к специальной теории относительности, а 5 к общей.

1. Конечность распространения светового сигнала демонстрирует модель, визуализирующая созданное одним из пары взаимодействующих тел поле и его перестройку при изменении свойств или положения этого тела. Понимание этого эффекта, так называемого дальнего действия, обычно воспринимается студентами достаточно легко.

2. Сложнее дело обстоит с эффектом относительности одновременности. В ряде учебников, например [1, 2], для представления явления используется мысленный эксперимент, описанный (вероятно, в шутку) еще Эйнштейном в одной из статей, популяризирующих специальную теорию относительности. Рассматривается движущийся поезд (или вагон), от начала и конца которого одновременно начинают распространяться навстречу друг другу световые сигналы (интерфейс соответствующей модели представлен на рис. 1, а). В неподвижной системе отсчета (на земле) наблюдатель, находившийся в момент вспышек напротив середины состава, увидит оба сигнала одновременно. А вот насчет второго наблюдателя, который находится в вагоне, также в середине состава, делается неверный вывод, что он раньше увидит сигнал, распространяющийся навстречу движению поезда, поскольку часть пути (половина состава) будет преодолена движущимся наблюдателем. Второй, «догоняющий» сигнал запоздает. Ошибка состоит в том,

что, во-первых, говорить о движении второго наблюдателя «навстречу сигналу» можно не относительно поезда, а относительно земли, что и отображается на экране. Но это восприятие *первого* наблюдателя.

Во-вторых, в соответствии со вторым постулатом теории относительности скорость света в вакууме одинакова во всех системах отсчета, и, значит, в движущейся системе сигналы от концов поезда дойдут до его середины за одинаковое время. «Правильная» визуализация эффекта относительности одновременности (рис. 1, б) соответствует изложению в [3, 4].

3. Инвариантность поперечных длин иллюстрируется (рис. 2) посредством изображения в двух системах отсчета тел (карандашей), оставляющих при движении следы (цветные линии), позволяющие сопоставлять размеры тел. Предположение, что поперечные длины при движении изменяются, приводит к противоречию: в одной системе отсчета короче желтый карандаш, в другой – красный, но объективно соотношение уровня нарисованных линий в обеих системах отсчета одинаково (доказательство от противного).

4. Эффект замедления времени представлен в нашем цикле тремя моделями. Первая из них имеет аналоги в других программных продуктах: рассматривается поперечное по отношению к движению платформы распространение светового импульса (фотона) от источника до зеркала и обратно в системах отсчета, связанных с платформой и с землей (рис. 3, а).

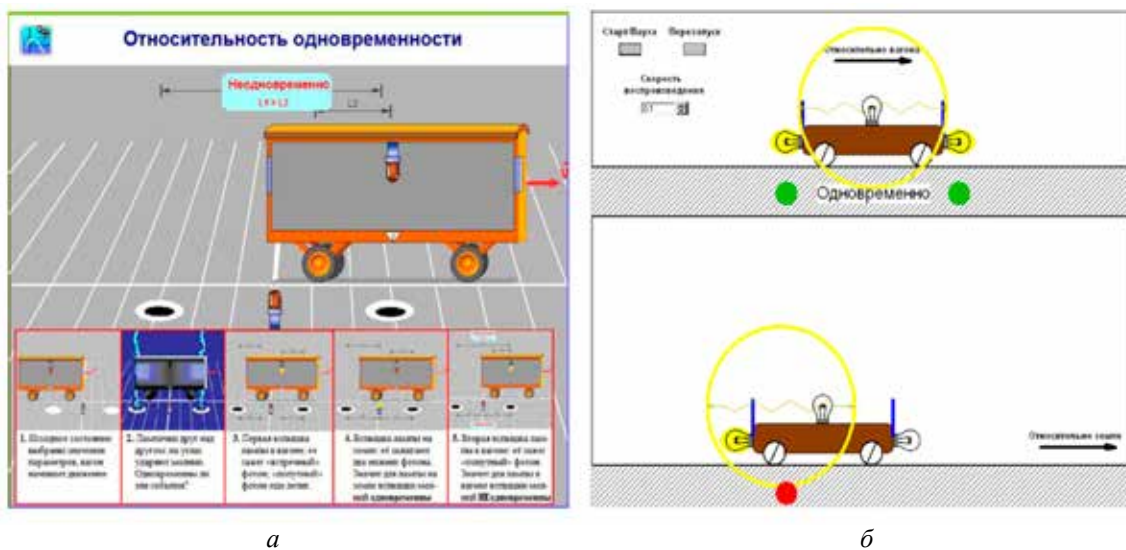


Рис. 1. Иллюстрация эффекта относительности одновременности – лампа вспыхивает, принимая сигнал: а) ошибка: фактически изображение воспринимается относительно земли; б) корректно: процесс распространения световой волны рассматривается в двух системах отсчета

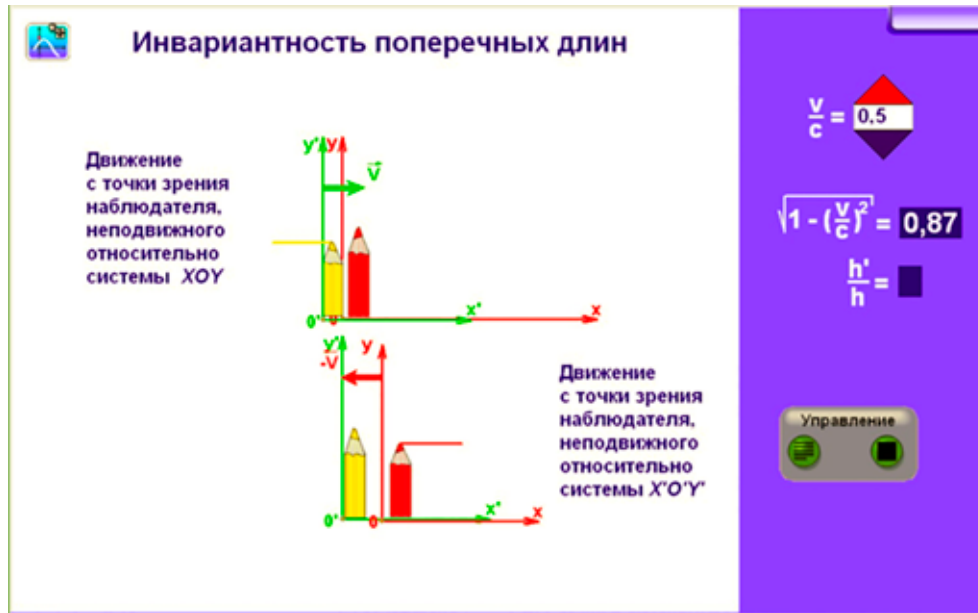


Рис. 2. Инвариантность поперечных длин: сделано предположение, что движущийся карандаш становится короче, тогда в верхнем окне красная линия выше желтой, а в нижнем – наоборот



а

б

Рис. 3. Эффект «замедления времени»: а) время движения больше в системе отсчета, в которой больше пройденный светом путь; б) критерий: одноместные события и собственное время

Поскольку вертикальная составляющая движения фотона в обеих системах отсчета одинакова, скорость света – инвариант, а путь, пройденный фотоном относительно земли, больше, то время движения в системе отсчета, связанной с землей, больше, чем в системе отсчета, связанной с платформой. При этом учащиеся могут ставить в тупик вопрос: в соответствии с принципом относительности движения каждая система отсчета движется относительно другой – так в какой системе время должно течь медленнее, если и ту и другую можно рассматривать как движущуюся?

Лучшее понимание эффекта обычно появляется при анализе еще двух зеркально дополняющих друг друга моделей, поясняющих отличие в процедуре измерения промежутка времени в двух системах отсчета. В одной системе отсчета на некотором фиксированном расстоянии установлены две лампочки; во второй системе одна. Часы в обеих системах включаются, когда становятся равны продольные по отношению к движению координаты первой пары лампочек в движущейся и неподвижной системах отсчета; часы выключаются (рис. 3, б), когда становятся равны координаты второй

пары. События включения и выключения часов в штрихованной системе отсчета односторонны; время в этой системе называется собственным, продолжительность процесса здесь минимальна (время течет медленнее).

5. Эффект сокращения продольных длин также иллюстрируется тремя моделями. Лампочки с рис. 3, б, служат концами стержня, длина которого измеряется как произведение скорости относительного движения систем отсчета на продолжительность движения «одинокой лампочки мимо стержня» по часам каждой из систем. В той системе, часы которой измеряют собственное время, продолжительность движения и, значит, длина стержня меньше. Для второй же системы характерно то, что стержень относительно нее неподвижен. В этом случае длина стержня называется собственной. Таким образом, собственная длина стержня имеет максимальную величину, а в системах отсчета, относительно которых стержень движется, его длина уменьшается.

Для одномерных тел (стержней) цикл содержит две зеркально дополняющие друг друга модели (к штрихованной или нештрихованной системе привязан стержень), которые, как и для эффекта замедления времени, дают одинаковый результат. Третья модель демонстрирует изменение при движении соотношения сторон прямоугольного тела и угла между его диагоналями.

Фиксация «экспериментальных» соотношений

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1-\beta^2}}, \quad l = l_0 \sqrt{1-\beta^2}, \quad \beta = \frac{v}{c}$$

позволяет при получении преобразований координат, аналогичных галилеевским, учесть сокращение длин и замедление времени как поправки к классической ситуации и прийти к формулам преобразований Лоренца для координат, релятивистскому закону сложения скоростей и далее – доказать предельный характер скорости света.

Таким образом, реализуется вариант изложения релятивистской механики с опорой на модельный эксперимент, что имеет свои плюсы при обучении инженеров. Хотя, разумеется, этот «эксперимент» имеет смысл лишь иллюстрации эффектов, а фундаментальные реальные эксперименты позволили в свое время сформулировать постулаты теории относительности.

6. Четырехмерное пространство Минковского, представляемое в виде пары световых конусов, – само по себе уже модель, позволяющая, с одной стороны, говорить

о едином пространственно-временном континууме, а с другой, подчеркивать отличие между времениподобными и пространственноподобными интервалами, причинно связанными и причинно несвязанными событиями [5]. Компьютерная модель визуализирует эту абстракцию, позволяет построить мировые линии для имеющих массу тел, движущихся с различными скоростями (или покоящихся), а также мировые линии для фотонов, лежащие на поверхности конусов.

7. Предельный характер скорости света иллюстрируется моделью цикла, в которой параметрами являются масса рассматриваемого тела и действующая на него сила. Ведется расчет и строятся графики зависимости от времени для импульса, кинетической и полной энергии, ускорения и скорости тела. При действии постоянной силы импульс растет линейно, ускорение в релятивистском диапазоне падает, график скорости тела выходит на горизонтальную асимптоту, соответствующую скорости света. В ультрарелятивистской области совершаемая внешней силой работа идет, как и в классической физике, на увеличение импульса и энергии, но без существенного роста скорости.

8. Следующая модель (рис. 4) позволяет имитировать опыты Кауфмана (1902 г.), в которых была обнаружена «зависимость массы» электрона от его скорости (в настоящее время масса понимается как постоянная характеристика тела, но релятивистский импульс определяется через нелинейную функцию скорости).

Модель позволяет изменять скорость частицы и индукцию магнитного поля, влетая в которое электрон движется по траектории, представляющей собой полуокружность. Измерение продолжительности этого движения и, соответственно, периода вращения позволяет рассчитать «классические» значения импульса и радиуса круговой траектории, в то время как модель использует для расчета релятивистские формулы. Графики зависимости от скорости для релятивистского импульса, для его отношения к рассчитанной классическим способом величине импульса, а также для удельного заряда электрона демонстрируют радикальное расхождение «экспериментальных» зависимостей с классическими представлениями. Все три зависимости нелинейны и имеют выраженные асимптоты.

9. Моделей, иллюстрирующих эффекты, относящиеся к общей теории относительности, в цикле представлено пять.

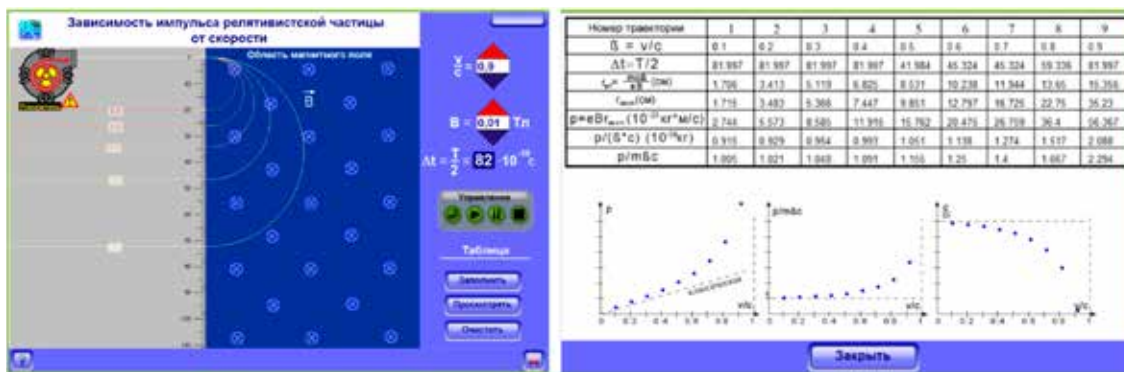


Рис. 4. Имитация опыта Кауфмана: окна интерфейса модели и расчетных таблиц и графиков

Две из них (по сути, это анимации) демонстрируют эквивалентность действия гравитации и движения в неинерциальной системе отсчета на ход часов и на движение частицы.

Две трехмерные модели призваны создать наглядный образ искривленного гравитирующим телом пространства и его действия на распространение света. Искривление пространства отображается не буквально, а в образной форме. Пространство изображено двумерным, в виде плоскости, пронизанной сеткой с квадратными ячейками. Ячейки квадратны вдали от массивного шара, но деформируются в непосредственной близости от него. Этот эффект хорошо виден при «взгляде сверху» (камера может перемещаться). Третье измерение, перпендикулярное сетке, нефизическое: оно, как и ячейки, лишь создает образ воздействия гравитации на свойства пространства, визуализируя интенсивность этого воздействия. Наблюдать за «изменением степени искривления пространства» можно, изменяя массу тела и перемещая его по плоскости. Вторая модель отображает распространяющийся в той же системе свет как частицу, движущуюся по поверхности «продавленной» сетки, вследствие чего нарушается прямолинейность.

Еще одна модель иллюстрирует аномальное (более быстрое, чем соответствует классическому описанию) смещение перигелия, обнаруженное для Меркурия в середине XIX в. Эффект не мог быть объяснен законами механики Ньютона. В общей теории относительности он объясняется влиянием гравитации на свойства пространства-времени – его геометрия заметно отличается от евклидовой. В модели эффект визуализируется путем построения траектории тела, которая близка к эллиптической, но является незамкнутой; расчет ведется, разумеется, по законам классической механики, но с искусственно внесенной погрешностью.

Результаты исследования и их обсуждение

Описанный выше цикл моделей входит в состав компьютерной обучающей среды «Интер@ктивная физика», разработанной под методическим руководством автора и распространяемой «Институтом интеллектуальных технологий» (г. Пермь). Программный продукт более десяти лет используется в 600 учебных заведениях Пермского края и других регионов. Методическая поддержка продукта автором и организацией-разработчиком осуществляется в том числе путем проведения курсов повышения квалификации преподавателей физики (более 700 чел. за 7 лет в Пермском крае, а также в Республике Татарстан, Республике Коми).

Описанный выше цикл моделей в течение ряда лет использовался автором на лекциях при изложении основ релятивистской механики студентам Пермского национального исследовательского политехнического университета. С целью повышения наглядности, направленного формирования представлений и освоения понятий курс физики сопровождается большим числом интерактивных модельных демонстраций, призванных создавать визуальную основу для лучшего восприятия и осмысления учебного материала.

Эффективность используемой методики показывают ежегодные срезы знаний в форме письменных работ, предполагающих как изложение теоретических вопросов с интерпретацией экспериментальных данных, так и решение задач. В экспериментальных группах доля работ, оцениваемых на «хорошо» и «отлично», обычно превышает 70%, в то время как в контрольных группах, где занятия проводятся в рамках «меловой физики» (по чисто техническим причинам), едва достигает 50%. Тенденция к улучшению понимания студентами учеб-

ного материала заметна также в ходе бесед с ними при сдаче индивидуальных подборок задач.

Таким образом, есть основания утверждать, что описанные модели не только визуализируют изучаемые эффекты, но позволяют более доходчиво их объяснить и, что особенно важно, способствуют освоению учащимися новых действий, например осознанного выполнения процедур измерения промежутков времени и расстояний в различных системах отсчета, что отнюдь не тривиально в ситуации движения тел с релятивистскими скоростями. Впоследствии эти умения оказываются востребованы при работе с реальными техническими устройствами, например, для студентов направления «Фотоника и оптоинформатика» – с оптоволоконными гироскопами, принцип действия которых основан на эффекте Саньяка.

Заключение

Освоение понятийной базы нового раздела учебной дисциплины всегда требует от учащихся значительных усилий, даже если это касается тем, непосредственно связанных с повседневной жизнью, напри-

мер движения тел в случае физики. Наряду с бытовыми понятиями и представлениями о движении, которые формируются интуитивно, встречаются весьма абстрактные понятия и представления, такие, например, как векторный характер физических величин или относительность движения. Еще большие сложности для понимания возникают в ситуациях, когда тела движутся с релятивистскими скоростями и бытовые представления оказываются некорректными. Проведенное исследование показало, что для значительной части учащихся представленный цикл моделей позволяет существенно повысить уровень понимания и качество освоения учебного материала.

Список литературы

1. Яворский Б.М., Пинский А.А. Основы физики. В 2 т. Т. 1. 6-е изд., стер. М.: Физматлит, 2017. 576 с.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. В 5 т. Т. 4. «Оптика». 4-е изд., стер. М.: Физматлит, 2021. 792 с.
3. Савельев И.В. Курс общей физики. В 3 т. Т. 1. «Механика». 6-е изд., стер. СПб.: Лань, 2017. 432 с.
4. Мякишев Г.Я., Сияков А.З. Физика: Оптика. Квантовая физика. 11 кл. Углубленный уровень. 9-е изд., стер. М.: Дрофа, 2019. 480 с.
5. Шмутцер Э. Теория относительности – современное представление. Путь к единству физики. М.: Мир, 1981. 232 с.

УДК 378.1:372.8

**ТЕХНОЛОГИЯ КОНТЕКСТНОГО ЦИФРОВОГО ОБУЧЕНИЯ
ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ СТУДЕНТОВ – БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ**¹Гильманшина С. И., ²Кулымбет Л.С., ¹Сагитова Р.Н.¹ФГАОУ ВО «Казанский федеральный университет», Казань,

e-mail: gilmanshina@yandex.ru;

²НАО «Кызылординский университет имени Коркыт Ата», Кызылорда,

e-mail: leyla1234@mail.ru

Рассмотрен процесс контекстного обучения органической химии студентов – будущих учителей с учетом современных требований по цифровизации образования. Применение контекстного подхода как концептуальной основы интеграции учебной и квазипрофессиональной деятельности учителя позволило получить целевой продукт. Этим продуктом является разработанная технология контекстного цифрового обучения органической химии. Ядром технологии служат разработанные современные профессионально ориентированные материалы. Они содержат интегрированный предметно-социальный образовательный контекст, который позволяет моделировать действия учителя в цифровой образовательной среде. Дана характеристика основных понятий исследования – «контекст», «контекстное цифровое обучение». Подробно рассмотрены этапы технологии контекстного цифрового обучения органической химии и соответствующий образовательный контент (отбор предметного содержания и соответствующих химических новелл; оптимизация методик демонстрационного эксперимента; разработка профессионально ориентированных заданий в цифровом формате). Разработанный образовательный контент включает кейсы профессионально ориентированных цифровых материалов по химии, моделирующие деятельность учителя, двух типов – при обучении учащихся конкретным темам и конкретным разделам школьной химии. Апробация разработанной технологии, включающей профессионально ориентированные цифровые материалы, показала положительные результаты. Студентами отмечена ее полезность для подготовки к будущей педагогической деятельности с учетом специфики органической химии – значения в жизнедеятельности человека. В апробации технологии и анкетировании участвовали студенты – будущие учителя химии (химии и биологии) российского и казахстанского университетов.

Ключевые слова: контекстное обучение, технология контекстного обучения, контекст, подготовка учителей, профессионально ориентированные задания

**TECHNOLOGY OF CONTEXT DIGITAL LEARNING
OF ORGANIC CHEMISTRY FOR STUDENTS – FUTURE TEACHERS**¹Gilmanshina S.I., ²Kulymbet L.S., ¹Sagitova R.N.¹Kazan Federal University, Kazan, e-mail: gilmanshina@yandex.ru;²Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, e-mail: leyla1234@mail.ru

The process of contextual teaching of organic chemistry to students – future teachers of chemistry, taking into account modern requirements for digitalization of education, is considered. The use of the contextual approach as a conceptual basis for the integration of educational and quasi-professional activities of the teacher made it possible to obtain the target product. This product is the developed technology of contextual digital learning of organic chemistry. The core of the technology is developed modern professionally oriented materials. They contain an integrated subject-social educational context that allows you to model the actions of a teacher in a digital educational environment. The characteristics of the main concepts of the study – «context», «contextual digital learning» are given. The stages of the technology of contextual digital teaching of organic chemistry and the corresponding educational content (selection of subject content and relevant chemical novels; optimization of methods of demonstration experiment; development of professionally oriented tasks in digital format) are considered. The developed educational content includes cases of professionally oriented digital materials on chemistry, modeling the teacher's activities, of two types – when teaching students specific topics and specific sections of school chemistry. The approbation of the developed technology, which includes professionally oriented digital materials, has shown positive results. The students noted its usefulness for preparing for future pedagogical activity, taking into account the specifics of organic chemistry – its importance in human life. Students – future teachers of chemistry (chemistry and biology) of Russian and Kazakh universities participated in the testing of the technology and the questionnaire.

Keywords: contextual learning, contextual learning technology, context, teacher training, professionally oriented assignments

Современная государственная политика России [1] и Казахстана [2] в сфере образования предполагает гуманистический характер и цифровизацию системы высшего образования и приоритет практико-ориентированных технологий. Одной из таких педагогических технологий высшего образования является технология контекстного обучения.

Технология контекстного подхода, детально описанная в трудах А.А. Вербицкого [3, 4], И.С. Борисевич и Е.Я. Аршанского [5, 6], основным понятием которой служит «контекст», интегрирует деятельностное усвоение социального опыта и технологии активного обучения.

В то же время перед преподавателями педагогических университетов сегодня

стоит важнейшая задача цифровизации образовательного процесса и связанной с ней адаптации учебного лекционного и лабораторно-практического материала программ профильных дисциплин к условиям цифрового обучения.

Следовательно, возникает необходимость в инновациях относительно применения технологии контекстного обучения в университетском педагогическом образовании в условиях цифрового обучения.

Цель исследования: разработать и апробировать технологию контекстного цифрового обучения органической химии с учетом ее специфики студентов – будущих учителей химии (химии и биологии).

Материал и методы исследования

В данном исследовании системообразующим служит контекстный подход. Контекстный подход благоприятен для накопления предметных знаний, умений, навыков и профессиональных компетенций в процессе университетского образования. Применение в преподавании профильной дисциплины – органической химии – «контекстного подхода как концептуальной основы интеграции учебной и квазипрофессиональной деятельности учителя» [3] позволило получить целевой продукт. Этим продуктом является разработанная технология контекстного цифрового обучения органической химии с учетом ее специфики, включающая профессионально ориентированные цифровые материалы по изучению органических веществ, содержащие интегрированные предметные и социальные контексты профессиональной деятельности, которые позволяют моделировать действия учителя.

Использовались такие методы исследования, как теоретический анализ научной литературы и понятийно-терминологический анализ, наблюдение и анализ деятельности студентов, анкетирование, тестирование.

Основная опытно-экспериментальная работа проводилась при обучении студентов бакалавриата Казанского федерального университета (44.03.01 Педагогическое образование, профиль химия) и образовательной программы В012 Подготовка учителей химии (6В01515 «Химия», 6В01516 «Химия-Биология») Института естествознания Кызылординского университета имени Коркыт Ата Республики Казахстан.

Результаты исследования и их обсуждение

Вначале кратко остановимся на основных понятиях исследования, таких как «технология контекстного обучения» или

«контекстное обучение», «контекст», «контекстное цифровое обучение».

В психологическом словаре [7] понятие «контекст» рассматривается как «различные события и процессы, которые характеризуют конкретную ситуацию, влияющую на поведение индивида» [7]. Контексты могут быть различными. Часто к контекстам обращаются при подготовке профессиональных спасателей [8], инженеров [9], строителей [10]. В нашем случае представляют интерес контексты педагогические, исторические и образовательные.

В диссертационном исследовании С.И. Гильманшиной [11] со ссылкой на труды А.А. Вербицкого [3 и др.] дан анализ понятий «контекст» и «контекстное обучение». В данной работе мы будем на них опираться. В исследовании [11] контекст рассматривается как «система внутренних и внешних факторов, условий поведения и деятельности человека, влияющих на особенности восприятия, понимания и преобразования конкретной ситуации» [11]. Технология контекстного обучения, или контекстное обучение, определяется как «форма активного обучения в высшей школе, ориентированная на профессиональную подготовку студентов через системное использование профессионального контекста» [11], как концептуальная основа интеграции учебной, научной, практической деятельности студентов. Если в ходе лекционных или лабораторно-практических занятий моделируются действия профессионалов в обсуждаемой теории или практике, то это в [11] рассматривается как учебная деятельность студентов. Делается вывод, что в ходе университетской лекции начинает проявляться предметный и социальный контекст профессиональной деятельности. Трансформация учебной деятельности в профессиональную завершается в процессе выполнения реальных практических функций в ходе педагогической практики и выпускных квалификационных работ. При этом промежуточным этапом служит квазипрофессиональная деятельность студентов в ходе профессионально ориентированных лекций, практических и лабораторных занятий, при решении ими профессиональных заданий на занятиях, где моделируется предметное и социальное содержание деятельности учителя.

Реализация технологии контекстного обучения профильным дисциплинам в университете требует творческого подхода и является результатом авторского поиска преподавателя.

В современных условиях цифровизации образования имеет смысл говорить о контекстном цифровом обучении, когда

соответствующие образовательные и научно-методические материалы представлены обучающимся в цифровом формате или с использованием открытых и авторских цифровых образовательных ресурсов.

Таким образом, в данном исследовании под образовательным контентом (служит ядром технологии контекстного цифрового обучения) понимается предметное содержание, которое дополнено химическими новеллами, демонстрационным экспериментом, задачами и упражнениями, а также профессионально ориентированными заданиями двух типов в цифровом формате, включая цифровые видеоматериалы.

Разработку технологии контекстного цифрового обучения в университетском образовании будущих учителей авторы данного исследования связывают с разработкой в цифровой образовательной среде и применением соответствующих лекционных и лабораторно-практических материалов, содержащих интегрированный предметный и социальный контекст профессиональной деятельности. Это длительный процесс, включающий несколько этапов.

Первый этап связан с отбором содержания. Отбирались наиболее важные темы органической химии и соответствующие им химические новеллы для формирования профессиональных компетенций учителя, необходимых для его профессиональной деятельности по обучению химии. Учитывалась специфика органической химии – ее связь с различными аспектами жизнедеятельности человека, значение для объяснения биохимических процессов в организме человека. Химические новеллы, как известно, весьма интересны и работают на повышение мотивации обучающихся к изучению химии, демонстрируя ее связь с культурой, экологией, жизнью человека. Они обязательно должны присутствовать в методической копилке учителя.

Например, по теме «Спирты» предлагается химическая новелла «Спирт в организме человека». В ней делается акцент на том, что при употреблении алкогольных напитков в организм человека поступает энергия. Это объясняется тем, что окисление этанола в организме человека идет с выделением тепла. При этом при полном окислении этанола на воздухе (поджигание спирта) образуются оксид углерода и вода. При менее интенсивном окислении (в организме человека) реакция протекает через образование крайне токсичного ацетальдегида, который быстро превращается в уксусную кислоту с вытекающими из этого негативными последствиями для организма человека. Предлагается написать соответствующие

термохимические уравнения реакций. Затем сообщается о том, что, как указано в [12, с. 354], подавление нервной активности под действием алкоголя сопровождается кратковременным снижением остроты зрения, замедлением реакций, способности здраво рассуждать. Поскольку молекулы этанола и лекарства одновременно присоединяются к нервной клетке, опасно употреблять алкоголь при применении определенных лекарств. В этом случае торможение нервной системы может привести к летальному исходу [12, с. 362].

По теме «Белки» наиболее интересной являются новеллы об истории открытия, применении гормона инсулина и его получении посредством генной инженерии, а также белка коллагена, который является важным компонентом кожи животных.

Второй этап – оптимизация методики демонстрационного эксперимента и практических упражнений (в том числе в цифровом формате). Технология разработки цифровых видеоматериалов, включающая оптимизацию методики выполнения опыта с объяснением химизма процесса, видеосъемку и монтаж, детально описана в наших ранее опубликованных работах [13, 14]. В данной работе делается акцент на контекстном обучении и соответствующей оптимизации методики демонстрационного эксперимента, дополненного проблемными вопросами и практическими упражнениями в цифровом формате.

Например, учебный демонстрационный эксперимент по теме «Спирты», показывающий уменьшение растворимости в зависимости от длины углеводородного радикала, в классическом варианте выполняется с использованием метанола, этанола, бутанола, изоамилового спирта с добавлением раствора красителя. Мы предлагаем вместо раствора красителя добавлять сухой обезвоженный медный купорос, который даст синее окрашивание в пробирках с метанолом и этанолом – хорошо растворимых спиртах – за счет образования кристаллогидратов. В пробирках с бутанолом и изоамиловым спиртом в результате расслоения жидкости (верхний слой образован спиртом, а нижний слой – водный) интенсивно синий цвет приобретет после перемешивания только нижний водный слой. Студентам предлагается научно объяснить наблюдаемые явления (проблемный вопрос формулируется на цифровом видео перед началом эксперимента). Для объяснения явлений возникает необходимость в синтезе ранее полученных знаний в области общей и неорганической химии, методов разделения и концентрирования (растворимость, об-

разование кристаллогидратов, экстракция) и новых знаний по физическим свойствам одноатомных спиртов. Таким образом, оптимизация методики выполнения данного эксперимента заключается в более концентрированной и «проблемной» подаче нового материала в контексте будущей профессиональной педагогической деятельности учителя в условиях цифровой образовательной среды.

Третий этап связан с разработкой и применением кейсов профессионально ориентированных цифровых заданий. Профессионально ориентированные задания направлены на формирование профессиональных компетенций. В литературе [5, 8 и др.] имеются публикации по таким заданиям. В [5] рассмотрены задания по физической и коллоидной химии для будущих учителей химии, в [8] – по иностранному языку для курсантов – будущих профессиональных спасателей, в [10] – по математике для будущих строителей, в [15] – по курсу математической логики для учителей математики. Авторы публикаций едины в том, что разработанные задания должны содержать ситуацию, характерную для профессиональной деятельности будущего специалиста. Иными словами, ситуация, представленная в разработанном задании, должна быть профессионально значимой для студента (в нашем случае – для будущего учителя химии). Однако во всех рассмотренных выше работах задания ориентированы на традиционную образовательную среду без учета цифровизации образования.

Нами разработаны и применяются кейсы профессионально ориентированных заданий по органической химии контекстного цифрового обучения и методические рекомендации по их выполнению (ход поэтапного решения задания) для обеспечения связи между университетским и школьным курсами органической химии.

Далее приведем описание двух типов разработанных нами заданий технологии контекстного цифрового обучения органической химии и ход поэтапного их решения в условиях цифровой образовательной среды.

Первый тип профессионально ориентированных заданий включает моделирование профессиональной деятельности учителя химии по обучению учащихся на примере конкретной темы.

Например, «Цифровые технологии в обучении химии на примере изучения темы «Спирты»».

Ход поэтапного решения задания:

1. Общая характеристика темы «Спирты»

2. Технологическая карта темы «Спирты».

3. Методика изучения темы «Спирты» в условиях цифровизации.

3.1. Общая характеристика методики и ее особенности.

3.2. Цифровые ресурсы, необходимые для изучения темы.

3.3. Химический эксперимент (практические работы для обучающихся, необходимые для усвоения темы).

3.4. Контроль усвоения темы.

Прокомментируем некоторые пункты решения указанного задания.

Выполнение первого пункта основано на материале университетского курса органической химии по одно- и многоатомным спиртам, содержащем интегрированный предметный и социальный контекст профессиональной деятельности. Для этого необходимы знания по функциональным группам, классификации, номенклатуре, изомерии, строению, физическим и химическим свойствам спиртов, влиянию их строения на физические и химические свойства, знакомство с конкретными представителями класса спиртов, их нахождением в природе и влиянием на жизнедеятельность и организм человека.

Выполнение остальных пунктов решения приведенного профессионально ориентированного задания в условиях контекстного цифрового обучения требует знаний по теории и методике обучения химии. При этом студенты – будущие учителя приобретают навык профессиональной деятельности в цифровой образовательной среде с бесплатными сервисами для обучения и тестирования, такими как https://master-test.net/ru#m=Teacher_Students, <https://www.natest.ru/home>, <https://onlinetestpad.com/ru> и др.

Второй тип профессионально ориентированных заданий технологии контекстного цифрового обучения органической химии включает моделирование профессиональной деятельности учителя химии по обучению учащихся на примере конкретного раздела школьной химии.

Например, «Особенности и средства изучения кислородсодержащих органических соединений в школьном курсе химии в условиях цифровизации химического образования».

Ход поэтапного решения задания:

1. Современные требования образовательного стандарта к изучению кислородсодержащих органических соединений в школьном курсе химии.

2. Примерный план изучения раздела «Кислородосодержащие органические соединения».

3. Химический эксперимент на уроках и во внеурочное время по теме.

4. Фрагмент технологической карты, цифровые образовательные ресурсы новой образовательной среды.

5. Контроль знаний в цифровой среде.

Прокомментируем решение указанного задания.

Выполнение всех пунктов этого типа заданий основано на интеграции контекстного цифрового материала университетского курса органической химии по кислородсодержащим органическим соединениям и курса теории и методики обучения химии в условиях цифровизации с учетом интегрированного предметного и социального контекста профессиональной деятельности (в частности, специфика строения (наличие электроотрицательного атома кислорода, поляризация двойной связи) и химические свойства, суть генетической связи между классами углеводородов, применение законов диалектики при изучении кислородсодержащих органических соединений, нахождение в природе и влияние на жизнедеятельность и организм человека отдельных представителей спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых и аминокислот, сложных эфиров, их применение в промышленности, сельском хозяйстве, быту, медицине). Систематизируются ссылки по кислородсодержащим органическим соединениям на открытых цифровых образовательных ресурсах из Цифрового образовательного ресурса «Российская электронная школа», Единой коллекции цифровых образовательных ресурсов «Органическая химия. Видеоопыты», «Открытия в органической химии и биохимии».

В Казанском федеральном университете с сентября 2020 года идет экспериментальная апробация разработанной технологии контекстного цифрового обучения органической химии, которая позволяет моделировать действия учителя химии в условиях цифровизации образования. Работа осуществлялась в ходе изучения дисциплин «Избранные главы органической химии» (2–3-и курсы), «Практикум по методике решения задач по органической химии» (3-й курс) и «Дидактика химии» (4-й курс). В 2022/2023 учебном году все студенты 4-го курса – будущие учителя химии (48 человек) в завершение курса «Дидактика химии» в дополнение к выполнению индивидуального профессионально ориентированного задания успешно прошли зачетное тестирование в одноименном цифровом образовательном ресурсе (ЦОР) на сформированность умений вести педагогическую деятельность на основе науч-

ных знаний (педагогических, методических и химических). Обобщенный тест включал 85 вопросов, среди которых – задания на множественный выбор, соответствие, числовой ответ и др. В Институте естествознания Кызылординского университета имени Коркыт Ата Республики Казахстан разработанная технология апробировалась на занятиях по дисциплинам «Органическая химия» и «Методика преподавания химии» без выполнения зачетного тестирования.

Кроме того, студентам 3–4-х курсов бакалавриата – будущим учителям химии Казанского федерального университета и студентам 4–5-х курсов одно- и двухпрофильного бакалавриата (учитель химии, учитель химии и биологии) Кызылординского университета имени Коркыт Ата (всего 130 человек) в 2022–2023 году было предложено пройти анкетирование на выявление полезности разработанной технологии контекстного цифрового обучения органической химии.

В анкете было пять вопросов. Первый вопрос: «Насколько важны для будущей педагогической деятельности учителя химии (учителя химии и биологии) темы (разделы) органической химии, рассмотренные в аспекте контекстного подхода?» Второй вопрос: «Насколько существенной для будущей профессионально-педагогической деятельности учителя химии (учителя химии и биологии) была предложенная оптимизация методик демонстрационного эксперимента и практических упражнений (в том числе в цифровом формате)?» На оба вопроса подавляющее большинство опрошенных студентов обоих университетов (более 90%) ответили «Да, важны» или «Да, существенно». На третий вопрос: «Устроили ли Вас профессионально ориентированные цифровые задания технологии контекстной цифрового обучения органической химии?» – положительно ответили 75% студентов Казанского федерального университета и 68% – Кызылординского университета имени Коркыт Ата. Отрицательные ответы были аргументированы в основном тем, что решение профессионально ориентированных заданий требует дополнительной затраты времени. В то же время практически все анкетированные отметили полезность решения таких заданий в процессе обучения в университете, особенно перед педагогической практикой в старших классах школы. Это хорошо соотносится с положительными ответами студентов обоих университетов (более 85%) на четвертый вопрос: «Будете ли Вы рекомендовать технологию контекстного цифрового обучения органической химии для дальней-

шего применения в подготовке будущих учителей химии (учителей химии и биологии)?» Последний, пятый, вопрос: «Насколько для Вас комфортно прохождение зачетного тестирования в режиме цифрового образовательного ресурса (ЦОР)?» – был задан только студентам Казанского федерального университета, прошедшим тестирование в ЦОР. Положительно ответили подавляющее большинство. При этом сдачу зачета в цифровой среде по сравнению с бумажным носителем на 3-м курсе предпочли 58% студентов (зачет по химическим дисциплинам), на 4-м курсе – 94% – зачет на сформированность умений вести профессиональную педагогическую деятельность на основе научных знаний (педагогических, методических и химических).

В целом результаты наблюдений и анализа деятельности студентов, анкетирования и тестирования свидетельствуют о явной заинтересованности студентов – будущих учителей химии (учителей химии и биологии) в применении в университетском образовании разработанной технологии контекстного цифрового обучения органической химии с учетом ее специфики – значения в жизнедеятельности человека. Их привлекает четкая профессиональная направленность разработанных контекстов, дополненных химическими новеллами, проблемными демонстрационными экспериментами, профессионально ориентированными цифровыми заданиями. Однако выполнение разработанных профессионально ориентированных заданий требует дополнительной затраты времени, что не всегда воспринимается студентами однозначно. Тем не менее, студенты рассматривают данные задания как существенную помощь в подготовке к дальнейшей педагогической деятельности в школе по сложным разделам органической химии.

Заключение

Разработана и апробирована технология контекстного цифрового обучения органической химии студентов – будущих учителей химии (учителей химии и биологии). Ядром технологии служат разработанные профессионально ориентированные материалы. Материалы содержат интегрированный предметно-социальный образовательный контекст, который позволяет моделировать действия учителя в цифровой образовательной среде.

Представлена многоэтапность применения разработанной технологии и соответствующего образовательного контента – профессионально ориентированных материалов (лекционных и лабораторно-

практических, индивидуальных заданий и тестов), моделирующих деятельность учителя. Это отбор предметного содержания (отобраны наиболее важные для профессиональной педагогической деятельности в школе разделы и темы университетского курса органической химии в соответствии с рабочей программой дисциплины и с учетом ее специфики – значения в жизнедеятельности человека), дополненного химическими новеллами; профессионально направленная оптимизация методик выполнения демонстрационного эксперимента и практических упражнений; разработка профессионально ориентированных заданий, развивающих навык профессиональной деятельности в цифровой образовательной среде с бесплатными сервисами для обучения и тестирования обучающихся. Разработанный образовательный контент включает кейсы профессионально ориентированных цифровых материалов по химии, моделирующих деятельность учителя, двух типов – при обучении учащихся конкретным темам и конкретным разделам школьной химии.

Результаты экспериментальной апробации разработанной технологии контекстного цифрового обучения органической химии студентов – будущих учителей химии (учителей химии и биологии), включающей профессионально ориентированные цифровые материалы, весьма положительны. Студенты отметили полезность разработанной педагогической технологии для подготовки к будущей профессиональной педагогической деятельности, особенно по сложным разделам органической химии с учетом ее специфики. Отметим, что исследования по заявленной теме в настоящее время продолжаются и включают выполнение выпускных квалификационных работ под руководством авторов статьи.

Список литературы

1. Указ Президента от 09 мая 2017 года № 203 «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919> (дата обращения: 22.02.2023).
2. Постановление правительства Республики Казахстан от 24 ноября 2022 года № 941 «Об утверждении Концепции развития образования на 2022–2026 годы» [Электронный ресурс]. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2200000941> (дата обращения: 22.02.2023).
3. Вербицкий А.А. Контекстное обучение в компетентностном подходе // Высшее образование в России. 2006. № 11. С. 39–46.
4. Вербицкий А.А., Ларионова О.Г. Личностный и компетентностный подходы в образовании: проблемы интеграции: монография. М.: Логос, 2020. 336 с.
5. Борисевич И.С. Методическая система подготовки будущего учителя в процессе контекстного обучения хи-

мическим дисциплинам: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Минск, 2018. 28 с.

6. Борисевич И.С., Аршанский Е.Я. О реализации контекстного обучения при подготовке будущих учителей // *Химия в школе*. 2020. № 1. С. 20-25.

7. Большой психологический словарь [Электронный ресурс]. URL: https://gufo.me/dict/psychologie_dict?letter=к (дата обращения: 10.01.2023).

8. Пасечкина Т.Н. Использование профессионально-ориентированных заданий в преподавании дисциплины «Иностранный язык»: методология в примере // *Сибирский пожарно-спасательный вестник*. 2018. № 3. С. 58-62.

9. Gilmanshin R., Azimov Y.I., Gilmanshina S.I., Ferenets A.V., Galeeva A.I. Innovative technologies of waste recycling with production of high performance products. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Ser. "International Scientific and Technical Conference "Innovative Mechanical Engineering Technologies, Equipment and Materials-2014", ISC IMETEM 2014". 2015. P. 012014.

10. Бочкарева О.В., Снежкина О.В., Сироткина М.А. О роли профессионально ориентированных задач в обучении математики // *Молодой ученый*. 2015. № 3 (62). С. 877-879.

11. Гильманшина С.И. Формирование профессионального мышления будущих учителей на основе компетентностного подхода: дис. ... докт. пед. наук. Казань, 2008. 456 с.

12. Бартон Дж., Хольман Дж., Фергюссон М., Пиллинг Г., Уэддингтон Д. *Химия и жизнь (Солтгерсовская химия)*. Часть II *Химические новеллы* / Пер. с англ. В.А. Петрищева. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 1997. 437 с.

13. Гильманшина С.И., Рахманова А.Р., Миннахметова В.А. Разработка и внедрение цифровых видеоматериалов методического сопровождения химического практикума // *Современные наукоемкие технологии*. 2022. № 4. С. 151-155. DOI: 10.17513/snt.39124.

14. Гильманшина С.И., Каримова Г.Д., Шакирова Р.Н. Авторские цифровые ресурсы как элементы образовательной среды подготовки учителей химии // *Современные проблемы науки и образования*. 2022. № 1. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=31435> (дата обращения: 01.02.2023). DOI: 10.17513/spno.31435.

15. Баданова Т.А., Трунтаева Т.И. Профессионально ориентированные задачи в курсе математической логики // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 2-2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=21679> (дата обращения: 20.02.2023).

УДК 378.1

О КАЧЕСТВЕ ОБРАЗОВАНИЯ В ВУЗЕ: ВЗГЛЯД ОБУЧАЮЩИХСЯ

Демидько Е.В.

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», Хабаровск,
e-mail: evgdem@yandex.ru

Проблематика качества образования очень многоаспектна, и на нее влияет широкий спектр различных факторов и условий. Поэтому важно найти такой подход к организации учебного процесса в целом, который позволит нивелировать их отрицательное воздействие. В этой связи интересно изучить взгляд на качество образования самих обучающихся, так как они являются одними из важнейших участников образовательного процесса. Основными методами исследования явились методы: опрос с открытым вопросом, анализ литературы и анализ документов. Цель данной статьи: анализ проблем качества образования с точки зрения магистрантов первого курса, окончивших бакалавриат по различным направлениям подготовки в различных вузах, а также определение возможных подходов к устранению выявленных проблем. Это должно способствовать повышению эффективности и результативности системы подготовки и переподготовки квалифицированных научных и инженерно-технических кадров для повышения конкурентоспособности национальной экономики, что является необходимым условием повышения качества труда и качества жизни населения. Предлагаемый автором подход к устранению проблем качества образования включает: организацию цифровой образовательной платформы на основе междисциплинарной структуры знаний и с применением интеллектуальной системы тестирования; формирование при факультетах и институтах центра мониторинга; разработка электронной циклограммы управления вузом.

Ключевые слова: качество образования, образовательный процесс, организация учебного процесса

ABOUT THE QUALITY OF EDUCATION AT THE UNIVERSITY: THE STUDENT'S VIEW

Demidko E.V.

Pacific National University, Khabarovsk, e-mail: evgdem@yandex.ru

The problems of the quality of education are very multidimensional and it is influenced by a wide range of different factors and conditions. Therefore, it is important to find an approach to the organization of the educational process as a whole, which will help to neutralize their negative impact. In this regard, it is interesting to study the view on the quality of education of the students themselves, since they are one of the most important participants in the educational process. The main research methods were the following methods: open-ended survey, literature analysis and document analysis. The purpose of this article is to analyze the problems of the quality of education from the point of view of 1st-year undergraduates who have completed a bachelor's degree in various fields of study at various universities and identify possible approaches to eliminating these problems. This should contribute to improving the efficiency and effectiveness of the system of training and retraining of qualified scientific and engineering personnel to increase the competitiveness of the national economy, which is a necessary condition for improving the quality of work and the quality of life of the population. The approach proposed by the author to eliminate the problems of education quality includes: the organization of a digital educational platform based on an interdisciplinary knowledge structure and using an intelligent testing system; the formation of a monitoring center at faculties and institutes; the development of an electronic cyclogram of university management.

Keywords: quality of education, educational process, organization of the educational process

Сегодня, как никогда ранее, актуально существенное повышение качества образования на основе использования новых подходов к организации всей системы обучения. Это обусловлено тем, что качество образования – это подготовка работников для различных сфер народного хозяйства, способных к эффективной профессиональной деятельности, к быстрой адаптации в современных условиях, владеющих технологиями и умением использовать полученные ими знания при решении профессиональных задач [1].

Это позволяет создать эффективную и результативную систему подготовки и переподготовки квалифицированных научных и инженерно-технических кадров для повышения конкурентоспособности национальной экономики в современных условиях.

А для этого необходимо учитывать все проблемные аспекты качества образования. Одним из подходов здесь может являться исследование мнений заинтересованных сторон.

Материалы и методы исследования

Основными методами исследования явились: метод опроса с открытым вопросом, на который необходимо было дать ответ в виде эссе, анализ литературы и анализ документов.

Магистрантам первого курса, которые окончили бакалавриат по различным направлениям подготовки в различных вузах, был задан открытый вопрос: «Какие проблемы, на Ваш взгляд, препятствуют повышению качества образования в вузе?» Было получено 63 развернутых ответа, из которых 45 ответов

имели содержательную информацию, 18 ответов не представили никакого интереса.

Результаты исследования и их обсуждение

Проблема качества образования, если речь идет, в частности, о высшем образовании, является системной проблемой, в решении которой должны быть задействованы многие направления функционирования вуза. В этом вопросе не должно быть слабых звеньев, и, следовательно, только комплексный подход может привести к позитивным результатам и к достижению цели по обеспечению высокого качества предоставляемого образования. В современных условиях жесточайшей конкуренции между вузами эффективным может быть только тот, который занимается вопросами планирования и управления качеством [2].

Качество образования Г.А. Есенбаева и К.С. Какенова [3] считают интегральной характеристикой совокупности процессов образовательной деятельности, соответствие ее внешним требованиям, однако единой концепции качества, по их мнению, не существует.

Автор данной статьи предлагает следующее определение: «Качество образования – степень соответствия совокупности профессиональных знаний, умений и навыков в конкретной области профессиональной деятельности, которые установлены и являются неотъемлемыми требованиями заинтересованных сторон». Заинтересованные стороны – это непосредственно сами обучающиеся и их родители или законные представители (требования к профессиональному и карьерному будущему); организации и предприятия различных форм собственности и видов деятельности (требования к знаниям, умениям и навыкам выпускников); государственные и региональные органы власти (государственные образовательные стандарты и кадровые потребности народного хозяйственного комплекса региона).

Что касается самих обучающихся, то исследование Н.А. Винокуровой, И.С. Гудович, К.М. Гайдара [4] показало, что, выстраивая картину своего будущего, часть современных студентов ориентируются в основном на состояние рынка труда: в настоящее время возможность работать по выбранной специальности для большинства молодых людей является весьма проблематичной. Исходя из этого, у значительного числа студентов преобладает мотивация в получении диплома, а не приобретении профессиональных знаний, умений и навыков. Однако для автора статьи интерес представляет тот слой студентов, который заинтересован в получении профессиональных знаний, умений и навыков. Для чего и был проведен опрос.

Анализ содержательной информации, представленной в эссе, позволил выделить пять основных системных компонентов учебного процесса, качество которых, по мнению обучающихся, препятствует повышению качества образования (табл. 1).

Рассмотрим характеристики этих компонентов так, как их описывают обучающиеся.

1. Качество учебных программ.

Существует мнение, что обучающиеся не обладают достаточной для оценки качества учебных программ компетентностью. В случае со студентами первого и второго курсов это так, но для старших курсов бакалавриата и магистрантов это мнение не вполне верно по следующим причинам: во-первых, обучающиеся проходят практику на профильных предприятиях и могут судить о соответствии содержания обучения реальной профессиональной деятельности; во-вторых, многие старшекурсники и особенно магистранты трудоустроены и также имеют представление о требуемых на производстве знаниях, умениях и навыках. Все это обуславливает необходимость учитывать мнение обучающихся как к структуре и содержанию учебных программ, так и непосредственно к процессу обучения.

Таблица 1

Проблемные компоненты качества вузовского образования (взгляд обучающихся)

Компонент учебного процесса	Характеристики
Учебные программы	Структура, содержание, соответствие требованиям работодателей
Обучающиеся	Мотивация, самоорганизация, планирование времени
Преподавательский состав	Компетентность, ответственность
Материально-техническое обеспечение	Обеспеченность учебного процесса, условия эксплуатации
Организация учебного процесса	Система объективного контроля результатов обучения, планирование расписания занятий

Здесь обучающиеся выделили: рассинхронизацию получаемых теоретических знаний с требуемыми работодателем знаниями, умениями и навыками; отсутствие внятного механизма участия потенциального работодателя в формировании образовательных программ, а также его участия в образовательном процессе, в том числе при организации производственной практики: «В учебной программе отсутствовали предметы по изучению современных программных комплексов, которые используются в реальном производстве. Предмет, связанный с 3D моделированием и визуализацией, начался только на третьем курсе и длился всего один семестр, однако хорошие навыки в 3D – одно из основных требований при трудоустройстве. Все это приводит к отставанию системы образования от потребностей рынка труда» (фрагмент из эссе).

Автор данной статьи приводит и другие оценки, прямо или косвенно связанные с качеством учебных программ: «Многие работодатели считают бакалавриат неполным высшим образованием, по их мнению, бакалавры уступают в плане профессиональной подготовки специалистам». «Почти все задания по лабораторным работам или практикам одинаковы каждый год, что приводит к списыванию у предыдущих курсов и отсутствию понимания решения заданий». «Качество обучения не соответствует его стоимости. Ежегодно стоимость обучения растет, но его качество остается неизменным» (фрагменты из эссе).

Во многих ответах отмечается, что учебная программа содержит в себе помимо профильных предметов достаточно большой перечень общих предметов, которые по сути своей не нужны, а от того и неинтересны студентам: они не понимают, зачем им так глубоко вникать в материал, который им мало пригодится в будущей профессии. Преподаватели же этих предметов требуют большого объема самостоятельной работы, не разъясняя при этом взаимосвязь с профильными дисциплинами. Особенно ярко это проявляется на первом и втором курсах.

2. Низкий уровень мотивации, навыков самоорганизации и планирования времени обучающимися.

Эссе обучающихся показали и объективность их самооценки: «Резкий переход от школьной системы обучения, неспособность грамотно распределить время на выполнение заданий». «Зачастую мотивация студентов сводится к тому, чтобы получить хорошую оценку или не потерять стипендию, также студенты учатся I– контроль

результатов обучения проводится несистематически, что ведет к несвоевременному выявлению пробелов в знаниях;

– наличие балльной системы при оценивании успеваемости снижает мотивацию к обучению: при такой системе студентам достаточно набрать определенное количество баллов, которое устанавливается преподавателем за каждое занятие (в некоторых случаях и за простое посещение лекций), для получения оценки. Студент заранее знает, на что может рассчитывать и сколько сил нужно для этого приложить. Соответственно, результат направлен на получение баллов, а не знаний;

– проблемы с распределением учебных занятий: в один день у группы может быть пять пар, и все они объемные с полным погружением в материал, а в другой день – две лекции по теме, которую изучали в школе. Необходимо планировать расписание с учетом предела интенсивности внимания – не стоит ставить несколько практических занятий подряд;

– слишком большие перерывы между занятиями – «окна» мешают концентрации внимания на учебном процессе.

Что является причиной проблем, указанных обучающимися? По нашему мнению, это связано с организацией и планированием учебного процесса. Например, если выпускающая кафедра определяет содержание дисциплин исходя из своего понимания общепрофессиональных и профессиональных компетенций, не привлекая при этом работодателей, то:

1. Качество содержания дисциплин с большой долей вероятности будет отличаться от требуемого на рынке труда.

2. Содержание дисциплин будет рассинхронизировано: отдельные темы будут повторяться, в то же время другие будут упущены.

3. При разных уровнях квалификации преподавателей подготовка по различным аспектам специальности также будет различаться по качеству, что приведет к пробелам в знаниях и навыках обучающихся, к отсутствию в них системности. А ведь системность и есть характеристика настоящего знания.

Указанные причины в своей совокупности делают трудноосуществимым процесс объективного контроля знаний, умений и навыков обучающихся. Он становится во многом несистемным и фрагментарным, и к тому же субъективным.

Дополнительно, из-за того, что структура и содержание учебных программ дисциплин разнятся с требованиями к потенциальным специалистам на рынке труда, предполага-

емые потребности в материально-техническом обеспечении процесса обучения также не будут адекватными реальной практике деятельности предприятий и организаций. Это ограничит возможности для обучающихся в получении навыков работы с современным производственным оборудованием и технологическими системами.

Автор полагает, что комплексный подход, который может устранить указанные проблемы и существенно повысить качество образования, должен включать три основных направления:

1. Организация определенным образом цифровой образовательной платформы, включающей иерархизированную базу знаний, структуры и алгоритмы интеллектуальной системы тестирования [5]. Это позволит как максимально исключить субъективность, так и нивелировать проблему разницы в про-

фессиональном уровне преподавателей, также это обеспечит системность знаний.

2. Формирование при факультетах и институтах вузов центров мониторинга, основная задача которых – выявление всего спектра факторов и элементов учебного процесса, необходимых для подготовки специалистов, востребованных предприятиями, организациями, учреждениями региона, на основе формирования и реализации их требований в структуре и содержании подготовки выпускников (табл. 2 и рисунок).

3. Разработка электронной циклограммы управления вузом, которая полностью охватывает все подразделения вуза, а также формы и сроки всех документов, даты контроля их исполнения и т.д. Концепция такой циклограммы, ее структура и алгоритм функционирования будут представлены в последующих статьях.

Таблица 2

Характеристики возможных типов центра мониторинга

Характеристика	Тип центра мониторинга		
	Вузовский	Межвузовский	Отраслевой
Инициатор создания	Отдельный вуз	Группа вузов	Министерства промышленности и образования
Направления деятельности	Специальности вуза	Смежные специальности вузов	Определяются исходя из программы развития региона
Основные участники	Вуз	Группа вузов	Группа вузов и предприятия отраслей
Организационный принцип	На основе выпускающих кафедр вуза	На основе смежных выпускающих кафедр вузов	Группы вузов и предприятий отраслей



Концепция центра мониторинга

Заключение

Учебный процесс во многом базируется на субъективных профессиональных и личностных качествах руководящего и профессорско-преподавательского состава вуза. Как следствие, халатное отношение к должностным обязанностям и отсутствие контроля исполнительской дисциплины приводит к очень большому влиянию различных субъективных факторов, в том числе и отрицательных.

Реализация мероприятий в рамках предложенных направлений позволит: нивелировать влияние указанных отрицательных факторов; повысить качество образования; снизить уровень критического восприятия обучающимися процесса образования в вузе, что, в свою очередь, будет содействовать увеличению их мотивации к обучению.

Список литературы

1. Иванченко И.В. Проблема повышения качества образования в вузе // Молодой ученый. 2016. № 5.1 (109.1). С. 18–21. URL: <https://moluch.ru/archive/109/26315/> (дата обращения: 03.01.2023).
2. Третьякова Т.В., Игнатъев В.П., Бараханова Е.А., Варламова Л.Ф. Качество образования как гарантия эффективности вуза // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26227> (дата обращения: 03.01.2023).
3. Есенбаева Г.А., Какенов К.С. Качество образования: концепция вуза // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 12–8. С. 1497–1500.
4. Винокурова Н.А., Гудович И.С., Гайдар К.М. Почему студенческая молодежь в современной России низко ценит высшее образование? // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Проблемы высшего образования. 2022. № 1. С. 28–33.
5. Демидько Е.В. Структура и алгоритмы интеллектуальной системы тестирования в цифровой образовательной платформе // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 8. С. 92–96.

УДК 378.1:376.112.4

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРАВОВОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТОВ-ДЕФЕКТОЛОГОВ В УСЛОВИЯХ МОДЕРНИЗАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Евтушенко И.В., Горскин Б.Б., Воронкова В.В., Евтушенко А.И.

*ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет», Москва,
e-mail: evtivl@rambler.ru*

Современные трансформации отечественного нормативного поля существенно повлияли на отрасль образовательного права, регламентирующую правоотношения в системе образования и психолого-педагогического сопровождения детей с ограниченными возможностями здоровья (далее – ОВЗ). Недостаточная информированность родителей обучающихся с особыми образовательными потребностями и высокая загруженность практических работников и специалистов образовательных организаций препятствуют возможности своевременного ознакомления с нормативными новациями, что существенно затрудняет оказание и получение качественной образовательной помощи. Понятие «правовая культура педагога-дефектолога» достаточно юное, еще не приобретшее распространения и признания среди специалистов категории. В основе подобного явления лежит популярное общественное заблуждение о том, что профессионально-правовой компетентностью должны владеть в основном юристы, сотрудники силовых структур, представители политических движений, партий, администрация образовательных организаций. Правовая культура, как интегративная характеристика личности, объединяет правовые мыслительные и поведенческие (когнитивные, операционально-технологические) компоненты, эмоциональные состояния, мотивационную установку, позволяющие достичь положительного результата, готовность к творчеству и саморазвитию, оценке и самооценке. Современные учебные планы направления подготовки бакалавров по «Специальному (дефектологическому) образованию» включают разнообразные наименования учебных курсов, в процессе которых должны формироваться правовые компетенции педагогов: «Правовые основы в образовании»; «Нормативно-правовые основы профессиональной деятельности»; «Нормативно-правовые основы профессиональной деятельности и антикоррупционное поведение». Разработка современных подходов к подготовке дефектологов в ходе вступления отечественных педагогических систем в новый этап модернизации требует усовершенствования данных учебных курсов. Для преодоления правового нигилизма, повышения юридической просвещенности педагогов-дефектологов, в ядро дефектологического высшего образования необходимо ввести учебный курс «Нормативно-правовое обеспечение общего и специального образования». Полагаем, что этот учебный предмет позволит обеспечить оптимальный уровень профессиональной подготовки специалиста-дефектолога, владеющего нормативной и организационно-правовой компетентностью в области общего, инклюзивного и специального образования.

Ключевые слова: правовая культура, модернизация высшего образования, учитель-дефектолог, профессионально-правовая компетентность

PECULIARITIES OF THE FORMATION OF LEGAL CULTURE OF STUDENTS OF SPECIAL PEDAGOGERS IN CONDITIONS OF MODERNIZATION OF HIGHER EDUCATION

Evtushenko I.V., Gorskin B.B., Voronkova V.V., Evtushenko A.I.

Moscow Pedagogical State University, Moscow, e-mail: evtivl@rambler.ru

The changes currently taking place in the domestic regulatory field have significantly affected the branch of educational law that regulates legal relations in the system of psychological and pedagogical support and education of children with disabilities. Excessive workload of practical workers of educational organizations, lack of awareness of parents of students with special educational needs, impede the possibility of timely familiarization with regulatory innovations, which significantly complicates the provision and receipt of high-quality educational assistance. The concept of «legal culture of a special teacher» is quite «young», which has not yet acquired distribution and recognition among specialists. This phenomenon is based on a popular public misconception that professional and legal competence should be possessed mainly by lawyers, employees of law enforcement agencies, representatives of political movements, parties, and the administration of educational organizations. Legal culture, as an integrative characteristic of a person, combines legal mental and behavioral (cognitive, operational-technological) components, emotional states, a motivational attitude that allows achieving a positive result, readiness for creativity and self-development, assessment and self-esteem. Modern undergraduate curricula in the direction of «Special (defectological) education» include a variety of names of training courses, during which the legal competencies of teachers should be formed: «Legal foundations in education»; «Regulatory and legal framework for professional activities»; «Jurisprudence with the basics of family law and the rights of people with disabilities»; «Regulatory and legal framework for professional activities and anti-corruption behavior». The development of modern approaches to the training of special teacher in the course of the entry of domestic pedagogical systems into a new stage of modernization requires the improvement of these training courses. In order to overcome legal nihilism, increase the legal enlightenment of special teacher, it is necessary to introduce the training course «Regulatory and legal support of general and special education into the core of higher education. We believe that this academic subject will provide an optimal level of professional training for a special teacher who has regulatory and organizational and legal competence in the field of general, inclusive and special education.

Keywords: legal culture, modernization of higher education, special teacher, professional legal competence

Анализ исторических аспектов становления отечественной государственности позволяет сформулировать объективную социальную закономерность: детерминированность продуктивности процесса воспитания подрастающего поколения от направленности и содержания общественных преобразований [1–3]. Нынешний период модернизации общественных и управленческих институтов требует оптимизации всей системы профессиональной педагогической подготовки, направленной на сохранение базовых национальных ценностей, обеспечение интересов каждого гражданина, общества и всего государства и их безопасного существования в условиях угроз нарастания вооруженных конфликтов [4–6]. Гарантируемое государством повышение качества образования и достижение конкурентоспособности отечественных образовательных систем в международном пространстве законодательно обеспечивается: «Национальной доктриной образования до 2025 года», объявлением в Российской Федерации Десятилетия детства, «Концепцией духовно-нравственного развития и воспитания», «Стратегией развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года», «Концепцией развития системы профилактики безнадзорности и правонарушений несовершеннолетних на период до 2025 года», проектом в Российской Федерации Года педагога и наставника и др., в которых подчеркивается необходимость увеличения воспитательных усилий прежде всего в работе педагогических вузов [7–9].

Важно учитывать, что вне зависимости от усиления внимания со стороны общества к психолого-педагогическим проблемам, свойственным юношескому возрасту, студенческая молодежь является одной из наиболее активных групп населения, участвующих в беспорядках, «цветных» революциях. Будучи социально и граждански недостаточно зрелыми в стремлении к самореализации и признанию молодые люди легко подвержены воздействию радикальных и антиобщественных теорий, соучаствуют в противоправных действиях, вовлекаются в насильственные действия. Кроме того, затруднения возникают в коммуникации со сверстниками с особыми образовательными потребностями, что связано с мало сформированными эмпатией, рефлексией и готовностью к взаимопомощи.

Целью нашего исследования выступило определение и экспериментальная апробация содержания обучающих мероприятий, способствующих становлению правовой культуры студентов-дефектологов в условиях современного высшего образования.

Материалы и методы исследования

Основными способами получения необходимой для нашего исследования информации выступили теоретические и экспериментально-практические методы, сгруппированные в комплекс, традиционный для отечественной специальной педагогики: изучение литературных источников, нормативно-правовых материалов, обобщение и систематизация передового педагогического опыта, проектирование модели; естественное наблюдение, беседы, опросники, анкеты, интервью, социометрия, анализ продуктов деятельности и поведения обучающихся, аудиовидеозапись, обучающий (педагогический) эксперимент, ранжирование, экспертная оценка; статистическая обработка полученных материалов [10–12].

Содержание нормативно-правового обеспечения, регламентирующего профессиональную деятельность специалистов, работающих с особыми детьми, в настоящее время подвергается существенным трансформациям. Это обусловлено количественными и качественными изменениями, происходящими с контингентом обучающихся с ОВЗ: отягощение вариантов нарушенного развития, введение в систему образования лиц с выраженными нарушениями интеллектуального развития, часто в сочетании с расстройствами речи, двигательной сферы, деятельности анализаторов, эмоциональных проявлений сферы и моделями деструктивного поведения [13; 14]. Для формирования правовой культуры студентов-дефектологов нами был сформулирован регулярно обновляемый перечень тем, необходимых для изучения.

1. Основы политики российского государства в сфере оказания помощи лицам с особыми образовательными потребностями.

2. Международные нормативно-правовые акты, гарантирующие свободы ребенка с особыми образовательными потребностями – составная часть правовой системы Российской Федерации. Краткий обзор.

3. Новый подход к оказанию в системе образования помощи лицам с особыми образовательными потребностями, представленный в Саламанкской декларации и Рамках действий по образованию лиц с особыми потребностями (1994).

4. Основные положения Конвенции о правах инвалидов (2006), регламентирующие право лиц с инвалидностью на образование.

5. Федеральные нормативно-правовые акты, регламентирующие оказание помощи лицам с особыми образовательными потребностями. Краткий обзор.

6. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» (2012) о спец-

ифике организационных требований к системе образования лиц с ОВЗ.

7. Организационные принципы образовательной политики государства в отношении к лицам с ОВЗ и особыми образовательными потребностями.

8. Примерное положение о ППК организации образования (2019). Задачи, основное содержание деятельности психолого-педагогического консилиума организации, реализующей программы образования.

9. Федеральный государственный образовательный стандарт дошкольного образования. Требования к структуре адаптированной образовательной программы дошкольного образования, специальным педагогическим условиям образования детей-дошкольников с ОВЗ.

10. Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по основным общеобразовательным программам – образовательным программам дошкольного образования (2020). Организационные аспекты образования детей-дошкольников с ОВЗ.

11. Структура и содержательные аспекты федеральной адаптированной образовательной программы дошкольного образования для обучающихся с ОВЗ (2022). Прогнозируемые результаты при завершении дошкольного образования детей с ОВЗ. Содержание образовательных областей: социально-коммуникативное развитие; познавательное развитие; речевое развитие; художественно-эстетическое развитие; физическое развитие.

12. Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования обучающихся с ОВЗ: структура, содержание. Требования к адаптированной основной общеобразовательной программе начального общего образования.

13. Федеральный государственный образовательный стандарт образования обучающихся с умственной отсталостью (интеллектуальными нарушениями): структура, содержание. Требования к адаптированной основной общеобразовательной программе обучающихся с умственной отсталостью.

14. Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по основным общеобразовательным программам – образовательным программам начального общего, основного общего и среднего общего образования (2021). Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ОВЗ школьного возраста.

15. Специальные педагогические условия получения образования обучающихся с ОВЗ, с умственной отсталостью.

16. Примерные адаптированные основные общеобразовательные программы начального общего и основного общего образования обучающихся с ОВЗ.

17. Федеральная адаптированная основная общеобразовательная программа обучающихся с умственной отсталостью (2022). Положения, структура, содержание.

18. Требования к личностным, метапредметным и предметным результатам освоения АООП НОО для обучающихся с ОВЗ.

19. Требования к личностным и предметным результатам освоения федеральной адаптированной основной общеобразовательной программы обучающихся с умственной отсталостью.

20. Предметные и коррекционно-развивающая области при получении образования обучающимися с ОВЗ или обучающимися с умственной отсталостью.

21. Структура и содержание специальной индивидуальной программы развития (СИПР).

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно логике и цели исследования наша экспериментальная работа была организована в период с 2018–2019 учебного года по настоящее время на базе дефектологического факультета Института детства ФГБОУ ВО «МПГУ», совместно с факультетом клинической и специальной психологии ФГБОУ ВО «МГППУ», кафедрой специальной педагогики и психологии гуманитарно-педагогического института ФГАОУ ВО «СевГУ». В учебные планы образовательных программ бакалавриата и магистратуры по направлениям «Специальное (дефектологическое) образование» и «Психолого-педагогическое образование» были введены учебные предметы, связанные с нормативно-правовым обеспечением образования и психолого-педагогического сопровождения обучающихся с особыми образовательными потребностями: «Нормативно-правовые основы специального образования»; «Нормативно-правовое обеспечение профессиональной деятельности»; «Нормативно-правовое обеспечение деятельности дефектолога»; «Нормативно-правовое обеспечение образовательного и реабилитационного процессов»; «Нормативно-правовое обеспечение психолого-педагогической деятельности в образовании и социальной сфере». Всего экспериментальным обучением было охвачено около тысячи обучающихся из различных регионов Российской Федерации.

К планируемым результатам обучения было отнесено формирование следующих компетенций: ОПК-1.1 – студент демонстрирует наличие представлений о приоритетных направлениях развития образовательной системы РФ, нормативно-правовых актах, регламентирующих образовательную

систему РФ; знает – основные направления государственной политики по развитию образовательной системы РФ, основы образовательного законодательства РФ; умеет – реализовывать нормативно-правовые акты в образовательной сфере РФ; владеет – представлениями об основных приоритетах развития образовательной системы РФ, о нормативно-правовых актах в сфере общего и специального образования в РФ; ОПК-1.2 – студент готов к использованию основных нормативно-правовых актов в образовательной среде профессиональной деятельности; следует требованиям профессиональной этики; знает – основные нормативные правовые акты в сфере образования и профессиональной деятельности; умеет – соблюдать нормы профессиональной этики; владеет – навыками реализации основ нормативно-правовых актов в образовательной сфере и профессиональной деятельности.

Критерии оценивания результатов обучения для высокого уровня овладения ОПК-1.1 и ОПК-1.2. Критерий 1. Знает и понимает нормативно-правовую базу психолого-педагогических технологий в профессиональной деятельности, необходимую для индивидуализации обучения, развития, воспитания обучающихся с ОВЗ; современные технологии мониторинга, контроля и оценки формирования результатов образования лиц с ОВЗ; интерпретирует и использует их самостоятельно. Отвечает полной, логически обоснованной и развернутой фразой. Критерий 2. Успешно проводит анализ нормативно-правовых документов, этических норм, выполняет контролирующие и оценочные функции при выявлении образовательных результатов в образовательных системах лиц с ОВЗ; готов корректировать учебную деятельность в системе образования лиц с ОВЗ, исходя из данных мониторинга образовательных результатов; умеет учесть нормативно-правовую базу и этические требования в ходе практических заданий. В проблемных практических заданиях повышенной сложности предлагает нетрадиционный подход решения, логически обосновывая предлагаемый способ. Присущи самостоятельность и независимость мышления при формулировании выводов. Критерий 3. Решает как стандартные, так и нестандартные задачи и задания нормативно-правового содержания; использует специальные технологии и методы, способствующие проведению контроля и оценки образовательных результатов в обучении лиц с ОВЗ. Трудовые действия реализуются оперативно, эффективно, самостоятельно, без внешней помощи. Владеет навыками адекватного самоконтроля и самооценки.

В результате проведенного исследования были установлены позитивные преобразования в показателях уровня овладения правовой культурой студентами-дефектологами. Данные показали, что средние характеристики, полученные в начале обучающего эксперимента по критериям сформированности правовой культуры студентов-дефектологов, были близки по значениям. Сравнительный анализ, экспертная оценка (Всероссийская олимпиада студентов «Я – профессионал»; Всероссийский конкурс «Педагогический дебют учителя-дефектолога») подтвердили, что динамика уровней сформированности правовой культуры студентов-дефектологов в экспериментальных группах была более успешной по сравнению с обучающимися из контрольных групп. Данные экспериментального обучения позволяют утверждать, что эффективность процесса правового воспитания студентов-дефектологов значительно повысится, если будет реализована вся совокупность необходимых педагогических условий, а в ядро дефектологического образования, разрабатываемого в настоящее время, будет введен учебный курс «Нормативно-правовое обеспечение общего и специального образования».

Проведенное исследование подтвердило, что процесс модернизации высшего педагогического образования требует совершенствования подготовки профессорско-преподавательского состава педагогических вузов к внедрению процесса обогащения правовой культуры студентов-дефектологов, а также проблемы взаимодействия специалистов высшей квалификации, преподающих правовые дисциплины со специалистами дефектологического профиля, практическими работниками и представителями работодателей.

Заключение

В ходе проведенного исследования нами было сформулировано ключевое понятие: «правовая культура студента-дефектолога», как интегративное качество личности, включающее нормативные потребностно-мотивационные ценности, понятийный словарь, представления, сформированные механизмы правопримлемых действий, эмоциональных состояний переживания нравственной сущности правовой действительности, вырабатываемое с помощью специального содержания и соответствующей организации включения студентов в правовую деятельность жизненного содержания.

Детально правовая культура студента-дефектолога включает мотивационно-ценностный, когнитивный, эмоциональный, деятельностный компоненты.

Критериями и показателями овладения правовой культурой студентов-дефектологов являются: 1) к мотивационно-ценностному компоненту относятся: личностная заинтересованность в овладении правовой культурой; позитивная установка на следование модели правомерного поведения; традиционные правовые ценности; 2) в когнитивный компонент включены: усвоение правовых представлений и понятий, представленных в правовых документах; 3) эмоциональному компоненту присущи: эмоциональные переживания нравственной сущности правовой действительности; 4) деятельностному компоненту соответствуют: приобретение умений и автоматизированных привычных действий правомерного поведения. В зависимости от степени выраженности компонентов можно определить динамику уровня овладения правовой культурой студентов-дефектологов, распределить их в соответствии с низким, ниже среднего, средним, выше среднего, высоким уровнями.

Профессиональное образование выступает определяющим фактором овладения студентами-дефектологами правовой культурой, как целостный процесс, обеспечивающий обретение правовой культуры студентами-дефектологами через включение их в вариативную деятельность правового содержания, способствующую накоплению ими социального опыта правовой направленности с помощью представлений и понятий о правовых явлениях; моделей правомерного поведения, духовно-нравственных отношений, основанных на базовых правовых и приоритетных национальных ценностях и идеалах. Эффективность формирования правовой культуры студентов-дефектологов в процессе профессионального образования зависит от оптимального сочетания необходимых педагогических условий: применения нормативных представлений и понятий, как в аудиторной, так и во внеаудиторной деятельности; моделирования воспитывающих ситуаций, способствующих автоматизации правомерных действий и закрепления их в привычном поведении студентов; установления позитивных личностных, доверительных, искренних отношений в коллективе студенческой группы, обеспечивающих развитие толерантности нормативно развивающихся обучающихся по отношению к сверстникам с особыми образовательными потребностями; реализации возможностей студенческого самоуправления при овладении правовой культурой студентами-дефектологами; индивидуализация процесса формирования правовой культуры; повышение уровня правовой и профессиональной культуры профессорско-преподавательского состава [15].

Список литературы

1. Соловьева Т.А., Абкович А.Я. Профессиональный стандарт «Педагог-дефектолог» как основа профессиональной подготовки студентов дефектологических факультетов // Воспитание и обучение детей с нарушениями развития. 2022. № 5. С. 15–23. DOI: 10.47639/2074-4986_2022_5_15.
2. Межотраслевые подходы в организации обучения и воспитания лиц с ограниченными возможностями здоровья: монография / Алмазова А.А., Артемова Е.Э., Бабина Г.В., Гоголенко Л.Н., Данилова А.М., Евтушенко И.В., Жигорева М.В., Козырева В.П., Кузьмина С.А., Лифанова Т.М., Лянгузова Е.В., Нильсен Т.А., Орлова О.С., Пенкина Ю.А., Соболева А.В., Соломина Е.Н., Тишина Л.А., Ткачева В.В., Ходакова Н.П., Шарипова Н.Ю. М.: Спутник+, 2014. 215 с.
3. Тишина Л.А., Данилова А.М., Подвальная Е.В., Лебедева А.В. Интеграция ресурсов школы и вуза в подготовке будущих дефектологов // Современное образование. 2022. № 2. С. 6–22. DOI: 10.25136/2409-8736.2022.2.35199.
4. Яковлева И.М., Браткова М.В., Караневская О.В., Титова О.В., Афанасьева Ю.А. Педагогика и психология детей с умственной отсталостью (интеллектуальными нарушениями). М.: Инфра-М, 2023. 382 с. DOI: 10.12737/1733143.
5. Мануйлова В.В. Инклюзивное среднее профессиональное образование России. М.: Парадигма, 2022. 196 с.
6. Серебрякова Н.В., Шашкина Г.Р. Выявление готовности у студентов к профессиональному сопровождению детей с ограниченными возможностями здоровья // Вестник МГПУ. Серия: Педагогика и психология. 2022. Т. 16. № 4. С. 169–185. DOI: 10.25688/2076-9121.2022.16.4.10.
7. Тушева Е.С., Горский Б.Б. Блочно-модульное проектирование адаптивных образовательных программ дефектологической переподготовки. М.: Прометей, 2012. 208 с.
8. Горохова М.С., Никандрова Т.С. Некоторые условия реализации инклюзивного образования обучающихся с тяжелыми и множественными нарушениями развития // Инклюзивное образование: теория и практика. Орехово-Зуево: ГГТУ, 2020. С. 338–341.
9. Югова О.В. Изучение опыта работы и совершенствование профессиональных компетенций специалистов ранней помощи ребенку с нарушениями развития и его семье // Специальное образование. 2022. № 2 (66). С. 195–208.
10. Евтушенко И.В., Чернышкова Е.В. Формирование эстетической культуры глухих детей во внеурочной музыкально-ритмической деятельности // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=20873> (дата обращения: 28.04.2023).
11. Сизова А.В. Коммуникативные технологии в профессиональной подготовке дефектологов // Психолого-педагогическая поддержка детей с ограниченными возможностями / Под науч. ред. Б.М. Когана, С.М. Валайко. М.: ГАОУ ВО МГПУ, 2016. С. 119–127.
12. Антонова Е.Е., Калмыкова А.С., Самуйлова Д.И. Вариативность специфических ошибок письма у младших школьников // Школьный логопед. 2021. № 2 (78). С. 19–26. DOI: 10.52252/26867222_2021_2_19.
13. Гусейнова А.А. Использование ассистивного оборудования в обучении детей с нарушениями опорно-двигательного аппарата // Специальное образование. 2022. № 2 (66). С. 46–54.
14. Орлова О.С., Эстрова П.А., Калмыкова А.С. Комплексный персонализированный подход в реабилитации больных с дисфониями // Современные технологии в диагностике и лечении патологии гортани и смежных дисциплинах. Омск: Омский государственный медицинский университет, 2016. С. 51.
15. Евтушенко А.И., Евтушенко И.В., Евтушенко Д.И. Педагогические условия социальной инклюзии детей с ограниченными возможностями здоровья средствами дополнительного образования // Международный журнал экспериментального образования. 2020. № 4. С. 53–57. DOI: 10.17513/mjeo.11978.

УДК 372.881.1:378.1

АКТУАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ ВЛАДЕНИЯ РУССКИМ ЯЗЫКОМ ИНОСТРАННЫМИ СЛУШАТЕЛЯМИ ВЕДОМСТВЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ (НА ПРИМЕРЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ СИБЮИ МВД РОССИИ)

Зорина В.В.*ФГКОУ ВО «Сибирский юридический институт» Министерства внутренних дел Российской Федерации, Красноярск, e-mail: zorinavv2022@mail.ru*

Обучение русскому языку как иностранному в образовательных организациях МВД России обладает своей спецификой, регламентируется не только Законом об образовании, Государственными стандартами по русскому языку А1–С2, но и ведомственными документами. На эффективность обучения влияет множество факторов, среди которых учет начального уровня владения обучающимся русским языком. С целью определения уровня владения русским языком иностранными слушателями первого курса СИБЮИ МВД России были предложены тестовые задания. Структура и содержание тестовых заданий соответствуют единой сертификационной системе определения уровня владения русским языком как иностранным (уровень-ТРКИ-1/В1). Установлено, что наибольшую трудность для иностранных слушателей представляли задания субтестов «Говорение» и «Письмо». При этом 69% иностранных слушателей показали удовлетворительный уровень владения русским языком, 31% – неудовлетворительный. На основании полученных данных актуализировано содержание дисциплины «Русский язык как иностранный»: сделан акцент на заданиях, предусматривающих повторение грамматических тем, формирующих умения и навыки при изучающем чтении, восприятии диалогической речи, составлении монологического высказывания (устного и письменного). Практическая значимость представленного материала заключается в установлении актуального уровня владения русским языком иностранными обучающимися первого курса СИБЮИ МВД России; пополнении статистической базы для дальнейших научных исследований; индивидуализации обучения.

Ключевые слова: русский язык как иностранный, тестовые задания, субтест, иностранные слушатели, уровень владения русским языком, образовательные организации МВД России

THE CURRENT LEVEL OF RUSSIAN LANGUAGE PROFICIENCY BY FOREIGN STUDENTS OF DEPARTMENTAL EDUCATIONAL ORGANIZATIONS (ON THE EXAMPLE OF STUDENTS OF THE SIBYU OF THE MINISTRY OF INTERNAL AFFAIRS OF RUSSIA)

Zorina V.V.*Siberian Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Krasnoyarsk, e-mail: zorinavv2022@mail.ru*

Russian Russian as a foreign language in educational organizations of the Ministry of Internal Affairs of Russia has its own specifics, is regulated not only by the Law on Education, State standards on the Russian language А1–С2, but also by departmental documents. The effectiveness of training is influenced by many factors, including the consideration of the initial level of proficiency in the Russian language. In order to determine the level of proficiency in Russian, foreign students of the first year of the SIBYU of the Ministry of Internal Affairs of Russia were offered test tasks. The structure and content of the test tasks correspond to the unified certification system for determining the level of proficiency in the Russian language as a foreign language (level-1/В1). It was found that the tasks of the subtests “Speaking” and “Writing” presented the greatest difficulty for foreign students. At the same time, 69% of foreign students showed a satisfactory level of proficiency in Russian, 31% – unsatisfactory. Based on the data obtained, the content of the discipline “Russian as a foreign language” is updated: emphasis is placed on tasks involving the repetition of grammatical topics that form skills and abilities in learning reading, the perception of dialogic speech, the compilation of monological utterances (oral and written). The practical significance of the presented material is to establish the current level of Russian language proficiency by foreign first-year students of the SIBU of the Ministry of Internal Affairs of Russia; replenishment of the statistical base for further scientific research; individualization of training.

Keywords: Russian as a foreign language, test tasks, subtest, foreign students, Russian language proficiency, educational organizations of the Ministry of Internal Affairs of Russia

Обучение русскому языку как иностранному в образовательных организациях МВД России обладает своей спецификой; регламентируется Законом об образовании, Государственными стандартами по русскому языку А1–С2, ведомственными документами [1].

Цель изучения русского языка иностранными слушателями образовательных орга-

низаций системы МВД заключается в формировании коммуникативной компетенции на уровне, позволяющем квалифицированно осуществлять профессиональную деятельность на русском языке [2, с. 141].

В современных исследованиях обсуждаются различные аспекты обучения русскому языку как иностранному в ведомственных вузах. Например, организационные. Так,

обосновывается внедрение специального курса-интенсива для иностранных слушателей. Данный курс сопровождается привлечением аудиовизуальных средств и применением интерактивных методов обучения [1, с. 389]. Указывается на необходимость продления изучения русского языка в течение семестра на первом курсе [3], доказываемая актуальность создания отделения довузовской подготовки [4].

При обсуждении методического аспекта подчеркивается важность работы иностранных слушателей над текстами профессиональной направленности, позволяющими изучить юридическую терминологию [2]. Например, предлагаются упражнения, предусматривающие усвоение исконно русских и иноязычных юридических терминов [2, с. 142].

Обращается внимание на способы включения культуроведческой информации при изучении грамматики. К приемам, позволяющим связать грамматический и культуроведческий материал, относят лингвистическую дискуссию, решение лингвистических задач, создание текстов по аналогии, исторические мини-экскурсы и др. [5].

Немаловажным фактором, влияющим на эффективность обучения, является учет индивидуальных особенностей обучающихся. Необходимость индивидуального подхода обусловлена обучением в одной группе слушателей с разным уровнем владения русским языком [6, с. 202]. Кроме того, указывается на необходимость понимания типа темперамента, индивидуальных особенностей памяти обучающегося, способов усвоения им материала [7].

Знание преподавателем РКИ начального уровня владения русским языком иностранными обучающимися также относится к одному из условий успешного обучения [8]. В качестве инструмента используется, как правило, тестирование. Следует учитывать, что тестовая система контроля уровня знаний обладает своими достоинствами (наличие точной системы оценивания, экономия времени и др.) и недостатками (длительность разработки инструментария, невозможность установить причины пробелов в знаниях обучающихся и др.) [8, с. 43].

Проблемы владения русским языком таджикскими и кыргызскими студентами представлены в современных исследованиях Р. Назаровой, С.Ш. Ошурмахмадовой, К.У. Пайзулаевой, У.К. Кадыркуловой и др. Авторы фиксируют большое количество ошибок как в устной, так и в письменной речи таких студентов, недостаточное владение связной речью. Исследователями выяв-

лены лексико-грамматические нарушения в русской речи таджикских студентов: неоправданное употребление слов таджикского языка в русской речи, проявление межъязыковой и внутриязыковой паронимии и т.д. [9, с. 140]. Особую сложность для кыргызских и таджикских студентов представляет образование и употребление глаголов [9, 10].

На основе опыта преподавания исследователями определены следующие уровни владения русским языком кыргызскими студентами: недействующий (нулевой), характеризующийся непониманием русской речи; малоразвитый (нет устной речи, но есть понимание); имитирующий (способны пересказать); интерпретирующий (могут составить по образцу); творческий (свободное говорение на любые темы) [11, с. 209].

В исследованиях обозначены причины плохого владения русским языком таджикскими и кыргызскими студентами: разница в грамматическом строе между языками; недостаточный уровень обучения русскому языку в школах, нехватка учителей русского языка; место проживания обучающегося (как правило, городские владеют русским языком лучше) [10, 12].

В данной статье представлено описание исследовательской работы, посвященной проблеме обучения русскому языку как иностранному обучающихся ведомственного вуза (на примере иностранных слушателей СибЮИ МВД России).

Иностранные слушатели первого курса (представители Кыргызской Республики и Республики Таджикистан), обучающиеся в одной учебной группе СибЮИ МВД России, характеризуются разным уровнем подготовки по русскому языку. В связи с этим возникла необходимость в корректировании содержания дисциплины «Русский язык как иностранный». Учет актуального уровня владения каждым обучающимся русским языком позволит преподавателю РКИ осуществить индивидуализацию обучения, что положительно повлияет на эффективность овладения языком [6].

Цель исследования – актуализация содержания дисциплины «Русский язык как иностранный» с учетом уровня владения русским языком иностранными слушателями первого года обучения.

Задачи исследования: а) проанализировать литературу по теме исследования;

б) выявить уровни владения русским языком иностранными слушателями первого года обучения;

в) на основе полученных данных актуализировать содержание дисциплины «Русский язык как иностранный».

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели иностранным слушателям первого курса предложены тестовые задания (уровень ТРКИ-1/В1), включающие субтесты по лексике и грамматике, чтению, аудированию, говорению, письму. Тестирование проводилось в сентябре 2022 г. среди иностранных слушателей, поступивших на первый курс СибЮИ МВД России. Всего 13 обучающихся: 7 представителей Республики Таджикистан и 5 слушателей из Кыргызской Республики.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим результаты выполнения иностранными обучающимися заданий субтестов.

1. Субтест «Лексика. Грамматика» содержит задания по лексике, морфологии и синтаксису русского языка, выполнение которых позволит оценить уровень владения русским языком в объеме Первого сертификационного уровня. Ответы тестируемых оценивались в баллах (максимум 80 баллов) и процентах. При этом выделялись удовлетворительный уровень (не менее 52 баллов) и неудовлетворительный (менее 52 баллов). Установлено, что 77% тестируемых выполнили задания данного субтеста на удовлетворительном уровне, 23% – на неудовлетворительном. Анализ ответов показал, что затруднения вызвали задания, направленные на употребление глаголов [13].

2. Субтест «Чтение» предусматривал проверку сформированности речевых навыков и умений при чтении текстов с общим охватом содержания и при изучающем чтении. Ответы тестируемых оценивались в баллах (максимум 40 баллов) и процентах. При этом также выделялись удовлетворительный (не менее 26 баллов) и неудовлетворительный (менее 26 баллов) уровни. Установлено, что 77% тестируемых выполнили задания на удовлетворительном уровне, 23% показали неудовлетворительный уровень. При этом затруднения вызвали задания на изучающее чтение. Например, 46% слушателей допустили ошибки при выборе названия к тексту.

3. Субтест «Аудирование» предусматривал проверку уровня сформированности навыков и умений, необходимых для понимания аудитивно представленной информации. Весь тест оценивался в 90 баллов. Ответы тестируемых оценивались в баллах и процентах. При этом выделялись также два уровня: удовлетворительный (не менее 58 баллов) и неудовлетворительный (менее 58 баллов).

Выявлено, что 77% тестируемых выполнили задания на удовлетворительном уровне, 23% – на неудовлетворительном. Затруднения вызвали задания, предусматривающие анализ диалогической речи. Например, 62% тестируемых допустили ошибки при определении коммуникативных намерений участников диалога.

4. Субтест «Говорение» направлен на проверку уровня сформированности речевых навыков и умений, необходимых для устной речи.

Максимальное количество баллов – 145. Ответы тестируемых оценивались в баллах и процентах. При этом выделялось два уровня: удовлетворительный (не менее 94 баллов) и неудовлетворительный (менее 94 баллов). Установлено, что 54% тестируемых справились с заданиями на удовлетворительном уровне, 46% – на неудовлетворительном уровне. Затруднения представляли задания, предусматривающие проверку владения монологической речью. Например, 46% тестируемым было сложно составить высказывание требуемого объема.

5. Субтест «Письмо» включал задания, проверяющие умения тестируемого понимать и передавать информацию из текста, формулировать собственное мнение в виде монологического письменного высказывания.

Ответы тестируемых оценивались в баллах (максимум 60 баллов) и процентах; удовлетворительный уровень (не менее 39 баллов) и неудовлетворительный (менее 39 баллов). Получены следующие данные: удовлетворительный уровень 69% тестируемых, 31% – неудовлетворительный. При выполнении данного субтеста затруднение вызвало задание, предусматривающее создание письменного связного текста: требовалось написать письмо домой и рассказать о своей жизни в России (не менее 20 предложений). Так, 62% тестируемых составили тексты меньшего объема.

Подведем итоги тестирования.

1. Результаты показали, что наибольшую трудность для иностранных слушателей представляли задания из субтестов «Говорение» и «Письмо»: на удовлетворительном уровне выполнили задания всего 54 и 69% тестируемых соответственно.

2. Согласно инструкции успешно выполнившим тест считается тот, кто показал удовлетворительный уровень по всему тесту – 274–415 баллов (не менее 66% правильных ответов).

Таким образом, итоговый анализ результатов выполнения субтестов позволил установить, что 69% иностранных слушателей показали удовлетворительный уровень вла-

дения русским языком, 31 % – неудовлетворительный (таблица).

Итоги выполнения субтестов

Номер тестируемого	Балл	Процент
1.	174	42%
2.	333	80%
3.	326	79%
4.	335	81%
5.	281	68%
6.	327	79%
7.	141	34%
8.	276	67%
9.	325	78%
10.	230	55%
11.	320	77%
12.	329	79%
13.	172	41%

Итак, определены уровни владения русским языком иностранными слушателями, приступившими к обучению в СибЮИ МВД России, и обозначены темы, требующие актуализации. Выявлена необходимость в заданиях, предусматривающих повторение грамматических тем, формирующих умения и навыки при изучающем чтении, восприятии диалогической речи, составлении монологического высказывания (устного и письменного).

На основании полученных данных скорректировано содержание дисциплины «Русский язык как иностранный». При отборе заданий опирались на методические пособия М.Б. Будильцевой, Ю.А. Воронцовой, О.И. Глазуновой, И.А. Пугачева и др.

Кратко охарактеризуем внесенные изменения:

1. Увеличено количество заданий, направленных на повторение грамматических тем, а именно знание глагольной системы. Примеры заданий:

Задание. Проспрягайте глаголы в соответствии с образцом.

Замечать – замечу, заметишь, заметит, заметим, заметите, заметят;

отмечать – ...; отвечать – ... [14, с. 255].

Задание. Раскройте скобки, поставив глагол в форме прошедшего времени.

Я (пересечь) границу без особых хлопот. ... [14, с. 518].

2. С целью совершенствования умения анализировать устную диалогическую речь увеличено количество заданий на аудирование. При этом подбирались тесты, которые представляли интерес для обучающихся.

Так, с большим вниманием первокурсники слушали и обсуждали притчи (например, притча «Кофе») [15]. Аудирование, согласно методике преподавания РКИ, включало предтекстовый этап, собственно аудирование и послетекстовый этап. На предтекстовом этапе, например, предлагались вопросы на предугадывание содержания текста, происходило объяснение новых слов. На этапе послетекстовой работы проверялось понимание содержания текста, главной мысли и т.д.

3. Увеличено количество заданий, предусматривающих работу с текстом (выбор верного заголовка из предложенных, самостоятельное формулирование вопросов и т.д.). При этом используются тексты из пособий Ю.А. Воронцовой, О.А. Казаковой.

4. Для развития связной устной и письменной монологической речи предложены задания для написания полных изложений. Иностранцам слушателям достаточно трудно составить план, разделить текст на части и выделить главное, назвать опорные слова.

Итак, поставленные задачи решены. Данное обучение еще продолжается, итоговый срез будет проведен в июне 2023 г. Однако итоги промежуточной аттестации позволяют сделать вывод об эффективности внесенных изменений: все обучающиеся первого курса справились с заданиями зимней сессии.

Заключение

Практическая значимость представленного материала заключается в установлении актуального уровня владения русским языком иностранными обучающимися первого курса СибЮИ МВД России; пополнении статистической базы для дальнейших научных исследований; индивидуализации обучения.

По данной дисциплине предусмотрены занятия семинарского типа и консультации преподавателя. Знание особенностей владения русским языком каждым иностранным обучающимся позволило скорректировать задания не только для аудиторной, но и для самостоятельной работы, более эффективно использовать время консультаций.

Новизна работы: на основе полученных результатов актуализировано содержание дисциплины «Русский язык как иностранный», преподаваемой в Сибирском юридическом институте МВД России; осуществлено обучение русскому языку как иностранному с учетом актуального уровня владения русским языком слушателями первого курса данного ведомственного вуза.

Подчеркнем, что вопросы, связанные с обучением русскому языку как иностран-

ному в ведомственных образовательных организациях, являются достаточно актуальными и требуют глубокого рассмотрения. Данное исследование является попыткой внести вклад в решение проблемы обучения русскому языку иностранных обучающихся ведомственных вузов.

Список литературы

1. Михайлова О.Е. Специфика обучения иностранных слушателей русскому языку в системе вузов МВД (на примере опыта Нижегородской академии МВД России) // «Великие реки – 2017». 2017. С. 389–390.
2. Варлакова Т.В. Развитие иноязычной компетентности на занятиях по русскому языку и культуре речи // Вестник Калининградского филиала Санкт-Петербургского университета МВД России. 2020. № 4. С. 139–142.
3. Ходжабегова К.Л. Обучение русскому языку как фундамент подготовки иностранных специалистов в Московском университете МВД России им. В.Я. Кикотя (из опыта работы) // Вестник Московского университета МВД России. 2015. № 4. С. 272–275.
4. Ходжабегова К.Л. Преподавание русского языка как иностранного: расширение образовательных задач // Вестник экономической безопасности. 2020. № 5. С. 297–301.
5. Новикова Л.И. Культуроориентированная направленность обучения русскому языку за счет расширения содержания грамматической темы // Проблемы современного педагогического образования. 2022. № 75–2. С. 247–251.
6. Базавлук Л.М. Специфика проведения занятий по дисциплине «Русский язык» с иностранными слушателями, обучающимися в Орловском юридическом институте МВД России имени В.В. Лукьянова // Вестник Белгородского юридического института МВД России. 2014. № 2–2. С. 18–21.
7. Морковин А.М. О некоторых аспектах языковой подготовки в образовательных организациях МВД России // Вестник Барнаульского юридического института МВД России. 2018. № 1. С. 117–118.
8. Никитченко А.В. Тестирование в обучении русскому языку как иностранному: современное состояние и перспективы // Педагогический вестник. 2021. № 18. С. 42–44.
9. Назарова Р. Проблемы изучения русского языка в Таджикистане // Вестник педагогического университета (Серия 2: Педагогика и психология, методика преподавания гуманитарных и естественных дисциплин). 2020. № 2 (2). С. 137–144.
10. Ошурмахмадова С.Ш. Трудность изучения русского языка для таджикских студентов // Актуальные проблемы русского языка и методики его преподавания. 2017. С. 136–138.
11. Кадыркулова У.К. и др. Проблемы преподавания русского языка в кыргызской аудитории. 2018.
12. Пайзуллаева К.У., Торониязова К.А. О функционировании русского языка в Кыргызстане // Вестник науки и образования. 2017. Т. 1. № 6 (30). С. 68–70.
13. Зорина В.В. Типичные ошибки иностранных обучающихся при выполнении тестовых заданий // Наука. Исследования. Практика. 2022. С. 77–80.
14. Глазунова О.И. Грамматика русского языка в упражнениях и комментариях. Морфология. СПб.: Златоуст, 2017. 424 с.
15. Гречихо Т.А. Русский язык как иностранный: тексты для аудирования и изложений: методические рекомендации. Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2014. 50 с.

УДК 37.04:372.8

ОБУЧЕНИЕ ШКОЛЬНИКОВ ВЫПОЛНЕНИЮ ЦИКЛИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ИСПОЛНИТЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

¹Козлов С.В., ²Быков А.А.¹ФГБОУ ВО «Смоленский государственный университет», Смоленск,
e-mail: svkozlov1981@yandex.ru;²Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Смоленск,
e-mail: alex1by@mail.ru

В статье обсуждаются вопросы обучения школьников выполнению циклических алгоритмов для формального исполнителя. Авторами объясняется необходимость всесторонней практической подготовки учащихся применению современных систем программирования для выявления связей между исходными и выходными данными. Подчеркивается необходимость поиска баланса между изучением теоретических методов анализа программ и использованием инструментов компьютерных сред для проверки особенностей их выполнения. На примере циклических алгоритмов обработки строковых данных с использованием оператора ветвления демонстрируются простота и понятность методов языка программирования Python для получения результата преобразования исходной строки. Раскрываются особенности записи условий принадлежности множеству значений в алгоритмических структурах цикла и ветвления. Разъясняется назначение параметров встроенной функции замены строк и специфика их использования в алгоритмах поиска данных. Авторами приводятся модификации рассматриваемого задания, состоящие в иной формулировке вопроса при неизменности представленного алгоритма. Указывается, что такие незначительные изменения приводят при теоретическом решении задачи к существенному увеличению ее сложности, а при использовании средств системы программирования Python практически не влияют на код программы. Это расширяет как набор инструментов анализа массивов данных, которым владеют школьники, так и круг решаемых ими задач. Анализ результатов констатирующего и формирующего этапов педагогического эксперимента, результаты которого представлены в статье, доказывают эффективность выбранного авторами подхода применения систем программирования для составления и анализа программ для формального исполнителя.

Ключевые слова: информатика, программирование, IT-технологии, алгоритм, формальный исполнитель, язык Python, программное приложение, образовательный процесс

TEACHING SCHOOLCHILDREN TO EXECUTE CYCLIC ALGORITHMS FOR THE CONTRACTOR WITH THE HELP OF PROGRAMMING SYSTEMS

¹Kozlov S.V., ²Bykov A.A.¹Smolensk State University, Smolensk, e-mail: svkozlov1981@yandex.ru;²Branch of National Research University "MPEI", Smolensk, e-mail: alex1by@mail.ru

The article discusses the issues of teaching schoolchildren to perform cyclic algorithms for a formal performer. The authors explain the need for comprehensive practical training of students in the use of modern programming systems to identify the links between source and output data. The need to find a balance between studying theoretical methods of analyzing programs and using tools from computer environments to check the specifics of their execution is emphasized. The example of cyclic algorithms for processing string data using the branch operator demonstrates the simplicity and clarity of the Python programming language methods to obtain the result of the transformation of the original string. Features of recording conditions of belonging to multiple values in algorithmic structures of cycle and branching are disclosed. The purpose of the parameters of the built-in string replacement function and the specifics of their use in data search algorithms are explained. The authors present modifications of the task under consideration, consisting in a different formulation of the question with the invariability of the presented algorithm. It is indicated that such minor changes lead to a significant increase in its complexity when theoretically solving the problem, and when using Python programming system tools, they practically do not affect the program code. This expands both the set of tools for analyzing data arrays owned by schoolchildren and the range of tasks they solve. Analysis of the results of the stating and forming stages of the pedagogical experiment, the results of which are presented in the article, prove the effectiveness of the approach chosen by the authors to use programming systems to compile and analyze programs for a formal performer.

Keywords: computer science, programming, IT-technologies, algorithm, formal executor, Python language, software application, educational process

Дидактическая линия алгоритмизации и программирования является одним из основных направлений базовой подготовки школьника как будущего специалиста в сфере IT-индустрии [1, 2]. В то же время в XXI в. компьютерные технологии настолько далеко шагнули вперед, что об-

учения только азам теоретической мысли в области информатики и отдельных примеров ее приложений становится недостаточно. Практика применения инструментальных средств компьютерных приложений должна не только постоянно расширяться, но и становиться доминантой при изучении

информатики и информационных и коммуникационных технологий на всех этапах современной системы образования [3, 4].

Изучение базовых алгоритмических структур, таких как следование, ветвление и цикл, и основных алгоритмов обработки разных типов данных в школе в условиях цифровой трансформации системы образования [5, 6] требует не только всестороннего анализа их применения, но и проверки выдвинутых гипотез о результатах выполнения программ при различных входных параметрах на практике. При этом школьник должен применять инструменты востребованных в сфере современных разработок языков программирования [7, 8]. Он должен знать специфику работы встроенных в инструментальную среду методов обработки данных и использовать их при реализации алгоритмов, написанных для формального исполнителя программ. Ввиду этого учителю необходимо находить требуемый баланс между теорией и практикой, делать упор на демонстрацию изученных научных положений через средства компьютерных приложений, которые служат для написания новых программ.

Цель исследования – описание и анализ использования методов языка программирования Python при объяснении школьникам методов выполнения и анализа циклических алгоритмов, содержащих ветвления.

Научная новизна состоит в выявлении особенностей применения школьниками инструментальных средств языка программирования Python для решения задач выполнения циклических алгоритмов, составленных для формального исполнителя.

Материалы и методы исследования

При изучении линии алгоритмизации и программирования в школьном курсе информатики учащиеся последовательно изучают линейные алгоритмы, ветвления и циклы. При этом в заданиях повышенной сложности циклы естественным образом включают разветвляющиеся структуры как квинтэссенцию базовых алгоритмических конструкций. Это требует от школьника значительно более высокого уровня понимания происходящих в задаче событий, особенно при обучении информатике на профильном уровне [9, 10]. В то же время только теоретический анализ условий, определенных в исследуемом задании, нередко останавливает большинство учащихся в поиске правильного подхода алгоритма решения. В этом случае использование на практике встроенных методов систем программирования позволяет грамотно

организовать тестирование входных и выходных данных, всесторонне проанализировать их.

Так в заданиях компьютерного ЕГЭ по информатике, как отражении знаний и умений школьного курса, содержится № 12, в котором от учащихся требуется продемонстрировать умения выполнить циклический алгоритм для исполнителя. Школьники должны знать методы обработки строковых данных, такие как определение длины строки, поиск и выделение из нее подстроки, удаление и вставка символов в строку, а также объединение строк. При этом предполагается, что эти инструменты анализа текстовых данных учащиеся будут применять при «ручном» исполнении предлагаемых в условиях заданий алгоритмов. Это безусловно позволяет развивать у них поисковый метод решения задачи, выявление частных случаев и общих закономерностей при выполнении циклического алгоритма. В то же время параллельное с решением задач в тетради использование современных систем программирования, например Python [11, 12], позволяет существенно расширить горизонты анализа и выполнения циклических алгоритмов для формального исполнителя.

Рассмотрим один из примеров подобных задач, предлагаемых на компьютерном ЕГЭ по информатике. Они образуют авторскую систему заданий, используемую при изучении темы «Циклические алгоритмы для формального исполнителя» школьного курса. Исполнитель получает на входе в программу строку цифр и обрабатывает ее. Он может выполнять две команды, в которых x и y обозначают цепочки цифр, заданные в обрабатываемой строке. Команда «нашлось x » проверяет, встречается ли указанная цепочка в обрабатываемой исполнителем строке. Команда «заменить x , y » определяет первое вхождение цепочки x в заданную строку, если таковое есть, то есть заменяет ее на цепочку y . Если цепочка x не найдена, то исследуемая строка не изменяется.

Какая строка получится в результате применения нижеследующего алгоритма к строке, состоящей из 71 идущих подряд цифр 4?

ПОКА нашлось (444) или нашлось (888)

ЕСЛИ нашлось (444)

ТО заменить (444, 8)

ИНАЧЕ заменить (888, 4)

КОНЕЦ ЕСЛИ

КОНЕЦ ПОКА

Рассмотрим решение данной задачи на языке программирования Python.

```

s = '4' * 71
while '444' in s or '888' in s:
    if '444' in s:
        s = s.replace('444', '8', 1)
    else:
        s = s.replace('888', '4', 1)
print(s)

```

Представленное решение примера начинается с задания строки *s*. Для этого используется операция умножения, которая позволяет получить заданное количество символов '4' с помощью их дублирования и склейки. Также в отдельных заданиях для получения строки, состоящей из различных символов, требуется применять операцию сложения, которая позволяет получить объединение совокупности заданных символьных значений. Остальной алгоритм подразумевает знание конструкций цикла и ветвления и владение встроенной функцией *replace*. В то же время, если посмотреть на запись решения на языке Python, то программа практически в точности повторяет структуру алгоритма, представленную в условии задания. От учащихся требуется только помнить, что функция *replace* содержит три параметра. Первый из них указывает, какую символьную последовательность ищем в строке, второй – на какую совокупность символов происходит их замена, а третий – сколько раз повторяется команда при наличии искомого для замены символов в заданной строке. Отметим, что если не указать значение третьего параметра, он является необязательным, то произойдет замена всех найденных цепочек символьных значений. Если же задать значение этого параметра равным 1, то замена будет осуществлена однократно при поиске в строке *s* заданных символов. Цикл завершается в программе в том случае, если в строке не осталось на очередном шаге трех подряд идущих цифр '4' или '8'. Таким образом, остается вывести значение полученной после преобразования строки *s*. В результате получится строка 44844, которая будет ответом на вопрос данной задачи.

Заметим, что условие данного задания можно усложнить. Для этого достаточно поставить вопрос следующим образом: «Сколько четверок было удалено в ходе работы данной программы?» При решении «вручную» школьнику будет необходимо после анализа представленного алгоритма разделить 71 на 3 с остатком по числу удаляемых четверок, так как именно они указаны в условии оператора ветвления *if*. На данном этапе будет удалено 69 цифр '4'. Затем преобразуемая строка будет состоять из 23 восьмерок и идущих за ними 2 четверок. Так как в ней при проверке не будет

записанных подряд трех цифр '4', то на следующих трех витках цикла будут последовательно заменены три цифры '8' на три цифры '4'. После этого три цифры '4' опять будут преобразованы в одну цифру '8'. Такая процедура повторится два раза. Следовательно, будет еще дважды удалено по три цифры '4', то есть шесть таких символов. Таким образом, всего с начала выполнения алгоритма будет удалено из заданной строки 75 цифр '4'. При решении задания в среде программирования Python для ответа на тот же вопрос достаточно до начала цикла *while* объявить переменную *k4*, служащую для подсчета количества удаленных четверок при работе программы, обнулить ее значение, а в ветке алгоритма при выполнении условия в операторе ветвления *if* увеличивать ее значение на три. Для этого можно использовать команду *k4 += 3*. После завершения цикла с помощью команды *print(k4)* останется вывести найденное значение. В данной задаче оно будет равно 75.

Если поставить еще один вопрос: «Сколько восьмерок было удалено в ходе работы данной программы?», то, рассуждая аналогичным образом, после удаления 69 четверок из заданной строки будет получено 23 цифры '8'. После этого на каждом из двух шагов, состоящих в последовательной замене три раза трех цифр '8' на одну цифру '4', будет удалено 18 восьмерок. При этом две восьмерки будут возвращены назад, следовательно, таким образом, в преобразуемой строке *s* останется 7 цифр '8'. Первые две тройки из них на завершающих витках цикла будут преобразованы в две четверки, а одна цифра '8' останется без изменений. В результате данных преобразований будет суммарно удалено $18 + 6 = 24$ цифры '8'. В то же время ответ на этот вопрос также требует аналогичных действий по объявлению переменной *k8*. Только подсчет искомого числа восьмерок, присваивания ей исходного нулевого значения и увеличения ее значения на 3 с помощью команды *k8 += 3*, осуществляется в ветке *else* условного оператора *if* при ложности проверяемого в нем значения вхождения трех цифр '4' в преобразуемую строку *s*. Таким образом, будет получено искомого значения 24 на поставленный вопрос задачи.

Как видим, дополнения в программе на языке программирования Python состоят из классических действий по объявлению переменной-счетчика, присваивания ей начального значения и ее изменения в теле цикла. Они не требуют дополнительного анализа проводимых в задаче действий и позволяют значительно быстрее получить искомый результат. Также возможность мо-

дификации исходной строки *s* открывает более широкие перспективы для проведения всестороннего анализа входных данных и выявления закономерностей в получении совокупности результатов обработки значительных строчковых переменных. Это в значительной степени расширяет спектр обучения школьников программированию наряду с теоретической подготовкой анализу алгоритмов для формального исполнителя.

Аналогичные задания разного уровня сложности были предложены школьникам при изучении темы «Циклические алгоритмы для формального исполнителя» для отработки в практике программирования полученных умений.

Ход проводимого педагогического исследования предполагал обобщение передового педагогического опыта и обработку полученных результатов эксперимента. На практике были проведены констатирующий и формирующий этапы педагогического эксперимента, для анализа данных которых были использованы математические методы. Гипотеза исследования заключалась в том, что применение базовых алгоритмических конструкций и встроенных функций языка программирования Python для анализа и выполнения циклических алгоритмов с условием для формального исполнителя будет способствовать повышению эффективности обучения школьников.

Результаты исследования и их обсуждение

Констатирующий и формирующий этапы педагогического эксперимента параллельно проводились в двух группах школьников. Одну из этих групп составили 18 учеников 10 класса физико-математического лицея при МИФИ в г. Смоленске. Другую группу образовали 15 учеников 10 IT-класса средней школы № 6 г. Смоленска. Таким образом, в совокупности в педагогическом эксперименте приняли участие 33 десятиклассника. На констатирующем этапе педагогического эксперимента учащиеся обеих групп учились решать зада-

чи, содержащие циклические алгоритмы с ветвлением, для формального исполнителя «на бумаге». Они знакомились с обработкой цифр, записанных как элементы строки, в цикле. При этом цикл содержал как простое ветвление с альтернативным выбором, так и ветвления с множественным выбором, но не более трех альтернатив. В завершение данного этапа обучения с учащимися было проведено промежуточное тестирование, включающее в себя 10 заданий. Эти задания школьники решали без использования инструментов языков программирования. На этапе формирующего педагогического эксперимента школьники тренировались решать как те же задачи, так и новые с переформулированным вопросом к алгоритму для исполнителя в среде языка программирования Python. Обучение состояло в записи команд для исполнителя в программах с помощью встроенных функций языка Python. Они изучали возможности применения этих команд и специфику использования в различных алгоритмических ситуациях. В завершение данного этапа педагогического эксперимента школьникам был предложен аналогичный тест, который также состоял из десяти тестовых заданий. При этом одни пять заданий были такого же уровня сложности, а другие – повышенного уровня. Тестирование проводилось в специально разработанном программном приложении «Advanced Tester», предназначенном для диагностики знаний школьников с применением методов математического моделирования [13]. В данном приложении в автоматизированном виде подбирались системы индивидуальных и групповых заданий для подготовки учащихся на протяжении всей экспериментальной деятельности. Заметим, что возможности данной интеллектуальной информационной среды также использовались для организации системы дополнительных занятий с помощью удаленного обучения школьников [14, 15]. Результаты диагностических работ, выполненных школьниками, приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Результаты констатирующего этапа педагогического эксперимента

Группа	Число школьников, достигших уровня усвоения знаний			Всего
	Высокий	Повышенный	Базовый	
СФМЛ при МИФИ	1	7	10	18
IT-класс школа № 6	2	6	7	15
Всего	3	13	17	33

Таблица 2

Результаты формирующего этапа педагогического эксперимента

Группа	Число школьников, достигших уровня усвоения знаний			Всего
	Высокий	Повышенный	Базовый	
СФМЛ при МИФИ	7	9	1	18
IT-класс школа № 6	7	7	1	15
Всего	14	17	2	33

Качественный анализ условий и результатов эксперимента

Результаты проведенного эксперимента, представленные в таблицах, свидетельствуют, что школьники намного более успешно выполняют программы для формального исполнителя на компьютере. Использование встроенных команд среды программирования Python существенным образом изменяет картину успеваемости в сторону увеличения показателей высоких баллов. Как видно из таблиц, произошло перераспределение баллов между всеми тремя уровнями усвоения знаний. Большинство школьников, продемонстрировавших повышенный уровень знаний и умений на контролирующем этапе эксперимента, достигли высокого уровня на формирующем этапе. Из 17 учащихся стабильно показывавших в обучении теоретическому анализу циклических алгоритмов базовый уровень знаний, только 2 школьника не улучшили показатели успеваемости при использовании для решения инструментальных компьютерных средств. Такие данные об обучении решению заданий с циклами для формального исполнителя можно объяснить особенностями применения мыслительных операций для получения логических выводов о выполнении программ при разных входных данных. При «ручном» решении задачи школьник играет роль компьютера, ему на бумаге необходимо анализировать массивы исходных данных. При этом нередко он может не учесть те или иные нюансы алгоритма, представленного в задаче. При компьютерном решении важно правильно реализовать программу с помощью имеющихся функций и алгоритмических структур. А затем, изменяя диапазон входных параметров, вычислять искомые значения и проверять их на соответствие сформулированным условиям алгоритма. Иными словами перенесение решений в компьютерную плоскость позволяет как обработать большие объемы информации, так и ускорить процессы их аналитического анализа. Это выступает со-

вместно с привлекательностью применения современных IT-технологий триггером повышения результатов обучения решению такого рода заданий.

Заключение

Ход педагогического эксперимента и полученные результаты демонстрируют эффективность и обуславливают необходимость более широкого внедрения средств IT-технологий в учебный процесс. Использование систем программирования, таких как язык Python, смещает акценты обучения в практику применения прикладных программных сред. Это соответствует общим тенденциям развития IT-технологий на современном этапе развития общества. Учащиеся наряду с изучением теоретических основ получают опыт их практического приложения. Они становятся мотивированными в изучении предмета информатики, у них активно формируется фундаментальная база необходимых профессиональных знаний и навыков работы в специализированных программах на компьютере. Таким образом, школьники видят итоги своих достижений в реальном использовании инструментов решения прикладных задач, что находит отражение и в результатах практического познания приложений информатики.

Список литературы

1. Францкевич А.А. О результатах применения методики обучения школьников основам алгоритмизации и программирования с применением визуализированных сред программирования // Физико-математическое образование: цели, достижения и перспективы: материалы Международной научно-практической конференции. Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка. 2019. С. 52–53.
2. Козлов С.В., Быков А.А. Особенности изучения междисциплинарных тем школьных курсов математики и информатики с помощью методов математического моделирования // Проблемы современного образования. 2021. № 5. С. 250–261.
3. Каган Э.М. Применение визуальных языков программирования для повышения эффективности обучения разделу «Алгоритмизация и программирование» школьного курса информатики // Вестник Московского городского пе-

дагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования. 2018. № 1 (43). С. 99–104.

4. Козлов С.В. Особенности обучения школьников информатике в профильной школе // Концепт. 2014. № 1. С. 31–35. URL: <http://e-koncept.ru/2014/14006.htm> (дата обращения: 18.04.2023).

5. Тимофеева Н.М. О цифровизации образовательного процесса в условиях полного его переноса в онлайн // Системы компьютерной математики и их приложения. 2021. № 22. С. 388–394.

6. Пушкарева Т.П., Калитина В.В., Брит А.А. Особенности обучения информатике в условиях цифровизации экономики и образования // Бизнес. Образование. Право. 2021. № 1 (54). С. 320–325.

7. Архангельская Е.В. Организация обучения основам алгоритмизации и программирования с использованием анализа математических задач // Информатизация образования и науки. 2022. № 4 (56). С. 166–175.

8. Гибадуллин А. А. Программирование компьютерных интеллектуальных игр как метод обучения информатике // Педагогика: материалы 59-й Международной научной студенческой конференции (Новосибирск, 12–23 апреля 2021 г.). Новосибирск, 2021. С. 15–16.

9. Лапшева Е.Е. Профильная информатика в свете введения компьютерного ЕГЭ // Информационные технологии в образовании: материалы XI Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции. 2019. С. 128–130.

10. Козлов С.В., Быков А.А. Особенности обучения школьников олимпиадному программированию с использованием методов математического моделирования // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 6. С. 141–146.

11. Рослякова Е.А., Химич А.М. Преимущества использования языка программирования Python при изучении раздела «Алгоритмизация и программирования» в школьном курсе информатики // Современные тенденции развития фундаментальных и прикладных наук: материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции. Под ред. С.А. Коньшаковой. 2018. С. 148–152.

12. Ильченко О.Ю., Сырицына В.Н., Кадеева О.Е. Решение задач ЕГЭ по информатике средствами языка Python // Высшее образование сегодня. 2021. № 11–12. С. 42–54.

13. Козлов С.В., Быков А.А. Применение методов математического моделирования для диагностики знаний школьников // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 4. С. 157–162.

14. Киселева О.М. Программные средства поддержки удаленного обучения // Вызовы цифровой экономики: тренды развития в условиях последствий пандемии COVID-19: сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции, приуроченной к Году науки и технологий в России. Брянск, 2021. С. 143–146.

15. Senkina G.E., Timofeeva N.M., Kiseleva O.M. Modernization of traditional educational forms in the context of distance learning // Journal of Higher Education Theory and Practice. 2022. T. 22, № 3. P. 160–165.

УДК 37.02:372.8

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ ПО ИНФОРМАТИКЕ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ПЕРЕВЕРНУТОГО ОБУЧЕНИЯ

Кормилицына Т.В., Пауткина О.И., Шестаков В.С.

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»,
Саранск, e-mail: kortv58@mail.ru

Подготовка учащихся в современных условиях цифровой трансформации системы образования Российской Федерации направлена на формирование у будущих членов цифрового общества способности и готовности к работе в цифровой среде с использованием всех видов цифровых ресурсов и инструментов. В работе рассматриваются проблемы организации смешанного обучения учащихся в условиях цифровизации с применением цифровых инструментов перевернутого обучения. Дается краткий обзор проблем в российской методике обучения. Указаны причины реализации технологии в современных реалиях. Отмечается, что вектор образовательного процесса определяется теперь исследовательскими задачами, причем решение учебной проблемы происходит на основе включения обучающихся в этот процесс с использованием ими методов решения учебной задачи, отличных от известных и освоенных вместе с учителем. В связи с этим реализация модели перевернутого класса предполагает соблюдение определенных требований как учителем, так и учениками. Для создания тематических заданий и дополнительных справочных ресурсов были использованы онлайн-конструкторы интерактивного контента. Такой выбор инструментов обусловлен необходимостью формирования мгновенной обратной связи об успешности выполнения того или иного задания и допущенных ошибках. Проанализированы преимущества и недостатки, возникающие при реализации модели перевернутого класса в смешанном обучении.

Ключевые слова: самостоятельная работа, смешанное обучение, перевернутый класс, контроль знаний, цифровые инструменты

FEATURES OF THE ORGANIZATION OF INDEPENDENT WORK AND CONTROL OF STUDENTS' KNOWLEDGE ON INFORMATICS WITH THE HELP OF DIGITAL INSTRUMENTS OF FLIPPED LEARNING

Kormilitsyna T.V., Pautkina O.I., Shestakov V.S.

Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseviev, Saransk,
e-mail: kortv58@mail.ru

Preparing students in modern conditions of digital transformation of the education system of the Russian Federation is aimed at developing the ability and readiness of future members of the digital society to work in a digital environment using all types of digital resources and tools. The problems of organizing blended learning for students in the context of digitalization using digital tools of flipped learning are considered. A brief overview of the problem in the Russian teaching methodology is given. The reasons for the implementation of technology in modern realities are indicated. It is noted that the vector of the educational process is now determined by research tasks, and the solution of the educational problem occurs on the basis of the inclusion of students in this process using methods for solving the educational problem that are different from those known and mastered together with the teacher. In this regard, the implementation of the flipped classroom model implies the fulfillment of certain requirements from both the teacher and the students. Online interactive content creators were used to create thematic assignments and additional reference resources. This choice of tools is due to the need to form instant feedback on the success of a particular task and the mistakes made. The advantages and disadvantages arising from the implementation of the flipped classroom model in blended learning are analyzed.

Keywords: self-study, blended learning, flipped classroom, knowledge control, digital tools

Подготовка учащихся в современных условиях цифровой трансформации системы образования Российской Федерации направлена на формирование у будущих членов цифрового общества способности и готовности к работе в цифровой среде с использованием всех видов цифровых ресурсов и инструментов. Этот факт подтверждают многочисленные исследования в области подготовки в условиях цифровизации образования, в частности работы Е.А. Барахсанова, О.П. Жигалова, С.Д. Каракозова, И.И. Никифорова, А.Ю. Уварова и др. [1].

В современном информационном пространстве существует достаточно обширный набор цифровых образовательных ресурсов, включая книги, статьи, видеоролики, тренажеры, системы автоматизации тестирования, анкеты и даже тематические онлайн-курсы. Но, как показали результаты анализа мнений педагогов, представленные в [1], большинство этих средств в исходном виде не подходят для решения задач педагога по реализации конкретной образовательной программы в процессе базовой подготовки учащихся. Чаще всего цифровые

ресурсы, содержащие теоретический материал, тренажеры для отработки полученных знаний и задания на оценку результатов, локализованы в разных местах, то есть не позволяют системно построить учебный процесс. Этот фактор также существенно снижает мотивацию к работе с цифровыми ресурсами в процессе самообучения [2].

Теоретические и практические аспекты поиска и создания новых цифровых дидактических средств неоднократно рассматривались в научных и образовательных кругах.

В частности, работы авторов Н.В. Гафурова, В.В. Гриншкун, М.П. Лапчик, С.В. Панюкова, Н.И. Пак, И.В. Роберт, О.Г. Смольянинова, А.Ю. Уваров, И.С. Фрумина позволяют сегодня определить методологические основы, необходимые для проектирования, разработки и правильного использования цифровых средств обучения. Кроме того, в связи с необходимостью реализации требований государственных образовательных стандартов общего образования разработка новых образовательных ресурсов для обучения современного поколения обучающихся проводилась с позиций вопросно-задачного подхода.

В рамках вопросно-задачного подхода учитель предъявляет учащимся требования о необходимости самостоятельного поиска путей решения задачи, для решения которой у них нет готового метода, которым учитель поделился заранее, но в то же время они обладают достаточными знаниями, применение которых позволяет учащимся делать правильные выводы в нестандартных ситуациях.

Целью статьи является обсуждение опыта использования цифровых инструментов для организации самостоятельной работы и контроля знаний обучающихся по информатике в модели перевернутого класса. В настоящее время рассматриваемая модель может стать инструментом эффективного обучения информатике. Эта модель считается ярким примером технологии смешанного обучения. Перевернутый класс относят к новому образовательному подходу, разработанному в реалиях XXI века. В данной модели основной акцент делается на самостоятельной работе обучающихся, специальным образом организованной учителем. Перевернутый класс делит учебный процесс на изучение дома и последующее обязательное обучение и закрепление в классе [3].

Необходимость такой модели обусловлена сложившимися реальностями. Приведем некоторые из них.

Во-первых, это вступление образования в целом и школьного образования в частно-

сти в эпоху цифровизации, что предполагает работу с огромными объемами информации в цифровом виде. Это, в свою очередь, предполагает владение участниками образовательного процесса новыми – цифровыми – технологиями, причем это относится ко всем участникам образовательного процесса – как к учащимся, так и к учителям.

Во-вторых, надо учитывать, что современные ученики относятся к поколению Альфа (годы рождения 2011–2025) (термин приписывают австралийскому ученому Марку МакКриндлу). Основателями теории поколений были Нейл Хоу и Уильям Штраус. В 1991 году они разработали концепцию, основанную на философии людей разного возраста, выпустив книгу «Generations» (Поколения). Исследование особенностей и основных характеристик поколений обучающихся стало проблемой конца прошлого века, связано это, вероятнее всего, с появлением цифровых технологий, стремительным увеличением количества информации, необходимой к изучению в образовательных организациях. В отличие от поколений X (годы рождения 1967–1984), Y (годы рождения 1984–2000) и Z (годы рождения 2000–2015), только начинавших применять новые информационные технологии, поколение Альфа использует их стремительно, постоянно и только их. Особенно это проявляется в использовании социальных сетей, смарт-технологий, начиная от смарт-телевизоров и смарт-домов с умными алгоритмами, в отличие от классических предпочтений предыдущих поколений. На долю поколения Альфа, представители которого родились уже в XXI веке, уже выпали испытания пандемией и онлайн-обучением. Это наложило соответствующий отпечаток и на образовательную сферу.

Вместе с терминами «перевернутый класс», «перевернутый урок» используется и термин «перевернутый учебный ресурс». Разработка таких ресурсов обусловлена требованиями учебного процесса, запросами общества и задачами, стоящими перед обучающимися.

Структуру такого ресурса можно представить с помощью графа, в каждой вершине которого формулируется вопрос, дополненный соответствующими сведениями из теории, чаще всего с элементами визуализации, и обычно снабженный примерами. Работа с таким ресурсом предполагает реализацию индуктивно-дедуктивных связей. Разработан ресурс в цифровых инструментах и предполагает свободный доступ обучающихся.

Вопрос о положительных и отрицательных сторонах цифровизации образования

активно обсуждается научным сообществом. Часть исследователей одобряют такую трансформацию системы образования, часть же выступают против, опровергая любую информацию о положительных чертах внедрения цифровых средств в образовательный процесс.

В исследованиях, касающихся школьного образования, основной упор противников цифровизации делается на разрушающую силу цифровых средств физического здоровья ребенка.

Например, Е.В. Молчанова обращает внимание на то, что при цифровом обучении письму уделяется все меньше внимания, что может повлиять на снижение качества чтения учащихся, их моторики и координации, качества их речи, знаний орфографии, грамматики и пунктуации [4]. Также при электронном обучении у учащихся ухудшаются зрение и осанка. Помимо этого, исследователь утверждает, что при постоянном контроле со стороны родителей с помощью электронных журналов у учащихся снижается уровень самостоятельности.

Действительно, цифровое обучение может повлечь за собой подобные последствия, однако только лишь при длительной работе учащегося за компьютером или смартфоном. Вопрос о снижении уровня умственного развития учащихся, обучающихся с помощью цифровых технологий, остается на сегодняшний день открытым, поскольку имеющаяся статистическая информация значительно различается. В то же время Б.Е. Стариченко в [5] указывает на положительные результаты использования цифровых дидактических средств в старшей школе, отмечает, что в 2019 году на ЕГЭ более 40% выпускников 11-х классов набрали более 220 баллов по итогам трех экзаменов; на Всероссийской олимпиаде школьников 2018–2019 годов московская команда завоевала 55% золотых медалей; в ходе IV Международной олимпиады мегаполисов сборная Москвы стала победителем в командном зачете.

Анализ публикаций [6, 7] показывает, что вопрос о вреде и пользе цифровизации образования является сложным и вызывает острые споры и дискуссии. Авторы настоящей работы склонны придерживаться нейтральной позиции, воспринимая цифровизацию образования как неизбежный процесс развития общества, который может значительно способствовать улучшению системы образования, но при разумном подходе с использованием научных методов. Поэтому цифровые дидактические средства в форме «перевернутых» учебных ресурсов предлагается использовать не в процессе

реализации массового обучения по основным общеобразовательным программам, а для поддержки дополнительной предметной подготовки школьников в режиме самостоятельной работы.

Для дальнейшего уточнения особенностей «перевернутых» учебных ресурсов в качестве примеров рассмотрим набор цифровых инструментов для их разработки.

Приведем описание основных инструментов, используемых в разработке учебных материалов, и наши замечания по работе с ними, сделанные на основе практической работы с этими инструментами. Сразу заметим, что все рассматриваемые инструменты имеют статус свободных, предусмотрены бесплатные тарифы для использования.

В качестве инструментов для создания основы «перевернутых» учебных ресурсов можно использовать распространенные на сегодняшний день онлайн-сервисы для разработки интерактивных ментальных карт. Рекомендуем использовать сервисы Mindomo [8], Mindmeister [9]. Указанные онлайн-сервисы позволяют маркировать элементы ментальной карты иконками и пиктограммами, организовывать дополнительную навигацию по медиаконтенту сети Интернет с помощью гиперссылок, добавлять дополнительные объемные текстовые заметки и примечания.

Тематические задания по ключевым вопросам «перевернутых» учебных ресурсов добавляются в основу в зависимости от функциональных особенностей того или иного онлайн-сервиса при помощи гиперссылок или внедрением через html тег «iframe». При этом для каждого ключевого вопроса по теме формируется серия дополнительных элементов, содержащих подчиненные вопросы.

Для создания тематических заданий и дополнительных справочных ресурсов можно использовать онлайн-конструкторы интерактивного контента Wordwall [10], Flippity [11], Online Test Pad [12], Конструктор учебных ресурсов «Удоба» [13], Quizlet [14], LearningApps [15], ЕТреники [16].

Для работы учащихся в модели перевернутого класса успешно применяется ресурс виртуальной доски Padlet для проведения занятий. Сервис позволяет демонстрировать результаты учащихся в режимах онлайн и офлайн, получать комментарии учителя, обеспечивает режим групповой работы. Одновременно сервис является дополнительным виртуальным хранилищем учебных материалов.

Для контроля знаний может быть использован ресурс LearningApps, позволяющий разрабатывать интерактивные учебные

модули. Сайт LearningApps.org предназначен для оптимизации учебного процесса. Это приложение для создания интерактивных заданий различного уровня сложности. В число этих заданий могут входить викторины, пазлы, кроссворды и другие игры. Главным достоинством LearningApps следует считать наличие готовых шаблонов для реализации учебного материала с интерактивностью в игровом формате. На этом сайте ученик может работать самостоятельно, создавая различные задания, а можно и по конкретному заданию учителя. В последнем случае учитель проверяет данное им задание и отражает результаты выполнения в своем аккаунте.

Конструктор сайтов Tilda позволяет создавать впечатляющие, красивые и легкие в управлении сайты, интернет-магазины, лендинги и спецпроекты без программирования, что облегчает работу учителя при подготовке учебных материалов.

Однако все перечисленные онлайн-инструменты требуют использования сети Интернет.

Для разработки учебных материалов при подготовке задания для обучающихся в перевернутом классе можно использовать в том числе и различные программные средства.

Для разработки видеоматериалов рекомендуется программа захвата экрана Gsee Cam 8, позволяющая быстро создавать видеозаписи, редактировать их и размещать на видеохостингах – полностью на русском языке, без рекламы и водяных знаков. Первоначально захват экрана записывался в формате .wmv, но, как показала практика, этот формат занимает очень много места (иногда в 10 раз больше, чем другие форматы), поэтому для размещения на сайт было решено конвертировать файлы в формат mp4, что позволило сократить общий объем разработанных видеоматериалов почти в 3 раза. Для создания сайта использовались возможности онлайн-конструкторов.

Так, использование офисного приложения PowerPoint, входящего в офис Microsoft, дает учителю функционал для создания тестов, причем такой способ полностью не зависит от Интернета. Для разработки презентации-теста рекомендованы готовые шаблоны с интерактивностью и с использованием возможностей встроенной среды VBA (Visual Basic for Applications). Такой выбор инструментов обусловлен необходимостью формирования мгновенной обратной связи об успешности выполнения того или иного задания и допущенных ошибках.

Следует отметить, что разработка «перевернутых» учебных ресурсов при помощи

инструментов, указанных выше, обладает определенными достоинствами и недостатками. В качестве достоинств можно выделить достаточно высокую скорость и относительную независимость от требований к программному и аппаратному обеспечению компьютерных устройств за счет свойства кроссплатформенности онлайн-сервисов. Это является важным аргументом при работе в учебной аудитории, не требуется дополнительная подготовка и настройка оборудования. Необходим лишь браузер актуальной версии. При этом, как показала практика, за счет того, что онлайн-сервисы обладают интуитивно понятным интерфейсом, не нужно затрачивать время на подготовку обучающихся для их продуктивного использования. В то же время, говоря об использовании таких сервисов во время аудиторных занятий, к недостаткам можно отнести зависимость от стабильности и скорости подключения к Интернету.

Критическим моментом является и то, что создаваемые ресурсы размещаются на внешних серверах, управление которыми не является возможным по определению, что несет дополнительные риски доступности таких ресурсов при, например, изменении условий использования их собственниками (закрытие, монетизация) или блокировок по политическим или иным причинам (санкции, решения органов власти и т.п.).

Считаем, что реализация модели перевернутого класса предполагает соблюдение определенных требований как учителем, так и учениками. Отметим основные из них.

1. Главное условие – все предлагаемые в перевернутом классе задания должны иметь мотивацию – как минимум, они должны проверяться и оцениваться учителем, как максимум – к ним дается обязательная ссылка на уроках с оглашением результатов, оцениванием.

При выдаче задания ученикам надо рекомендовать им выполнить задание несколько раз с перерывом, например, в один день – объекты упражнения будут располагаться по-разному, что позволит осознанно изучить материал и исключить элемент угадывания.

2. Так как правила выполнения некоторых заданий неочевидны, учитель должен при первом выполнении задания уточнить, как такое упражнение выполняется.

Например, некоторые учебные задания, выполненные в шаблоне кроссворда, можно анонсировать как подготовку к брейн-рингу. Ученикам можно предложить выполнить задание дома, предварительно установив фиксированное время для выполнения. На-

пример, кроссворд из 8 слов надо разгадать не более чем за 90 секунд. Заключительное мероприятие можно провести в соревновательной форме между учащимися под девизом «Успеть за 90 секунд».

Выводы

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы, касающиеся реализации обучения в модели перевернутого класса. Сформулируем их как требования к учащимся – основным объектам образовательного процесса.

1. Учащиеся в сложившихся реалиях должны работать в своем специально созданном учебном виртуальном пространстве, цифровых инструментов для этого поколению Альфа предоставлено достаточно.

2. Учащиеся должны соблюдать цифровую гигиену и требования информационной безопасности, обязательные для существования в цифровой среде.

3. Обязательные условия реализации самостоятельной работы в модели перевернутого класса – постоянный контроль со стороны учителя, актуализация самостоятельно полученных знаний, мотивация к выполнению заданий.

4. Необходимое условие работы с информацией – критическое мышление, владение методиками которого должно быть сформировано в процессе обучения.

Список литературы

1. Бархатова Д.А., Ломаско П.С., Симонова А.Л., Хегай Л.Б. Проектирование платформы дополнительной предметной подготовки школьников на основе профессиональных запросов педагогов // Открытое образование. 2021. Т. 25. № 5. С. 15–30.
2. Осмоловская И.М., Ускова И.В. Домашняя работа школьников: уроки дистанционного обучения // Школьные технологии. 2020. № 3. С. 52–58.
3. Бархатова Д.А., Ломаско П.С., Симонова А.Л., Хегай Л.Б. Особенности «перевернутых» учебных ресурсов для дистанционного обучения школьников // Открытое образование. 2021. Т. 25. № 4. С. 4–12.
4. Молчанова Е.В. О плюсах и минусах цифровизации современного образования // Проблемы современного педагогического образования. 2019. № 64-4. С. 133-135.
5. Стариченко Б.Е. Цифровизация образования: иллюзии и ожидания // Педагогическое образование в России. 2020. № 3. С. 49-58.
6. Кормилицына Т.В. Методы и средства активного обучения в аспекте новой цифровой педагогики // Гуманитарные науки и образование. 2022. Т. 13. № 2(50). С. 46-51.
7. Кормилицына Т.В., Шестаков В.С. Методы организации контроля знаний обучающихся в условиях цифровизации образования // Цифровая трансформация дополнительного образования детей на региональном уровне: сборник научных статей по итогам работы Всероссийской научно-методической конференции. Армавир, 2021. С. 5–9.
8. Ментальные карты. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mindomo.com/ru> (дата обращения: 20.02.2023).
9. Онлайн-программа для создания интеллект-карт. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mindmeister.com/ru> (дата обращения: 20.02.2023).
10. Многофункциональный инструмент для создания интерактивных и печатных материалов. [Электронный ресурс]. URL: <https://wordwall.net/ru> (дата обращения: 20.02.2023).
11. Онлайн-сервис для создания и интерактивных упражнений для обучения. [Электронный ресурс]. URL: <https://flippity.net/> (дата обращения: 20.02.2023).
12. Образовательный онлайн-сервис для создания тестов, опросников, кроссвордов, логических игр и комплексных заданий. [Электронный ресурс]. URL: <https://onlinetestpad.Com> (дата обращения: 20.02.2023).
13. Конструктор и хостинг открытых образовательных ресурсов. [Электронный ресурс]. URL: <https://udoba.org/> (дата обращения: 20.02.2023).
14. Сервис для быстрого создания тестов. [Электронный ресурс]. URL: <https://quizlet.com/ru> (дата обращения: 20.02.2023).
15. Конструктор интерактивных учебных модулей. [Электронный ресурс]. URL: <https://learningapps.org/> (дата обращения: 20.02.2023).
16. Онлайн-конструктор учебных тренажеров. [Электронный ресурс]. URL: <https://etreniki.ru> (дата обращения: 20.02.2023).

УДК 374.1:793

ИСТОРИКО–КУЛЬТУРНАЯ ПОДГОТОВКА ШКОЛЬНИКОВ НА ЗАНЯТИЯХ БАЛЬНЫМИ ТАНЦАМИ

Латыпова Е.К., Ключова П.С.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет», Екатеринбург,
e-mail: Foxy231@mail.ru

В данной статье исследуется вопрос представленности историко-культурного компонента в обучении спортивным бальным танцам в образовательных учреждениях, независимых от ФГОС. Исследование направлено на поиск теоретических (в том числе и историко–культурных) и практических связей в обучении хореографии. Танец – компонент искусства, его целостность полностью обусловлена историко–культурно-логическими процессами и их изменениями в историческом аспекте эпох. Выводя технику исполнения на главную позицию, весь процесс дополнительного образования, где главным является именно образование и общее окультуривание (хореография – часть общей культуры), получение дополнительных умений и знаний комплексно, сводится к системе внеурочной физкультурно–танцевальной деятельности. Мы попытались установить причинно–следственную связь отсутствия применения в подготовке теоретической части с необходимым историко-культурным компонентом в нём. А также исследовали уровень обученности в соответствии в заявленными требованиями в рабочих программах в области историко–культурных знаний, что включает в себя знание истории возникновения и трансформации танца, происхождения с точки зрения истории и географии танца. Изменение рисунка и характера танца с течением изменения культурного развития эпох, знания музыкальных произведений являются фундаментом в исполнении танца.

Ключевые слова: хореография; танцевальная культура; историко–культурная подготовка; обучение спортивным бальным танцам.

HISTORICAL AND CULTURAL TRAINING OF SCHOOL CHILDREN STUDYING BALLROOM DANCING

Latypova E.K., Klyusova P.S.

Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg, e-mail: Foxy231@mail.ru

This article explores the issue of the representation of the historical and cultural component in the training of sports ballroom dances in educational institutions independent of the Federal State Educational Institution. The study is aimed at finding theoretical (including historical and cultural) and practical connections in teaching choreography. Dance as a component of art, its integrity, is completely due to historical and cultural processes and their changes in the historical aspect of eras. Bringing the technique of performance to the main position, the entire process of additional education, where the main thing is education and general culture (choreography is part of the general culture), obtaining additional skills and knowledge in a comprehensive way, boils down to a system of extracurricular physical education and dance activities. We tried to establish the causal relationship of the lack of application in the preparation of the theoretical part with the necessary historical and cultural component in it. They also investigated the level of training in accordance with the stated requirements in work programs in the field of historical and cultural knowledge, which includes knowledge of the history of the emergence and transformation of dance, origin, from the point of view of the history and geography of dance. A change in the pattern and character of the dance over the course of a change in the cultural development of eras, knowledge of musical works that are the foundation in the performance of the dance.

Keywords: choreography; dance culture; historical – cultural training; training in sports ballroom dancing

Образование и воспитание, как составные части культуры, позволяют сформировать механизмы трансляции культурной памяти и опыта предшествующих поколений. Этот тезис применим и к такой узкопрофессиональной среде, как бальные танцы. В аспекте преподавания бальных танцев сочетание преемственности и инновации заключается в необходимости сохранения стиля определенной танцевальной школы, который зачастую закладывается поколениями. При этом каждый педагог привносит элемент новизны с помощью новых педагогических технологий, методик и методов обучения [1]. Исследователи (Х. Гадамер, И.М. Быховская, М.С. Каган, Э.А. Баллер) отмечают, что именно этим определяется профессионализм преподавателя.

Историко-культурный компонент позволяет рассматривать конкретный феномен культуры в историческом аспекте: танец рассматривается в контексте культурной эпохи, при этом уделяется внимание знаково–семиотическому содержанию хореографии, а не только технике движения. Теория и история хореографического искусства помогают осмыслить проблемно-исторические, эстетические и другие аспекты научного знания в области хореографического искусства, понять его фундаментальные основания, его место и значение в мировом культурном потоке. Это позволяет понять и освоить танцевальные традиции различных стран и эпох, знакомит с творчеством выдающихся хореографов и исполнителей прошлого и настоящего [2; 3].

В основном в процессе преподавания педагоги используют такие методы, как демонстрация последовательности движений, методы «от простого к сложному», «поэтапного усложнения материала», словесный метод, метод работы в парах, исполнение в сочетании с музыкальной раскладкой. Среди индивидуальных творческих методик следует отметить: сочинения вариаций в соответствии с программой практического обучения, которую каждая частная школа или преподаватель разрабатывают самостоятельно, так как частные танцевальные студии и школы не зависят от ФГОС. Воспитание выразительности в исполнении, национальной манеры танца с последующим усложнением и доведением до состояния технической чистоты и координации, на наш взгляд, не представляется возможным без погружения в теоретическую составляющую программы [4].

Проблема недостаточности теоретической историко-культурной подготовки связана не только с профессиональными навыками педагога, но и со слабо сформированными общекультурными компетенциями, которые влияют на его профессионализм. Также проблема ИКЗ связана с объемом календарно-тематического планирования и режимом учебного дня. Отметим, что, как правило, дети занимаются бальными танцами два раза в неделю по одному часу. Всё время занятий посвящено изучению новых движений и фигур танцев, закреплению пройденного материала по технике исполнения танца. Также в школах-студиях бального танца проводятся занятия по общей физической подготовке в дополнение к основным. В возрасте 10–12 лет дети получают домашние задания, выполняемые в тетрадях. Домашняя работа также связана с техничным исполнением танца: дети записывают в тетрадь фигуры танца и заучивают нужный счёт.

Цель исследования – определить, каким образом связаны теоретический (историко-культурный) и практический блоки в аспекте преподавания бальных танцев, какие методы преподавания могут актуализировать корреляцию теории, истории танца и техники его исполнения.

Материалы и методы исследования

В работе представлены следующие подходы к исследованию хореографического искусства: деятельностный, системный, аксиологический, культурологический, историко-культурный. Среди эмпирических методов: анкетирование, беседа, опрос.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследователи в области художественного образования, в частности Л.Д. Блок и Е.О. Кабурнеева, отмечают системный характер педагогики в целом. При этом они указывают на такую характеристику данного раздела педагогики, как «традиционность», понимая под этим интеграцию определенных знаний в культурную среду [5; 6, с. 186]. Кроме того отмечается, что педагогические традиции направлены на формирование ценностного потенциала на двух уровнях: коллективном и индивидуальном. В хореографическом образовании данный аспект представлен в необходимости сохранения танцевального наследия и формирования собственного исполнительского стиля [1].

Необходимо отметить и другую черту художественной педагогики – преобладание эстетического компонента. Эстетика в данном исследовании рассматривается с двух позиций: общекультурной и педагогической. Ю.Б. Боров понимает эстетику как «деятельность по законам красоты вне искусства», отмечая при этом, что «художественная реальность может быть параллельна истории, но она никогда не бывает её слепком, её копией». То есть историко-культурный аспект художественного творчества всегда подвергается определенной интерпретации через призму индивидуального и коллективного мироощущения [7]. Педагогическое понимание эстетики подразумевает её трактовку в качестве компонента развития личности или её свойства. Эффективность эстетического развития личности напрямую связана с социальными условиями педагогического процесса. А.Ю. Плешакова отмечает, что образование и воспитание напрямую связаны с культурной средой, исследователь выделяет компоненты педагогических условий: «отношение к учащемуся как субъекту жизни, способному к культурному саморазвитию и самоизменению; отношение к образованию как культурному процессу, движущими силами которого являются диалог и сотрудничество его участников в достижении целей их культурного саморазвития; отношение к образовательному учреждению как целостному культурно-образовательному пространству, где живут и воссоздаются культурные образцы жизни его субъектов, происходят культурные события, осуществляется воспитание человека культуры» [8, с. 118]. Перечисленные элементы, попадая в зависимость от внешних проявлений культуры, формируют куль-

туру внутреннюю, как было сказано выше, развитие происходит на коллективном и индивидуальном уровнях.

Эстетическое воспитание, в словарном понимании данного термина, предполагает воздействие на эмоционально-чувственную и ценностную сферы личности. Среди целей эстетического воспитания выделяются: «развитие готовности личности к восприятию, освоению, оценке эстетических объектов в искусстве или действительности; совершенствование эстетического сознания; включение в гармоническое саморазвитие; формирование творческих способностей в области художественной, духовной, физической (телесной) культуры» [9, с. 327].

Историко-культурный компонент образовательного процесса в обучении балльным танцам тесно связан с эстетическим, так как восприятие «прекрасного» зависит от уровня культурного развития конкретного общества [10]. Эстетика, как форма выражения в художественном творчестве, предполагает выработку критериев приемлемого или допустимого в художественном произведении, это касается и хореографического искусства. Анализируя теоретически эстетический компонент развития хореографии (движения) и историю культуры (содержание танца), необходимо обратиться к работе Ю.М. Лотмана «Беседы о русской культуре». В данной работе представлены семиотические основания исследования танца в контексте эпохи: танец представлен как «реконструкция эпохи», «реконструкция поведения в культуре повседневности» [11]. Интерпретируя идею Ю.М. Лотмана в аспекте темы статьи, необходимо отметить, что танец как составной элемент культуры рассматривается в синхронном и диахронном контекстах. Ю.М. Лотман пишет: «Культура исторична по своей природе», следовательно танец – это интерпретация конкретного исторического периода. Так как культура «связана с историей, всегда подразумевает непрерывность нравственной, интеллектуальной, духовной жизни человека, общества и человечества», то танец как культурный текст не может существовать в современности, в противном случае он не будет наполнен символической нагрузкой [11]. Обращение к хореографии в этом аспекте обращает внимание на необходимость не только знать последовательность движений, но и осознавать их смысловую нагрузку.

Танец как синкретическое искусство сочетает в себе элементы изобразительного искусства, драматургии и музыки. Подоб-

ная многоаспектность позволяет развивать творческие способности в различных направлениях, равномерно формируя аудиальные, визуальные и кинестетические каналы восприятия индивида. Построение танцевального художественного образа действует все три названных канала, с опорой на конкретный историко-культурный материал. Визуальное многообразие танцевального искусства проявляется в том, что оно сочетает в себе неразрывную связь между движением, костюмом, музыкой, декоративно-прикладным искусством. Это способствует развитию художественного вкуса, чувства эстетики [12; 13]. Аудиальный компонент в комплексе с кинестетическим позволяет формировать чувство ритма, умение слышать и понимать музыку, одновременно с этим развивается телесная составляющая: «тренируется мышечная сила корпуса, ног, пластика рук, грация, выразительность и актерское мастерство» [9, с. 327].

Е.В. Путинцева в своем учебно-методическом пособии для педагогов и тренеров «Технология начальной подготовки в танцевальном спорте» использует понятие «культура эмоций», подразумевая под ним механизм передачи танцевального образа, затрагивающий названные выше каналы восприятия: «Строгий, выразительный, открытый взгляд, грациозность, певучесть жестов составляют артистичность, опирающуюся на умения и навыки сочетать движения с музыкой», что на занятиях переходит в механику исполнения движений и застывшую мимику [2]. При этом создатели современных методических пособий для педагогов и хореографов пишут о балльных танцах в контексте избранного вида спорта, но не искусства, отмечая, что современный танцевальный спорт включает в себя все аспекты спортивной тренировки в процессе формирования необходимого арсенала двигательных навыков, развития различных качеств и связанных с ними способностей. Для освоения соревновательной программы юным танцорам необходима начальная подготовка, включающая в себя весь спектр двигательных умений и специфических навыков для исполнения сложных танцевальных элементов [4]. Техническая подготовленность является результатом процесса музыкально-ритмической и хореографической подготовки, где «школа движений» служит фундаментом будущей безупречной техники исполнения танцевальных элементов [14].

Таким образом, очевидным становится ряд противоречий между: традиционным

знаниевым подходом к организации обучения, не учитывающим индивидуальный опыт и достижения педагогов, и возрастающими требованиями учебных заведений к уровню методической компетенции педагога бального танца; однообразием содержания образовательных программ и профессионально ориентированными потребностями педагогов в овладении новыми формами и интерактивными методами преподавания; личностными интересами учащихся в приобретении практических умений танцевать бальные танцы и отсутствием необходимых педагогических условий, обеспечивающих эффективность учебного процесса по музыкально-ритмическому развитию [15; 16], историко-культурным знаниям и теоретическому развитию учеников. Это, несомненно, переходит в результат профессиональной деятельности педагога в виде претензий на полноценное и всестороннее образование в виде хореографии и обучения бальным танцам как виду искусства, а на выходе процесса обучения мы видим спортсменов, не обремененных мешающими тренировочному процессу знаниями.

Прежде чем выявить уровень и содержание знаний в области хореографического исполнительства (бальные танцы) у занимающихся ими детей, нужно обратить внимание на мотивационный компонент их когнитивного развития в этой области. Он заключается в степени выраженности заинтересованности в изучении истории танца культурного аспекта этого вида деятельности [17]. В данном случае необходимо отметить, что особое влияние будут оказывать не только психолого-педагогические особенности возраста участников анкетирования, но и те характеристики, которые уже заложены в результате хореографической практики, их отношение к ней [17; 18].

Для выявления знаний сформированности у обучающихся теоретических знаний об историко-культурных особенностях бальных танцев, к которым также относятся знания в музыке (аудиальное восприятие) и технике построения рисунка танца (узкоспециальные знания), нами была разработана анкета, она предназначалась детям 10–12 лет в конкурсной категории «Дети 2» (Европейская программа бальных танцев).

Возраст респондентов (10–12 лет) обусловлен рядом факторов.

Во-первых, психолого-педагогические новообразования данного возраста позволяют самостоятельно формулировать точку зрения, проявляя критическое мышление [18].

Во-вторых, в этом возрасте начинается вторичная инкультурация, которая позволяет осознанно выбирать способы творческого развития [18].

В-третьих, именно в этом возрасте дети начинают официально выступать на соревнованиях, позиционируя себя как более подготовленных исполнителей в области бальных танцев.

Цель анкетирования заключалась в выявлении соотношении нескольких компонентов, исходя из психолого-педагогических характеристик возраста:

- уровень владения базовыми историко-культурными теоретическими знаниями в области бальных танцев [18];

- уровень комплексной сформированности каналов восприятия, о которых заявлено ранее (аудиальный, визуальный и кинестетический), в сочетании с применением этих знаний на практике с опорой на историко-культурный контекст.

Закрытая анкета состояла из трех блоков вопросов, с несколькими вариантами ответов, один вариант правильного ответа в каждом вопросе. Каждый блок вопросов проводил определенный срез знаний, всего в анкете 9 вопросов. Для детей из США анкета была переведена на английский язык. Также при формулировании вопросов анкетирования учитывался страноведческий критерий выборки респондентов. Для более доступного понимания вопросы для респондентов из США идут с пометкой «английская версия» (англ. версия). Закрытое анкетирование было проведено дистанционным образом среди 20 детей 10–12 лет, занимающихся в школах-студиях бальных танцев.

В анкетировании приняли участие 10 детей из России (г. Екатеринбург, школа-студия бальных танцев «Let's Dance») и 10 детей из зарубежья (студия бальных танцев «Utah Dance Artists», штат Utah, USA, под руководством Джейсона Трампа). Джейсон Трамп является не только руководителем студии, но и преподавателем бальных танцев европейской программы. Вопросы анкеты были получены преподавателями по электронной почте и разосланы детям в режиме реального времени с последующим ответом преподавателю также посредством электронной почты. Время ответов на вопросы было неограничено.

Первый блок вопросов анкеты был нацелен на выявление общекультурных исторических знаний хореографического искусства танца, на наличие или отсутствие теоретических знаний о танцах, исполняющихся этими детьми [18].

Второй блок вопросов анкеты направлен на выявление знаний в области музыки (аудиальное восприятие), определял умение её слушать, понимать её, анализировал сформированность знаний об изменениях и трансформации музыки, мелодии и звучания относительно времени и техники танца. «Музыка – не только основной «организатор» всей хореографии, но и основа «выразительного» исполнительства, вызывает эмоциональное отношение к выполнению движения» [19, с. 8].

Третий блок вопросов анкеты направлен на выявление знаний в узкоспециальной профессиональной деятельности, в аспекте теоретической подготовки в области хореографического искусства, технической направленности.

Вопросы анкетирования приводятся в таблице 1.

Результаты обработки материалов исследования приводятся в таблице 2, количество верных ответов обозначено цифрой.

Таблица 1

Вопросы анкетирования, направленные на выявление историко-культурных и знаний в области бальных танцев

№ вопроса, направление	Вопрос	Варианты ответов
1. Вопросы общекультурного исторического направления	Знаете ли вы, откуда пришёл танец в Россию? Do you know where dance came from in America? (англ. версия)	А. Танец пришёл к нам от древних народов. Б. Танец пришёл к нам из Испании, где много танцующих людей. В. Танец пришёл к нам после празднования Масленицы на Руси. В. The dance came to us after the celebration of Halloween (англ. версия).
2. Вопросы общекультурного исторического направления	Знаете ли вы, к какому виду искусства относится танец?	А. Музыкальное искусство. Б. Декоративно-прикладное искусство. В. Хореография.
3. Вопросы общекультурного исторического направления	Верно ли, что бальные танцы Европейской программы пришли в Россию из Европы? How you guess? that the ballroom dances of the European program came to America from Europe? (англ. версия)	А. Верно, все 5 танцев пришли в Россию из Европы, поэтому программа и называется Европейская. А. That's right, all 5 dances came to America from Europe, that's why the program is called European. Б. Каждый из 5 танцев пришёл к нам из своей страны. В. Танцы пришли к нам из разных стран, но танцевали их только в Европе.
4. Вопросы, относящиеся к аудиальному восприятию информации	Внимательно прослушайте музыкальное произведение («Минутка» Ф. Шопена, название произведения не произносится). Подумайте, в какую эпоху оно появилось, на музыку какого танца похоже это произведение?	А. Медленный вальс. Б. Фокстрот. В. Венский вальс.
5. Вопросы, относящиеся к аудиальному восприятию информации	Внимательно прослушайте музыкальное произведение, впервые появившееся на Южно-Американском континенте («Танго» Франсиско Канаро, название произведения не произносится). К какому виду бальных танцев подходит музыка?	А. Танго. Б. Фокстрот. В. Квикстеп.
6. Вопросы, относящиеся к аудиальному восприятию информации	С помощью чего можно выразить музыку, отчего она становится красивой, грустной или весёлой (главное средство музыкальной выразительности)?	А. С помощью мелодии. Б. С помощью различных технических средств (плеер, музыкальные колонки, микрофон). В. С помощью инструментов, на которых играется музыка (барабаны, труба, гитара).

Окончание табл. 1

№ вопроса, направление	Вопрос	Варианты ответов
7. Узкоспециальные вопросы, требующие знаний в изменении рисунка, стиля и характера танца в историческом и культурологическом аспекте	Какие формы и виды хореографии бальных танцев Европейской программы вы знаете? Дайте названия танцев относительно их описания	<p>А. Танец требует четкости в музыке и в движениях, органично сочетает в себе повороты, динамичные фигуры и сдержанные, но выразительные позы.</p> <p>В. Основой танца является непрерывное вращение, в танце отсутствуют наклоны и резкие повороты. Стремительное, но вместе с тем изящное кружение создаёт ощущение, будто танцующие парят над паркетом.</p> <p>Г. Танец включает в себя гладкие, скользящие шаги и длинные линии, сложный ритмический характер, танец требует от танцоров хорошего равновесия, координации, слаженности и постоянного контроля движений.</p> <p>Д. Танец парный, его основная фигура «шаг-шаг-закрытая позиция», а самая известная – «полный оборот в два такта, с тремя шагами в каждом».</p> <p>Исполнители этого восхитительного танца отличаются благородной осанкой и грациозностью движений.</p> <p>Е. Этот бальный танец очень похож на другой танец Европейской программы, так как эти танцы имеют одно происхождение, он является ускоренной версией первоначального танца этого стиля.</p>
8. Узкоспециальные вопросы	Ритмический рисунок музыки – это...	<p>А. Последовательности длительности звуков.</p> <p>Б. Временной промежуток между паузами в музыке.</p> <p>В. Рисунок музыки, образованный звучанием звуков от самого низкого к самому высокому.</p>
9. Узкоспециальные вопросы	Знаете ли вы терминологию в музыке таких обозначений, как ритм, пауза, темп? Напишите правильный термин, по вашему мнению, напротив обозначений под буквами А, Б, В	<p>А. Это то, что представляет собой четкую организацию музыки во временном пространстве. Образуется структура из последовательности длительностей и пауз.</p> <p>Б. Это знак молчания, который играет большую роль в произведении. Когда музыка перестаёт играть на определённый промежуток времени.</p> <p>В. Это музыкальная характеристика, определяющая скорость исполнения музыкального инструмента. Это то, как быстро, медленно или умеренно исполняется музыка.</p>

Таблица 2

Результаты анкетирования

№ вопроса, вопрос	Количество правильных ответов в %. Школа-студия «Let's Dance», г. Екатеринбург, Россия	Количество правильных ответов в %. Бальная студия «Utah Dance Artists», Utah, USA
1. Знаете ли вы, откуда пришёл танец в Россию? 1. Do you know where dance came from in America? (англ. версия)	0%	20%
2. Знаете ли вы, к какому виду искусства относится танец?	20%	10%
3. Верно ли, что бальные танцы Европейской программы пришли в Россию из Европы? 3. How you guess? that the ballroom dances of the European program came to America from Europe? (англ. версия)	30%	20%

Окончание табл. 2

№ вопроса, вопрос	Количество правильных ответов в %. Школа-студия «Let's Dance», г. Екатеринбург, Россия	Количество правильных ответов в %. Бальная студия «Utah Dance Artists», Utah, USA
4. Внимательно прослушайте музыкальное произведение («Минутка» Ф. Шопена, название произведения не произносится). Подумайте, в какую эпоху оно появилось, на музыку какого танца похоже это произведение?	20%	30%
5. Внимательно прослушайте музыкальное произведение, впервые появившееся на Южно-Американском континенте («Танго» Франсиско Канаро, название произведения не произносится). К какому виду бальных танцев подходит музыка?	20%	30%
6. С помощью чего можно выразить музыку, отчего она становится красивой, грустной или весёлой (главное средство музыкальной выразительности)?	30%	20%
7. Какие формы и виды хореографии бальных танцев Европейской программы вы знаете? Дайте название танцев относительно их описания.	0%	0%
8. Ритмический рисунок музыки – это...	30%	20%
9. Знаете ли вы терминологию в музыке таких обозначений, как ритм, пауза, темп? Напишите правильный термин, по вашему мнению, напротив обозначений под буквами А, Б, В.	20%	30%

Заключение

Анализ основных задач методов обучения бальным танцам, анализ рабочих программ и содержание занятий позволил сделать выводы о том, что во всех указанных формах занятий не уделяется внимание так называемой теоретической или эстетической части изучения хореографического искусства, к которым относится изучение музыкальных произведений, историко-культурной особенности бальных танцев, а также изучение узкоспециальной теоретической части исторического формирования бальной техники, основанное также на истории развития и происхождения танца, что несет в себе знаково-символический материал. После проведенного анкетирования с детьми были проведены беседы (с детьми из США беседы проводились с помощью системы Skype), для того чтобы понять мотивы ответов на вопросы и добиться более чистого результата анкетирования. Респонденты из России и США во время диалога пояснили, что в основном при ответах на вопросы 1, 3, 4, 7, 8, 9 делали выбор ответа наугад, так как не владеют знаниями для того, чтобы дать правильный ответ. При этом ответы на вопросы 2, 5, 6 всеми респондентами были даны

осознанно, но не связаны с глубиной их знаний. Респонденты интуитивно выбрали правильные ответы, основанные на общей эрудиции и понимании определений, более часто используемых преподавателем в общеобразовательном процессе. Ответы на 2 и 3 вопросы были даны по синонимичному значению.

Согласно заявленной цели исследования был произведен анализ программ на предмет представленности историко-культурных знаний в преподавании бальных танцев в России и США. Также нами была получена рефлексия на предмет соотношения теории и практики в виде результата эмпирической части, которая показала результат сформированности историко-культурных знаний у обучающихся согласно заявленным программам.

Практическая значимость: эмпирическая составляющая исследования может быть применена преподавателями сферы дополнительного образования в области историко-культурных знаний у обучающихся бальным танцам для организации входного мониторинга, текущего и итогового контроля. Теоретические данные могут быть использованы при создании программы данного вида мониторинга.

Список литературы

1. Ваганова А.Я. Основы классического танца. СПб.: Искусство, 2018. 158 с.
2. Путинцева Е.В. Технология начальной подготовки в танцевальном спорте: учебно-методическое пособие. Омск: Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, 2018. 173 с.
3. Филатов С.В. От образного слова – к выразительно-му движению / Под ред. А.Л. Гройсмана, Е.П. Валукина. М.: NV Магистр, 1993. 128 с.
4. Нарская Т.Б. Организационно-творческая работа с хореографическим коллективом: учебно-методическое пособие. Челябинск: ЧГАКИ, 2014. 52 с.
5. Блок Л.Д. Классический танец: История и современность / Вступ. ст. В.М. Гаевского. М.: Искусство, 1987. 556 с.
6. Кабурнеева Е.О. Становление хореографического образования в России: традиции балетного искусства в культурно-историческом контексте // Вестник Московского государственного университета культуры и искусств. 2010. № 5(37). С. 185-188.
7. Боров Ю.Б. Эстетика: учебник. М.: Высшая школа, 2019. 511 с.
8. Плешакова А.Ю. Социально-педагогические условия интернационализации образования: к определению понятия // Научный диалог. 2014. № 2 (26). С. 118–125.
9. Бим-Бад Б.М. Педагогический энциклопедический словарь. М., 2018. С. 327-328.
10. Фархутдинова Г.Р., Патрикеева Л.А. Работа руководителя детского хореографического коллектива с исполнителями над созданием художественного образа // Педагогическое мастерство и современные педагогические технологии: сборник материалов X Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 20 сентября 2019 года) / Редколлегия: О.Н. Широков [и др.]. Чебоксары: ООО «Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс», 2019. С. 104-107.
11. Лотман Ю.М. Беседы о русской культуре: Быт и традиции русского дворянства (XVIII – начало XIX века) М.: Искусство, 2020. 484 с.
12. Захарова О.Ю. Русский бал XVIII – начала XX века. Танцы, костюмы, символика. М.: Центрполиграф, 2020. 448 с.
13. Слостенин В.А., Исаев И.Ф., Шиянов Е.Н. Педагогика: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Под ред. В.А. Слостенина. М.: «Академия», 2013. 576 с.
14. Нарская Т.Б. Классический танец: учебно-методическое пособие. Челябинск: ЧГАКИ, 2019. 163 с.
15. Нарская Т.Б. Танец в общественной жизни, в системе обучения и воспитания в России // Педагогический опыт и мастерство хореографа: сб. науч. тр. / науч. ред. В.Я. Рушанин, В.И. Панферов, сост. Т.Ф. Берестова. Челябинск: Челябинская государственная академия культуры и искусств, 2019. С. 156-160.
16. Путинцева Е.В. Структура видов начальной подготовки детей 7-9 лет в спортивных танцах: дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2019. 151 с.
17. Чжуан Яньюй. Балльные танцы в системе дополнительного образования школьников // Мир науки, культуры, образования. 2017. №5 (66). С. 204-205.
18. Латыпова Е.К. Проблемы историко-культурной подготовки обучающихся в студиях балльных танцев // Искусство и художественное образование в контексте межкультурного взаимодействия: материалы IX Международной научно-практической конференции (Казань, 23 октября 2020 года). Казань: Издательство Казанского университета, 2020. С. 396-403.
19. Кузовникова Т.Б., Багирова Е.В. Музыкальность движения как один из критериев оценки дисциплин европейской и латиноамериканской программ // Мир науки, культуры, образования. 2018. № 5(72). С. 7-10.

УДК 378.14.015.62

ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ В УСЛОВИЯХ БЫСТРО МЕНЯЮЩЕЙСЯ СРЕДЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: КОНСТРУКТИВИСТСКИЙ ПОДХОД

Мельник Н.М.

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

В современных условиях профессиональной деятельности, характерными особенностями которых являются нестабильность, сложность, неоднозначность, низкая степень прогнозирования развития производственных ситуаций, возрастает значимость повышения квалификации, предоставляющей специалисту возможность быстрого реагирования на изменения профессиональной среды. Цель исследования – теоретическое обоснование и выработка практических рекомендаций по реализации конструктивистского подхода в процессе повышения квалификации, обеспечивающего формирование умения специалиста создавать ценное знание в приоритетной для него сфере деятельности в процессе конструирования конкурентоспособного продукта с желаемыми свойствами. Выявлены проблемные недостатки традиционного повышения квалификации. Доказана необходимость трансформации дидактического процесса повышения квалификации. Разработаны компоненты дидактики, реализующие конструктивистский подход в повышении квалификации. Предложено ввести в учебный план повышения квалификации универсальный модуль «Конструирование востребованных свойств продукта деятельности», целью которого является обеспечение формирования в сознании специалиста целостного универсального образа профессиональной деятельности и выработка умений и навыков его использования в реальной практической деятельности для создания нового ценного знания без ограничения в любой сфере интересов. Акцентируется внимание на оценивании результативности повышения квалификации по умению специалиста создавать продукт с определенными свойствами и ценностью. Результаты исследования могут способствовать возрастанию ценности программ повышения квалификации в условиях быстро меняющейся среды.

Ключевые слова: целостный образ профессиональной деятельности, направление конструктивной активности, конструирование продукта с востребованными свойствами, создание персонального знания

PROFESSIONAL DEVELOPMENT IN RAPIDLY CHANGING PROFESSIONAL ENVIRONMENT: CONSTRUCTIVISM APPROACH

Melnik N.M.

Samara State Technical University, Samara, e-mail: prfgo@rambler.ru

In modern conditions of professional activity, the characteristic features of which are instability, complexity, ambiguity, a low degree of forecasting the development of production situations, the importance of professional development increases, which provides the specialist with the opportunity to quickly respond to changes in the professional environment. The purpose of the study: theoretical substantiation and development of practical recommendations for the implementation of the constructivist approach in the process of professional development, which ensures the formation of a specialist's ability to create valuable knowledge in a priority area for him in the process of designing of competitive product with desired properties. The problematic shortcomings of traditional professional development have been identified. The necessity of transformation of the didactic process of professional development is proved. Components of didactics have been developed that implement the constructivist approach to professional development. It is proposed to introduce a universal module "Designing demanded properties of the product of activity" into the curriculum for professional development, the purpose of which is to ensure the formation in the mind of a specialist of a holistic universal image of professional activity and the development of skills and abilities to use it in real practice to create new valuable knowledge without limitation in any area of interests. Attention is focused on evaluating the effectiveness of professional development on the ability of a specialist to create a product with certain properties and value. The results of the study may help increase the value of professional development a rapidly changing environment.

Keywords: a holistic image of professional activity, the direction of constructive activity, the design of a product with demanded properties, the creation of personal knowledge

Новая реальность профессиональной среды, характерными особенностями которой являются изменчивость, сложность, неоднозначность, низкая степень предсказуемости, прогнозирования развития производственных ситуаций, обусловила рост востребованности дополнительного профессионального образования. По оценкам BusinesStat, в 2017–2021 гг. объем рынка дополнительного профессионального обра-

зования в России вырос на 23,6%, при этом доля программ повышения квалификации составила порядка 80% от общего числа реализованных программ.

Традиционно программы повышения квалификации ориентированы на конкретный результат, который нужен потребителю (заказчику) в данный момент и предоставляют специалистам, имеющим профессиональное образование и опыт профессио-

нальной деятельности, возможность быстро адаптироваться к изменившимся условиям и технологиям за счет формирования компетенций, отвечающих требованиям профессионального стандарта и освоения необходимых узкоспециализированных знаний, умений, способов деятельности. Однако потребитель (заказчик) не всегда может четко сформулировать желаемый результат повышения квалификации [1].

В то же время в быстро меняющейся профессиональной среде, узкоспециализированные знания, умения, способы деятельности имеют краткое время «оптимальности» своего применения. Их необходимо постоянно совершенствовать. Востребованной становится динамическая непрерывность в формировании сменяющих друг друга актуальных способов деятельности. Традиционно это процесс доучивания, переучивания, который становится практически постоянным, затратным, занимающим все больше времени. При этом его потенциал носит консервативный характер, так как ориентирован на текущие запросы рынка труда, т.е. на воспроизводство сложившихся трудовых действий, способов деятельности.

В условиях все возрастающей скорости технологических изменений традиционный процесс доучивания-переучивания является тупиковым.

Авторитетные исследования последних лет показывают:

1. Непостоянство требований рынка к профессиям, знаниям, умениям, компетенциям [2].

2. Возрастание значимости способности специалиста модифицироваться не только соразмерно определяющим характеристикам профессиональной среды, но и их изменениям [3].

3. Осознание необходимости созидания специалистом актуального знания, реализуемого в высокотехнологичном конкурентоспособном продукте [4].

Если в индустриальную эпоху преобладающей функцией образования являлось воспроизводство знания, то сегодня, в условиях борьбы за технологический суверенитет, на первый план выходит созидание нового ценного знания [5].

Результаты исследований свидетельствуют об актуализации потребности изменения методологических основ повышения квалификации.

Цель исследования – теоретическое обоснование принципиально нового подхода к повышению квалификации, обеспечивающего формирование умения специалиста

создавать ценное знание в приоритетной для него сфере деятельности в процессе конструирования конкурентоспособного продукта с желаемыми свойствами и выработка рекомендации по его реализации.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось с опорой на теоретико-методологический анализ научных источников, касающихся исследуемой темы, на изучение педагогического опыта повышения квалификации, на пилотные исследования.

Анализ отечественных и зарубежных исследований показывает, что время и ситуация требуют при разработке программ повышения квалификации учитывать не только запросы рынка, но и необходимость подготовки специалиста к профессиональному развитию соразмерно изменениям профессиональной среды, а также актуальные научные подходы к формированию востребованного знания. Новые знания, с одной стороны, помогают специалисту достигать поставленных целей, с другой стороны, эти же новые знания изменяют самого специалиста, мотивы его целеполагания, сами цели, задачи.

Вызовы высокотехнологичного мира обуславливают изменения в процессах познания. Познание в контексте данного исследования мы рассматриваем как процесс творческой деятельности человека, формирующий его знания: построение целостного знания, конструирование актуального знания.

Исследования показывают, что значимым и обсуждаемым сегодня трендом в научном и образовательном сообществе является необходимость формирования трансформационной компетенции (transformative competences) [6], представленной способностями:

– создавать новые знания, идеи, методы, стратегии и решения;

– учитывать множество взаимосвязей между внешне противоречивыми направлениями деятельностной активности;

– осознавать свои действия и оценивать ситуацию с учетом личных, производственных, общественных целей.

С этих позиций содержание образовательных программ, в том числе программ повышения квалификации, должно быть направлено на формирование знания, обеспечивающего развитие способности специалиста действовать проактивно (проактивно подразумевает «создание» будущего) [7].

J. Perez и M.C. Murray заявляют об актуальности формирования у специалиста

способности порождать новые знания, формирующие основу для инноваций и творчества [8]. В исследованиях Е.Ю. Левиной и Л.Ю. Мухаметзяновой доказывается, что одним из результативных направлений развития образования является обращение к формированию умения специалиста превращать информацию в ценное персональное знание и на его основе создавать инновационные продукты и технологии [9]. Знания обуславливают пределы продуктивности и результативности деятельности специалиста. Х.Г. Тхагапсоев и М.М. Яхутлов считают, что происходит эволюция предметного содержания знания – от монодисциплинарного к полидисциплинарному, трансдисциплинарному, ведущего к радикальным изменениям в методах его выработки и организации. Трансдисциплинарность в рамках данного исследования означает целостное, холистическое видение реальности в ее сложности, многоуровневости, многомерности. Кроме того, в образовательный процесс должны быть внесены модули, реализующие консолидацию познавательных, социальных и инженерных технологий [10].

С этих позиций одной из принципиально новых задач повышения квалификации является формирование в сознании специалиста целостного образа профессиональной деятельности.

Методологическим основанием исследования был принят конструктивистский подход. Основной тезис конструктивистского подхода: обучение – это не передача знания, как эстафетной палочки, но обеспечение условий, при которых становятся возможными процессы создания знания самим обучающимся. Создание знания – это предвосхищение опыта. Специалист исходит из того, что созданное им знание будет ценно в актуальной профессиональной деятельности, и включает аспекты, которые релевантны его целям и действию [11, с. 139].

Одной из технологий практической реализации конструктивистского подхода в образовательном процессе является эволюционно-деятельностная технология, обеспечивающая познание профессиональной деятельности на основе единой конвергентной параметрической модели в процессе создания актуального персонального знания при конструировании продукта с желаемыми (заданными) свойствами [12]. В качестве универсального параметра единой конвергентной параметрической модели принята деятельность как единый унарный символ соразмерного представления субъекта, среды и свойств продукта деятельности. Описание изменений свойств продукта

осуществляется в познавательных единицах единого унарного символа – направлениях конструктивной активности, структурированных в два пространства представления. Пространство представления продуктивной деятельности (ПППД) – восемь познавательных единиц единого унарного символа: производственное, экологическое, научное, художественное, педагогическое, управленческое, медицинское, физкультурное направление активности. Пространство представления профессионального самоопределения (ПППС) – девять познавательных единиц единого унарного символа: потребности, цель, нормы, критерии, методы, содержание, способности, способы деятельности [13]. Декомпозиция профессиональной задачи в пространствах представления (деление целого на соразмерные части) и последующая актуализация и агрегация направлений конструктивной активности (аддитивная суперпозиция актуальных частей) обеспечивает конструирование востребованного субъектом множества видов профессиональной деятельности, каждый из которых обуславливает получение продукта с определенными свойствами и, соответственно, знание, что надо делать, чтобы такой продукт получить.

С этих позиций еще одной принципиально новой задачей повышения квалификации является овладение обучающимся эволюционно-деятельностной технологией создания актуального персонального знания в процессе конструирования желаемых (заданных) свойств продукта.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе многоаспектного исследования, проводимого автором в течение 5 лет (2018–2022 гг.), были выявлены следующие несовершенства и открывающиеся перспективы качественного изменения повышения квалификации.

К проблемным недостаткам следует отнести:

1. Отсутствие целостного образа профессиональной деятельности даже у специалистов, имеющих производственный опыт.

2. Традиционные программы повышения квалификации не ориентированы на формирование целостного образа профессиональной деятельности.

3. При составлении традиционных программ повышения квалификации за основу берется детализация формализованных компетенций и в соответствии с ней фрагментарное деление информации (нужное – ненужное, правильное – неправильное).

4. При повышении квалификации не ставится задача формирования у специалиста единой системы представлений, позволяющей, во-первых, видеть место каждого фрагмента в целостной системе профессиональной деятельности, во-вторых, выявлять и осмысливать взаимосвязи, в-третьих, консолидировать знания разных наук, в-четвертых, учитывать риски и конструировать свою профессиональную деятельность в условиях неопределенности, в-пятых, обеспечить продуктивное взаимодействие специалистов, имеющих разную профессиональную направленность, реализующих разные трудовые функции.

В процессе исследования были раскрыты основные компоненты дидактики, требующие трансформации и дополнения.

1. В учебный план любой программы повышения квалификации необходимо ввести универсальный модуль «Конструирование востребованных свойств продукта деятельности», осваиваемый в самом начале обучения. Универсальный модуль «Конструирование востребованных свойств продукта деятельности» нацелен на формирование в сознании обучающего целостного образа профессиональной деятельности, предъявление обучающемуся потенциальных направлений конструктивной активности и методику работы с ними. Данный модуль структурирует мышление специалиста. Знание, получаемое в рамках этого мо-

дуля, является фактически фундаментальным знанием, так как:

- направлено на постижение сущностных оснований и связей разнообразных объектов и процессов профессиональной деятельности;

- сохраняет свою ценность на протяжении всей трудовой жизни человека.

Объем контактной работы с преподавателем при реализации модуля должен составлять не менее 12 ч:

2 ч – Создание целостного образа, организующего процесс конструирования продукта с желаемыми (заданными) свойствами.

2 ч – Формирование понимания сущности и возможностей пространства представления продуктивной деятельности (ПППД) и пространства представления профессионального самоопределения (ПППС) в конструировании свойств продукта.

2 ч – Формирование понимания влияния направлений конструктивной активности и их сочетания на результативность и продуктивность профессиональной деятельности, на ценность и свойства продукта, созданного в итоге деятельности (материальный предмет, знание, концепция, технология и др.).

2 ч – Профессиональное самоопределение: самостоятельное конструирование пространства своих потребностей, целей, возможностей, рисков и принятие действенного решения.



Прогноз качественного соотношения ценностных свойств повышения квалификации специалиста при реализации конструктивистского подхода (сплошная линия) и традиционного повышения квалификации (пунктирная линия)

4 ч – Практическая работа в пространствах представления ПППД и ПППС в контексте той компетенции, повышение которой планируется.

2. Все модули учебного плана должны быть разработаны в контексте системообразующего фактора «деятельность», т.е. содержание модулей является контекстом параметрического моделирования изменения свойств продукта.

3. Показателем результативности повышения квалификации следует принять умение специалиста осознанно конструировать персональную деятельность по созданию конкурентоспособного продукта с новыми свойствами, новыми функциями.

Экспертная оценка и пилотная апробация повышения квалификации на основе конструктивистского подхода подтверждают ее качественно новые возможности и основные преимущества по сравнению с традиционными технологиями (рисунок).

Заключение

Сегодня становятся все более востребованными не просто профессиональные исполнительские функции, когда специалист по выбранному алгоритму обрабатывает информацию с целью решения профессиональной задачи, а умение конструировать деятельность по созиданию продукта с желаемыми (заданными) свойствами.

Универсальный модуль «Конструирование востребованных свойств продукта деятельности», который предлагается сделать частью любого учебного плана повышения квалификации, обеспечивает формирование в сознании специалиста целостного универсального образа профессиональной деятельности и выработку умений и навыков использовать его в реальной практической деятельности для создания актуального конкурентоспособного продукта, свойства и ценности которого соразмерны государственным, экономическим, общественным, личностным потребностям.

Список литературы

1. Нотова С.В., Подосенова И.А. Система ДПО как основа непрерывного профессионального образования // Высшее образование в России. 2021. Т. 30. № 8–9. С. 134–143. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-8-9-134-143.
2. Агабабян Э.А., Коджоян Р.А. Будущее образования или образование будущего // Бизнес-образование в экономике знаний. 2019. № 3 (14). С. 5–10.
3. Kononiuk A., Pająk A., Gudanowska A.E., Magruk A., Rollnik-Sadowska E., Kozłowska J., Sacio-Szymańska A. Foresight for Career Development // Foresight and STI Governance. 2020. Vol. 14, Iss. 2. P. 88–104. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.2.88.104.
4. Мельник Н.М., Нестеренко В.М. Высокотехнологичная педагогика созидания: аксиологический и эволюционно-деятельностный подходы // Научный результат. Педагогика и психология образования. 2019. Т. 5. № 4. С. 3–13. DOI: 10.18413/2313-8971-2019-5-4-0-1.
5. Анисимова Н.Ю. Организация подготовки кадров в цифровой экономике // Креативная экономика. 2021. Т. 15. № 3. С. 735–748. DOI: 10.18334/ce.15.3.111846.
6. Сорокин П.С., Зыкова А.В. «Трансформирующая агентность» как предмет исследований и разработок в XXI веке: обзор и интерпретация международного опыта // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2021. № 5. С. 216–241. DOI: 10.14515/monitoring.2021.5.1858.
7. Сорокин П.С., Фрумин И.Д. Образование как источник действия, совершенствующего структуры: теоретические подходы и практические задачи // Вопросы образования. 2022. № 1. С. 116–137. DOI: 10.17323/1814-9545-2022-1-116-137.
8. Perez J., Murray M.C. Generativity: The New Frontier for Information and Communication Technology Literacy // Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge and Management. 2010. Vol. 5. P. 127–137.
9. Левина Е.Ю., Мухаметзянова Л.Ю. Развитие Человека знания в ракурсе когнитивной парадигмы // Казанский педагогический журнал. 2020. № 3 (140). С. 8–18. DOI: 10.34772/KPJ.2020.140.3.001.
10. Тхагапсоев Х.Г., Яхутлов М.М. Поиск резервов в тисках «вмененного»: к парадоксам нашей стратегии образования // Высшее образование в России. 2020. Т. 29. № 12. С. 95–103. DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-12-95-103.
11. Князева Е.Н. Эпистемологический конструктивизм // Философия науки и техники. 2006. № 1. С. 133–152.
12. Нестеренко В.М., Мельник Н.М. Методология высшего образования в новой реальности: аддитивное конструирование актуального продукта // Научный результат. Педагогика и психология образования. 2022. Т. 8. № 3. С. 3–16. DOI: 10.18413/2313-8971-2022-8-3-0-1.
13. Нестеренко В.М., Мельник Н.М. Онтология знания в подготовке специалиста-созидателя // Общество. Коммуникация. Образование. 2020. Т. 11. № 4. С. 29–42. DOI: 10.18721/JHSS.11403.

УДК 378.147

ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ УРОКОВ «ФАНТАЗИИ» КАК СРЕДСТВО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО САМОРАЗВИТИЯ БУДУЩЕГО ПЕДАГОГА НАЧАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Микерова Г.Ж.

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар,
e-mail: mykerova8@mail.ru*

В статье рассматривается проблема профессионального саморазвития будущего педагога начального образования как «непрерывного процесса качественного, самостоятельного, целенаправленного раскрытия собственных потенциальных возможностей и способностей, позволяющего осуществлять различные виды профессиональной деятельности». Основной вид деятельности педагога в практике начального общего образования – подготовка к проведению уроков по различным учебным предметам. В этой деятельности от него требуется проявление высокого уровня компетентности, творчества. По мнению автора статьи, средством для этого может служить подготовка к проведению авторских уроков «Фантазии». По технологии укрупненных дидактических единиц основоположника П.М. Эрдниева, эти уроки проводятся в процессе развития речи младших школьников благодаря экономии учебного времени в 3–4 классах. Формы, методы и приемы, применяемые на них, заимствованы из книги Дж. Родари «Грамматика фантазии, или искусство придумывания историй». Студенты самостоятельно изучают их, пишут эссе, пробуют составлять свои рассказы, сказки, сочинять стихотворения и т.п. Благодаря этому запускаются механизмы и позитивно изменяются все компоненты их профессионального саморазвития. В статье приводятся примеры творчества студентов – будущих педагогов начального образования, которые являются результатами их самопознания, самоопределения, самоуправления, самосовершенствования и творческой самореализации по приобретению требуемых компетенций.

Ключевые слова: профессиональное саморазвитие, будущий педагог начального образования, уроки «Фантазии», технология укрупненных дидактических единиц

PREPARATION FOR LESSONS “FANTASY” AS A MEANS OF PROFESSIONAL SELF-DEVELOPMENT OF THE FUTURE TEACHER OF PRIMARY EDUCATION

Mikerova G.Zh.

Kuban State University, Krasnodar, e-mail: mykerova8@mail.ru

The article deals with the problem of professional self-development of a future teacher of «primary education as a continuous process of high-quality, independent, purposeful disclosure of one’s own potentialities and abilities, which allows one to carry out various types of professional activities». The main activity of a teacher in the practice of primary general education is preparation for conducting lessons in various academic subjects. In this activity, he is required to display a high level of competence and creativity. In the opinion of the author of the article, preparation for the author’s lessons “Fantasy” can serve as a means for this. According to the technology of enlarged didactic units of the founder P.M. Erdniev, these lessons are conducted in the process of developing the speech of younger students due to the saving of study time in grades 3-4. The forms, methods and techniques used on them are borrowed from the book by J. Rodari “Grammar of fantasy or the art of inventing stories.” Students independently study them, write essays, try to compose their own stories, fairy tales, compose poems, etc. Thanks to this, mechanisms are launched and all components of their professional self-development positively change. The article provides examples of the creativity of students – future teachers of primary education, which are the results of their self-knowledge, self-determination, self-government, self-improvement and creative self-realization to acquire the required competencies.

Keywords: professional self-development, future primary education teacher, “Fantasy” lessons, technology of enlarged didactic units

Научные поиски многих современных педагогов и психологов определяют актуальность профессионального саморазвития студентов. В своих исследованиях они по-разному выявляют его сущность, условия, методы, средства и понимают его как: «прогрессивное самоизменение, формирование качеств, необходимых для успешного выполнения будущей профессиональной деятельности (Р.С. Немов); процесс, определяющий формирование эффективного стиля профессиональной деятельности, выбор стратегий ее освоения (М.Р. Битянова,

М.М. Дудина); сознательную деятельность, направленную на самосовершенствование в соответствии с профессиональными требованиями (В.А. Сластенин); процесс интеграции профессиональной подготовки, определяющий содержание и личностный смысл саморазвития (Э.Ф. Зеер); ориентиры на высокий уровень профессионализма и профессиональных достижений в процессе профессиональной деятельности и взаимодействий (А.А. Деркач, В.Г. Зазыкин); личностные, социальные и профессиональные компетенции, определяющие

способность будущего специалиста реализовывать на практике свой субъектный опыт в профессиональной деятельности (Ю.В. Андреева); ориентиры, определяющие интенсивность профессионального развития в продуктивной профессиональной социализации (А.Ф. Амиров)» [1].

В исследовании будем придерживаться такого определения, данного И.А. Бобровой и О.В. Чурсиновой: профессиональное саморазвитие педагога – это «непрерывный процесс качественного, самостоятельного, целенаправленного раскрытия собственных потенциальных возможностей и способностей, позволяющий осуществлять различные виды профессиональной деятельности» [2, с. 41].

Основной вид деятельности педагога в практике начального общего образования – подготовка к проведению уроков по различным учебным предметам. В этой деятельности от него требуется проявление высокого уровня компетентности, творчества. Несомненно, каждый учебный предмет по-своему специфичен, поэтому знания, умения и навыки, которые формируются у него в процессе профессиональной подготовки, должны быть высокопрофессиональными. На наш взгляд, подготовка к проведению авторских уроков «Фантазии», которые проводятся в рамках изучения технологии укрупненных дидактических единиц, способствуют росту их профессионализма и являются средством его саморазвития.

Цель исследования – определить проблему профессионального саморазвития будущего педагога начального образования и описать одно из средств – подготовку к проведению авторских уроков «Фантазии».

Профессиональное саморазвитие учителя ученые характеризуют через процессы самопознания, самоопределения, самоуправления, самосовершенствования и творческой самореализации [2, с. 41]. Самопознание является важным исходным структурным компонентом профессионального саморазвития будущего педагога начального образования, которое благодаря осуществлению самоанализа и самооценивания переходит в процесс самоопределения. Далее самоуправление и самосовершенствование позволяет ему построить управленческий цикл своей деятельности и совершенствовать его. Процесс творческой самореализации – итог целенаправленной, непрерывной, профессионально-познавательной активности будущего педагога начального образования [3], который позволяет, по мнению ученых, практически проявить свои возможности и способности [4].

Сейчас у детей есть разнообразный выбор мультфильмов и сказок, что постепенно нивелирует их фантазию, так как их можно посмотреть, а не придумать. Раньше игры на свежем воздухе и в квартире помогали детям фантазировать, придумывать новых героев и интересные истории. Многие ребята рассказывали свои произведения родителям или сверстникам, которые задавали вопросы, интересовались смыслом действий героев. На уроках в начальной школе учитель должен помогать развиваться младшим школьникам, поощрять их любопытство, давать возможность мечтать и воображать. Для этого он должен знать и изучать труды известных педагогов, психологов и даже художественную литературу, в частности книгу Дж. Родари «Грамматика фантазии, или искусство придумывания историй».

Материалы и методы исследования

На основании методов исследования: анализа, систематизации данных научных исследований и художественной литературы, изучения продуктов деятельности студентов – проведен естественный педагогический эксперимент, который позволил прийти к определенным выводам.

В процессе работы по авторской учебной дисциплине «Технология укрупненных дидактических единиц (УДЕ) в начальной школе» будущие педагоги начального образования знакомятся с уроками «Фантазии» и готовятся к их проведению. Их организация, структура [5, с. 127–131], методы, приемы сложились в авторской практической деятельности и заимствованы из книги Дж. Родари «Грамматика фантазии» [6]. Для описания своих приемов и заданий «стимулирования воображения ребенка» писатель взял труды многих зарубежных и советских ученых – психологов, педагогов, лингвистов. Интересные истории, которые описывает автор, в его труде сочетаются с научными литературными, лингвистическими и психолого-педагогическими исследованиями.

В «Грамматике фантазии» писатель рассказывает об устройстве детского воображения. Каждый студент может сам прочитать эту книгу, изучить, как сочиняются истории, и даже попробовать фантазировать сам вместе со сокурсниками и членами своей семьи. Книга поможет им углубить свой педагогический опыт, а учащимся – найти свой собственный, неповторимый творческий путь развития личности.

Побудить человека фантазировать может совершенно любая вещь или явление. При подготовке к проведению уроков «Фан-

тазии» будущие педагоги начального образования выполняют задания, описанные в книге писателя. Приведем примеры приемов, заданий и творческие работы студентов, которые являются наглядным примером их профессионального саморазвития.

Первый урок «Фантазии» по теме «Составление рассказов по буквам одного слова» студенты готовят на основе приема, который начинается с одного слова. Для этого они берут любое слово, записывают его по буквам вертикально, а затем к каждой букве этого слова подставляют другие слова или словосочетания, которые начинаются с определенной буквы. Тем самым они строят ассоциативный ряд, ведь, по словам писателя, создатель рассказа (ученик или педагог) работает с одним словом: «Одно слово... оживает лишь тогда, когда оно встречает другое, его провоцирующее, заставляющее сойти с рельсов привычки, раскрыть новые смысловые возможности» [6].

Одна студентка написала такую историю. Она взяла слово «камень», придумала слова, которые начинаются с каждой буквы этого слова, и составила такое стихотворение:

К – колючая	Колючая акация
А – акация	мне интерес навевала,
М – мне	Когда в огороде
И – интерес	я деревья сажала.
Н – навевала	Она наклоняла
Б –	ветви колючие
	И закрывала лучи
	солнца пекучего.

Один из уроков будущие педагоги начального образования подготавливают на основе применения приема «Бином фантазии». Бином – это математический термин, обозначающий противопоставление [7]. Его также использует в своих работах автор технологии УДЕ П.М. Эрдниев, так как его научная идея обучения математике основывается на противопоставлении [5]. Для этого к случайному выбранному слову добавляется любое другое, которое не сочетается с ним по смыслу. При их противопоставлении образуется бином. Например, «стол – стул» – очевидный бином, а «стол – зима» – неочевидный. Он может стать сказочным образом, основой для сюжета будущей истории, выражения итога саморазвития студента.

Например, студентка взяла два слова: «цветок» и «бык» и составила такой рассказ: «Жил да был бык по кличке Боня. Каждый день, когда фермеры выпускали его прогулку, он ходил на большую полянку, чтобы покушать свежей травки.

В один прекрасный день он нашел красивый белый цветочек. Бычку настолько понравился этот цветок, что он стал каждый день приходить к нему, нюхать его и охранять его. Боня никого не подпускал к своему любимому цветочку.

Фермеры заметили это и решили помочь бедному бычку защитить цветок. Они огородили беленький цветочек и поставили рядом с ним табличку с надписью «Цветок быка Бони»».

Основательность технологии УДЕ достигается использованием парных категорий материалистической диалектики [5, с. 11], отсюда тема следующего урока, к которому готовятся студенты, «Составление рассказа из двух слов». В основе рассказа – сочетание слов, но слова в нем не в их обычном значении. Самый простой способ сочлени два слова – прибегнуть к помощи предлога. К примеру: пес со шкафом, шкаф пса, пес в шкафу, пес на шкафу. Эти сочетания дают возможность для составления интересного рассказа.

Для выполнения задания к уроку по теме «Перевертывание сказки» надо взять несколько слов, характерных для знакомой сказки, и добавить к ним случайное слово, которое может превратить ее в новый сюжет. Как варианты, можно придумать сказку «наизнанку» (заяц злой), а волк добрый или «сказку-кальку», в которой сюжет какой-то сказки перенесен с будущее.

По теме «Салат из сказок» следует придумать новую сказку на основе приема «фантастического бинома», который в этот раз состоит из сказочных персонажей. К примеру, Дюймовочка может оказаться в домике трех Медведей или в замке Чудовища. Это необычная интеграция различных сказок может дать основу для новой увлекательной истории с традиционным героем известной сказки.

Прием «фантастических гипотез» [7], который состоит в ответе на вопрос: «Что было бы, если...?», студенты также используют, готовясь к уроку «Фантазии». Для продолжения этой фразы следует взять случайно выбранные существительное и глагол. На этой основе возникает новый рассказ: «последующая работа, то есть развитие темы, есть не более как освоение и продолжение уже сделанного открытия» [6]. Например: «Что было бы, если крокодил попал в Луну?» или «Что было бы, если дом смог бегать?». Вот как представила свою работу одна из студенток: «Что было бы, если животные управляли людьми?»: «Первое, что хотелось бы отметить, что у животных был бы неограниченный

запас корма, причем самого вкусного и дорогого. Они бы имели огромное количество игрушек: от самых маленьких до самых больших. Животные бы совсем не носили поводка и гуляли на улице самостоятельно, без присмотра людей. Хозяева животного оставались дома взаперти и ждали разрешения выйти на прогулку. Животные совсем бы не принимали бы ванну, не ездили к ветеринару и делали все те вещи, которые им запрещались людьми».

Задание по теме урока: «Словотворчество» позволяет придумать интересные истории. Один из способов словотворчества – деформирование слова за счет ввода в действие фантазии. Разновидность игры – произвольное добавление префикса. Например: микродеревья, неручка, тринокль. Для деформации слов можно выписать в один столбик существительные, во второй префиксы и комбинировать их. Писатель отметил, что «дети любят играть в эту игру, она веселая и в то же время очень серьезная: учит исследовать возможности слов, овладевать ими, принуждая их к неизвестным раньше склонениям, стимулирует речевую свободу, поощряет антиконформизм» [6].

Прием по теме урока «Игра с ошибками» [7] позволяет придумать рассказ на основе орфографической или логической ошибки. Ошибка может стать поводом для множества интересных и забавных историй. Например, в результате неверного перевода туфелька Золушки из меха превратилась в хрустальную, а человек стал стеклянным.

Задание для игры с перемешанными и случайно скомбинированными заголовками статей является основой историй «о нелепейших, сенсационных или просто забавных событиях» [6]. Эта игра становится одной из тем урока «Фантазии». Для этого на практическое занятие студенты приносят разнообразные вырезки из заголовков газет, журналов, книг и т.п. Работая в паре, они на лист бумаги наклеивают их

так, чтобы получился небольшой рассказ. На рисунке показан пример этого задания, выполненного студентами.

На одном из уроков «Фантазии», к которому готовятся будущие педагоги начального образования, применяются карты Проппа – работа русского филолога В.Я. Проппа [6]. Их всего 31, но Родари сократил до 20. Элементы сказок – это основные функции действующих лиц. Приведем некоторые из них: предписание или запрет; нарушение; отъезд героя; волшебные дары; победа; трудные испытания; наказание антагониста; свадьба. Эти карты стали для Дж. Родари источником идей, так как из случайного набора этих карт можно придумать новые интересные сказки. На практических занятиях каждый студент выбирал несколько карт и по ним составлял сюжет новой сказки.

Для выполнения задания по теме урока «Путешествие по собственному дому» применяется прием «витализации» – оживления предметов. [5, с. 127–131]. Предметы, окружающие детей в их доме и игры с ними становятся началом формирования мировоззрения ребенка: «играть с вещами значит лучше их узнавать. И я не вижу смысла ограничивать свободу игры – это было бы равносильно отрицанию ее воспитательной роли, ее познавательного значения» [6]. Любая оживленная вещь может быть источником сказочного образа. Ей придумывается имя, она наделяется определенными качествами, составляется сюжет истории.

На одном из уроков студенты учат младших школьников создавать лимерик. Для выполнения задания используется следующий алгоритм действий: сначала дается строка, которая описывает какого-то героя, затем во второй строке приводится его характеристика, выраженная действием, третья и четвертая строки указывают на реализацию действия героя и реакцию присутствующих, а пятая отображает конечный эпитет. Приведем примеры работ студенток в таблице.



Выполненный студентами пример задания из заголовков статей, журналов

Лимерик

<p>Жил-был маленький зеленый огуречик, Прям как добрый и веселый человек, На полянке он любил сидеть И на яркие цветы глядеть, Такой крохотный соленый огуречик!</p>	<p>Большие часы Биг Бен Стоят на площади изо дня в день. Глазеют люди на великана, Смотрят на него с телеэкрана, Вот такая для Англии реклама!</p>	<p>Жил на свете крокодил, Утром за водой ходил, Вечером играл в оркестре, Пел сонаты, играл в пьесе, Крокодил активный был!</p>
--	--	---

Результаты исследования и их обсуждение

Посмотрев только на некоторые примеры, задания, можно отметить, что главным для Дж. Родари становится идея о том, что воображение и творчество «не есть привилегия немногих выдающихся индивидов», «им наделены все» [6]. Используя уроки «Фантазии», можно развить у учащихся творческие способности, а в процессе подготовки к этим урокам на практических занятиях – профессиональное саморазвитие студентов.

Заключение

Итак, представленный в статье материал показывает возможность и необходимость профессионального саморазвития будущих педагогов начального образования, средством которого является подготовка к проведению этих уроков. Примеры их работ доказывают позитивное изменение их как творческих, компетентностных профессионалов. Вот как пишет студентка в своем эссе: «Я считаю, что эта книга Дж. Родари – своеобразное пособие для учителей, даже назвала бы их “копилкой”. Все методы и приемы фантазирования освещены настолько понятно и интересно, что каждый из них хочется опробовать сразу же. Один из множества плюсов этого произведения – все методы могут применить родители даже без педагогического образования и спе-

циальных знаний. Главное, чтобы у них было желание заниматься со своими детьми и развивать в них такое важное умение – умение фантазировать!»).

Список литературы

1. Неволina В.В., Белоновская И.Д. Методологические основы педагогического сопровождения профессионального саморазвития студента: монография. М.: Перо, 2019. 124 с.
2. Боброва И.А., Чурсинова О.В. Профессиональное саморазвитие педагога как условие его постоянного образования // Международный журнал гуманитарных и особых наук. 2018. № 10–1. С. 41–44.
3. Сергеева Б.В. Развитие профессионально-познавательной активности будущего педагога начального образования в аспекте профессионального самосовершенствования: монография. Краснодар: Кубанский государственный университет, 2021. 242 с.
4. Захарова М.А., Мезинов В.Н., Нехороших Н.А. Актуализация проблемы профессионально-личностного развития педагога // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 6–1. С. 127–131.
5. Микерова Г.Г. Реализация принципов технологии укрупненных дидактических единиц в начальной школе: учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. / Под ред. Э.Г. Малиночки. Краснодар: Кубанское полиграфическое объединение, 2015. 146 с.
6. Родари Джанни. Грамматика фантазии. [Электронный ресурс]. URL: <https://avidreaders.ru/book/grammatika-fantazii.html> (дата обращения: 17.02.2023).
7. Воскобоева Е.В. Грамматика урока: методические рекомендации на основе книги Д. Родари «Грамматика фантазии: Введение в искусство придумывания историй». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.eduneo.ru/grammatika-uroka-metodicheskie-rekomendacii-na-osnove-knigi-d-rodari-grammatika-fantazii-vvedenie-v-iskusstvo-pridumyvaniya-istorij/> (дата обращения: 17.02.2023).

УДК 378.1

РАЗРАБОТКА ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ К ИННОВАЦИОННОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ В ПРОЕКТНО-ДЕЯТЕЛЬНОСТНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

Наумкин Н.И., Глушко Д.Е., Абушаева З.Х.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарева», Саранск, e-mail: naumn@yandex.ru

Уровень владения инновационной инженерной деятельностью (ИИД) всегда определял квалификацию инженерных кадров, обеспечивающих технический прогресс общества и технологический уклад его экономики. В связи с этим сегодня активно внедряются новые методы, технологии и способы организации образовательного процесса, направленные на инновационную подготовку студентов. В статье разрабатывается педагогическая модель подготовки студентов вузов к инновационной инженерной деятельности при обучении их в проектно-деятельностной образовательной среде. Данная модель включает целевой, концептуальный, содержательный, процессуально-технологический и рефлексивно-диагностический компоненты, раскрывается их содержание. Для реализации модели конкретизируется естественно сложившаяся в МГУ им. Н.П. Огарева проектно-деятельностная образовательная среда (ПДОС), под которой мы понимаем систему влияний и условий формирования личности, а также возможностей для ее развития, содержащихся в социальном и пространственно-предметном окружении, представленные ее компонентами: аналитическими, презентационными, коммуникативными, поисковыми и информационными. Актуализируется понимание проектной деятельности как важного компонента инновационной инженерной деятельности, раскрывается ее структура. Разработана методика обучения ИИД при обучении студентов дисциплине «Прикладная механика» в ПДОС, представленная алгоритмом реализации курсового проектирования. Описаны основные показатели использования результатов исследования, подтверждающие положительную динамику инновационной подготовки будущих инженеров.

Ключевые слова: педагогическая модель, проектно-деятельностная образовательная среда, курсовое проектирование, инновационная инженерная деятельность, проектная деятельность

DEVELOPMENT OF A PEDAGOGICAL MODEL FOR PREPARING UNIVERSITY STUDENTS FOR INNOVATIVE ENGINEERING ACTIVITY WHEN LEARNING IN A PROJECT-ACTIVITY EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Naumkin N.I., Glushko D.E., Abushaeva Z.Kh.

N.P. Ogarev National Research Mordovian State University, Saransk, e-mail: naumn@yandex.ru

The level of proficiency in innovative engineering activities (IE) has always determined the qualifications of engineering personnel that ensure the technical progress of society and the technological structure of its economy. In this regard, today new methods, technologies and ways of organizing the educational process are being actively introduced, aimed at innovative training of students. The article develops a pedagogical model for preparing university students for innovative engineering activities while teaching them in a design-activity educational environment. This model includes the target, conceptual, content, procedural-technological and reflexive-diagnostic components, their content is revealed. To implement the model, the naturally formed at Moscow State University is concretized. N. P. Ogaryova project-activity educational environment (PDES), by which we mean a system of influences and conditions for the formation of a personality, as well as opportunities for its development, contained in the social and spatial-objective environment, represented by its components: analytical, presentational, communicative, search and information. The understanding of project activity as an important component of innovative engineering activity is updated, its structure is revealed. A methodology for teaching IED in teaching students the discipline "Applied Mechanics" in the PDOS, presented by the algorithm for the implementation of course design, has been developed. The main results of the use are presented, confirming the positive dynamics of innovative training of future engineers.

Keywords: pedagogical model, project-activity educational environment, course design, innovative engineering activity, project activity

Каждый этап развития общества включает множество открытий и нововведений, которые кардинально меняют все в жизни человека, требуя нового видения процесса развития, образования и воспитания. С изменением социальной жизни меняется и система образования [1]. Для решения конкретных педагогических задач в такой системе создается соответствующая образо-

вательная среда (ОС), включающая образовательную, воспитательную, контрольную, диагностическую и рефлекторную функции, которая позволяет моделировать различные педагогические условия, включая инновационную деятельность [2, 3]. Одной из таких сред является предлагаемая нами проектно-деятельностная образовательная среда [4].

Аналитические	Выдвижение идеи и формулирование задачи, поиск гипотезы, обоснованный выбор способа, планирование своей деятельности, самоанализ
Презентационные	Выбор способов и форм наглядной презентации результатов деятельности, изготовление предметов наглядности, подготовка письменного отчета о проделанной работе
Коммуникативные	Слушать и понимать других, выражать себя, находить компромисс, взаимодействовать внутри группы
Поисковые	Находить информацию по каталогам, контекстный поиск в интернете, формулирование ключевых слов
Информационные	Структурирование информации, представление в различных формах, упорядоченное хранение и поиск

Рис. 1. Компоненты образовательной среды

Она объективно сложилась в ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева», включает следующие компоненты: аналитические, презентационные, коммуникативные, поисковые, информационные – и предназначена для формирования у студентов способности разрабатывать проекты в инженерной деятельности (рис. 1) – важного компонента инновационной инженерной деятельности. Одной из наиболее эффективных технологий обучения в ней является проектное обучение, в основе которого лежит проектная деятельность (ПД), прошедшая в своем развитии длительный период [2].

Проблема настоящего исследования заключается в поиске ответа на вопрос, какой должна быть педагогическая модель подготовки студентов к инновационной инженерной деятельности (ИИД) при обучении в проектно-деятельностной образовательной среде. При этом, под ИИД, как и многие другие исследователи (Н.Н. Шекшаева, Е.П. Грошева, Г.С. Кочеткова, К.Л. Левков), мы понимаем целенаправленный процесс анализа существующего технического уровня, синтеза, разработки новых технических решений, создания новых материалов и технологий, внедренных в тип продаваемых продуктов, представленных нематериальными инновационными продуктами – документами безопасности, основанными на результатах интеллектуальных, научных, технических и технологических операций, документацией и оборудованием в виде продуктов, функций, технологий, услуг, услуг и обслуживающего персонала [4].

Откуда видно, что важной составляющей ИИД является проектная деятельность, – ал-

горитмизированная деятельность, направленная на достижение заранее определенного результата, создание определенного продукта или услуги [3].

Многие исследователи рассматривают проектную деятельность как одну из наиболее эффективных, при формировании профессиональной компетентности, способствующей развитию навыков самостоятельной и коллективной работы, формированию коммуникативной компетентности [4].

Проектный метод определяет концепцию инженерного образования на практике. Студенты активно вовлекаются в учебную деятельность, что помогает им улучшить свои навыки, опыт из первых рук и мыслительные способности. Включение активного обучения в повседневную жизнь обучающихся может быть весьма полезным в долгосрочной перспективе.

В работах К.А. Обельякова [5] и Н.А. Морозова [6] отмечается, что проектная деятельность позволяет вовлечь каждого обучающегося в познавательный, творческий, созидательный процесс – основу ИИД.

Целью исследования является разработка педагогической модели подготовки студентов к инновационной инженерной деятельности в проектно-деятельностной образовательной среде.

Материалы и методы исследования

В Мордовском государственном университете начиная с 2000-х гг. успешно занимаются проблемой подготовки студентов к ИИД, понимая под такой подготовкой формирование у обучающихся компетентности в инновационной инженерной деятельности (КИИД) [3].



Рис. 2. Самостоятельные исследовательские умения

ИИД, в свою очередь, в проектной культуре выступает как определяющая, она объединяет предполагаемые функциональные и технологические характеристики изделия с возможностями материального воплощения проекта. На основе проектной деятельности (ПД) построен проектный метод обучения [6].

ПД – это работа студентов, как индивидуально, так и в группе, по разработке проектов по темам, в которых проводятся независимые исследования во время как аудиторных, так и внеаудиторных занятий. Ее основная цель – более тесно связать образование и практику, позволяя обучающимся находить, обрабатывать и усваивать знания различными способами практического применения [2]. Проектную деятельность в годы учебы в университете рассматривают преподаватели высшего образования и как эффективный способ подготовки компетентного специалиста, способного строить свою профессиональную деятельность, решая задания в соответствии с требованиями конкретной производственной ситуации, эффективное средство выбора собственного пути развития профессиональной самостоятельности и ответственности. При этом результатом такой проектной деятельности должен стать какой-либо авторский «продукт», идея, замысел (обязательно защищаемый автором), что созвучно с результатом ИИД – инновационный продукт [1]. В ходе ее реализации формируются самостоятельные исследовательские умения, представленные на рис. 2.

Наиболее наглядно, эффективно и деятельно ПД можно реализовать в ходе курсового проектирования. В настоящей статье

это сделано в рамках изучения дисциплины «Прикладная механика» (ПМ), что наиболее подробно описано в нижеследующих разделах [7].

В ходе исследования авторами были задействованы взаимосвязанные общенаучные и специальные подходы, методы и принципы. Интегрированный подход обеспечил объединение всех методов и подходов, нацеленных на решение проблемы подготовки к ИД, проектный – реализацию алгоритмизации ИД, системный, средовой и структурированный – создание ПДОС и педагогической модели обучения ИД. Из используемых методов выделим методы педагогики сотрудничества (свобода выбора, персонализация, совместная работа студентов и преподавателей и др.) – для создания комфортной образовательной среды) и проектов – для формирования проектных и профессиональных компетенций. Из принципов в работе задействовали принципы единства фундаментальности и профессиональной направленности, межпредметности и междисциплинарности, многоуровневости и многоэтапности обучения [3].

Результаты исследования и их обсуждение

Разработанная в результате исследования педагогическая модель подготовки студентов к ИИД при обучении в проектно-деятельностной образовательной среде представлена на рис. 3.

Эта модель включает в себя целевой, концептуальный, содержательный, процессуально-технологический и рефлексивный компоненты.



Рис. 3. Педагогическая модель подготовки студентов вузов к ИИД:

СМ – сопротивление материалов; ТМ – теоретическая механика;
ТММ – теория механизмов и машин; ДМиОК – детали машин и основы конструирования;
МиС – метрология и сертификация; АТ – аддитивные технологии

Модель объединяет цель, содержание, методы, формы и средства обучения с учетом междисциплинарного подхода и педагогики сотрудничества.

Рассмотрим ее компоненты. Целевой компонент модели содержит совокупность основной и дополнительных целей исследования, задачи их достижения. Концептуальный определяет ориентиры и главный вектор исследования – повышение эффективности инновационной подготовки за счет интеграции в модульную структуру учебной дисциплины «Прикладная механика» встраиваемого гибкого учебного модуля инновационной подготовки (ВГУМИП) при реализации проектного обучения.

Содержательный компонент включает актуальные знания и научно-технические

теории основных разделов взаимосвязанных инженерных дисциплин (СМ, ТММ, ДМиОК, ТМ, МиС), объединенных в рамках дисциплины учебного плана «Прикладная механика», интегрированные с содержанием ВГУМИП (инноватика, методы решения изобретательских задач, аддитивные технологии и реверс-инжиниринг) [2], имеющего ядро, инвариантную и вариативную части. Они представлены как на традиционных бумажных носителях, так и в виде электронных образовательных ресурсов, размещенных в электронной информационной образовательной среде университета (ЭОИР) [3].

Процессуально-технологический компонент представляет интегрированную подсистему инструментария реализации

обучения в ПДОС. В ней в качестве объединяющих в единое целое (подходы, методы и принципы обучения) выступают различные разработанные методические системы и методики подготовки к ИИД. Интеграция в модульную структуру интегрированной учебной дисциплины «Прикладная механика» встраиваемого гибкого учебного модуля инновационной подготовки (ВГУМИП) при реализации проектного обучения направлена на гарантированное формирование у студентов компетентности в инновационной инженерной деятельности. Проектное обучение реализуется в рамках деловой игры «Конструкторское бюро», включающей следующий алгоритм: 1) формирование команд; 2) постановка проблемы; 3) анализ-синтез ТР; 3) проектирование; 4) моделирование; 5) конструирование; 6) 3D печать; 7) презентация проекта [2, 6].

Реализация модели завершается рефлексивным компонентом, в рамках которого осуществляется постоянный мониторинг уровня готовности студентов, его основным диагностирующим, контролирующим и обучающим средством выступает вышеупомянутая игра «Конструкторское бюро».

Таким образом, представленная модель является важным основанием для разработки и реализации эффективной методики обучения студентов технических университетов ИИД, особенностью которой является возможность инновационной подготовки, без нарушения существующего учебного плана за счет интеграции в дисциплину ВГУМИП и использования высокого потенциала образовательной среды.

Наибольшее внимание посвятим содержанию процессуально-технологического компонента, основным методом обучения в котором является проектный, реализуемый в ходе курсового проектирования по ПМ, предусматривающий освоение как общих, так и формирование профессиональных компетенций, позволяющих в полной мере осуществлять будущую деятельность в профессиональной сфере. Такой вид проектирования подразумевает аргументацию темы, формирование проблемы исследования, его объекта и предмета, постановку задач проекта в логической последовательности, формулирование методов исследования, определение источников поиска информации, предположительные способы решения поставленной задачи, формирование ходов ее решения, подразумевающее экспериментальные, наглядные, опытные пути решения проблемы. В конечном итоге предполагается обсуждение полученных выводов, формирование результатов.

Курсовой проект, как особая проектная деятельность, включает в себя определенные изменения и в роли преподавателя. Он представляется организатором познавательной деятельности студентов и главной его становится задача способствовать освоению обучающимися самостоятельной проектной деятельности [1].

В конце курса студенты учатся принятию решений и подотчетности. Участники совместной деятельности становятся равными преподавателям, расширяя круг своих интересов, формируя сильные качества и волю с чувством ответственности. В случае крупных проектов студенты объединяются для работы в группы, что способствует развитию коммуникативных навыков и поощряет сотрудничество со всеми членами команды, независимо от их личных отношений друг с другом.

В ходе курсового проектирования по прикладной механике производится: синтез кинематической схемы рычажного механизма; выполняются структурный, кинематический и силовой расчет механизма; проектные и проверочные расчеты и рассматривается проектирование компонентов механического привода с учетом его назначения и предъявляемых к нему требований. Решается задача развития умения разрабатывать техническую документацию для представления в материальной форме заданной схемы механизма с учетом предъявленных к нему требований к прочности, работоспособности, технологичности и экономичности.

В качестве объектов курсового проектирования предлагаются приводы различных машин и механизмов сельскохозяйственного назначения (например, ленточных транспортеров, цепных конвейеров и др.), использующие одноступенчатый редуктор, открытую передачу и большинство деталей и узлов общего назначения [2].

Одним из основных условий курсового проекта является защита его готового результата публично, презентация проделанной работы и показ конечного продукта – проекта.

Эффективность использования полученных результатов подтверждена: 1) в отчетах по реализации гранта РФФИ 20-313-90007 «Разработка научно-методических основ формирования компетентности в инновационной деятельности у будущих педагогов в интегрированной педагогико-технологической образовательной среде» и в различных публикациях авторов; 2) победами и результативными выступлениями студентов в различных всероссийских меропри-

иях (всероссийские научные фестивали «Студенческая молодежь – науке» (г. Саранск, 2000–2022 гг.); всероссийские конкурсы новаторских и инновационных идей (г. Саранск, 2010–2022 гг.)) [3]; 3) 12 студентов стали лауреатами премии президента РФ по программе поддержки талантливой молодежи.

Заключение

Таким образом, в ходе исследования были получены следующие результаты.

1. Актуализировано понимание инновационной инженерной деятельности и необходимости овладения ею всеми выпускниками вузов.

2. Конкретизировано определение и структура проектной деятельности, как важного компонента реализации инновационной инженерной деятельности.

3. Сформулировано определение проектно-деятельностной образовательной среды и представлена ее структура, направленные на инновационную подготовку студентов инженерных направлений подготовки к инновационной деятельности.

4. Разработана педагогическая модель подготовки студентов к ИИД при обучении в проектно-деятельностной образовательной среде, включающая в себя целевой, концептуальный, содержательный, процессуально-технологический и рефлексивный компоненты, особенностью которой является возможность инновационной подготовки, без нарушения существующего учебного плана за счет интеграции в дисциплину «Прикладная механика» ВГУ-МИП и использования высокого потенциала ПДОС.

5. Представлена структура и содержание курсового проекта по прикладной меха-

нике, направленные на формирование у обучающихся КИИД.

Результаты исследования определили и другие тенденции в работе в этом направлении: совершенствование методов обучения в образовательной среде, развитие технологий, которые привели к формированию профессии последующих инженеров, интеграция ИИД для создания основы профессионализма технического направления обучающихся, изучение возможностей общественной профессиональной дисциплины.

Список литературы

1. Искандарова З.Х. Методы научного исследования по подготовке студентов к инновационной инженерной деятельности // Вклад молодых ученых в аграрную науку: материалы Международной научно-практической конференции. 2019. № 3. С. 264–266.

2. Наумкин Н.И., Абушаева З.Х., Ломаткина М.В. Выявление уровня сформированности мотивации к учению и обучению инновационной инженерной деятельности // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 6–4 (108). С. 125–131.

3. Вохменцева Е.А. Проектная деятельность учащихся как средство формирования ключевых компетентностей // Молодой ученый. 2015. С. 58–65. URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/20/1390/> (дата обращения: 20.04.2023).

4. Шекшаева Н.Н. Проектный метод реализации подготовки студентов к инновационной инженерной деятельности // Вектор науки Тольяттинского государственного университета Серия: Педагогика, психология. 2020. № 2 (41). С. 34–39.

5. Обельчакова К.А. Проектная деятельность в рамках выполнения курсовой работы // Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, новации. 2016. С. 1194–1198.

6. Морозкова Н.А. Содержание модели подготовки студентов профессиональных образовательных организаций к самостоятельной проектной деятельности // Научное ведение. 2014. № 5(24). С. 1–16.

7. Сакулина Ю.В., Никулина Т.В. Проектное обучение с элементами ТРИЗ как стимулятор учебной активности студентов // Проблемы современного образования. 2019. № 3. С. 177–183.

УДК 372.8:378.147

ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА ФИЗИКИ ИНОСТРАННЫМ СТУДЕНТАМ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ

¹Панюшкин Н.Н., ¹Евсикова Н.Ю., ²Бирюкова И.П.

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, e-mail: npan@yandex.ru;

²Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия
имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, e-mail: ipbir95@mail.ru

В статье представлен анализ особенностей преподавания общеобразовательных дисциплин на английском языке иностранным студентам на примере опыта Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова. Выявлены тенденции понижения мотивации к учебной деятельности и уровня школьной подготовки по физике и математике, негативные установки по отношению к российской системе образования и недостаточные навыки самоорганизации иностранных студентов, значительно влияющие на качество обучения. Для повышения эффективности учебных занятий на английском языке предлагается проводить входное тестирование в целях комплектования групп студентов с приблизительно одинаковым уровнем подготовки по физике и английскому языку, организовать подготовительные занятия для студентов с низким уровнем школьных знаний, ввести модульно-рейтинговую систему оценивания результатов обучения, материально стимулировать студентов с высокой успеваемостью, выделять дополнительное время преподавателям на разработку учебно-методических материалов на английском языке, обеспечить сотрудничество кафедр иностранных языков и физики, организовать зарубежные стажировки преподавателей для повышения уровня владения английским языком. Результаты исследования могут быть полезны при планировании учебного процесса в вузах, осуществляющих подготовку иностранных студентов на английском языке.

Ключевые слова: иностранные студенты, преподавание на английском языке, эффективность учебного процесса, общеобразовательные дисциплины, курс физики

ORGANIZATIONAL AND METHODOLOGICAL SPECIFICITIES OF TEACHING PHYSICS FOR FOREIGN STUDENTS IN ENGLISH

¹Panyushkin N.N., ¹Evsikova N.Yu., ²Biryukova I.P.

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh,
e-mail: npan@yandex.ru;

²Military Educational and Scientific Center of the Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin
Air Force Academy», Voronezh, e-mail: ipbir95@mail.ru

The article presents an analysis of the peculiarities of teaching general education disciplines in English to foreign students on the example of the experience of Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozov. The trends of decreasing motivation for academic activities and the level of school knowledge in physics and mathematics, negative attitudes towards the Russian education system and insufficient self-organization skills of foreign students that significantly affect the quality of education are revealed. In order to improve the effectiveness of teaching physics in English, it is proposed to perform entrance testing to form groups of students with approximately the same level of training in physics and English, to organize preparatory classes for students with a low level of knowledge in physics and English, to implement a modular rating system for evaluating learning outcomes, to financially stimulate students with high academic results, to provide teachers with additional time for development of teaching materials in English, to ensure the cooperation of the departments of foreign languages and physics, to organize foreign internships of teachers to improve the level of English language proficiency. The results of the study may be useful in planning the educational process in universities that train foreign students in English.

Keywords: foreign students, teaching in English, efficiency of the educational process, general education disciplines, physics course

В последние годы наметилась тенденция повышения спроса среди иностранных граждан на получение высшего образования в России на иностранном языке, как правило, английском, который во многих странах является вторым государственным языком. Разработке образовательных программ на английском языке придается большое значение и на государственном уровне. В рамках приоритетного проекта «Развитие экспортного потенциала российской систе-

мы образования» предложение студентам из зарубежных стран англоязычных образовательных программ рассматривается как одна из мер повышения конкурентоспособности российских вузов на мировом рынке образовательных услуг [1]. В то же время выявлен ряд проблем и насущных задач, связанных с набором иностранных студентов и качеством их обучения, как в ведущих, так и в региональных вузах. В связи с этим возникает необходимость анализа

особенностей учебного процесса на английском языке в российских вузах и выявление факторов, влияющих на академическую успеваемость иностранных студентов и качество преподавания.

Цель представленного в статье исследования состояла в анализе особенностей преподавания иностранным студентам общеобразовательных дисциплин на английском языке на примере опыта Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова (ВГЛТУ) и разработке организационных мер для повышения эффективности учебных занятий.

Материалы и методы исследования

Исследованию особенностей преподавания иностранным студентам общеобразовательных дисциплин на английском языке посвящено достаточно много научно-методических публикаций последних лет. Отмечается, что на начальном этапе обучения в технических вузах существенным фактором, влияющим на академическую успеваемость, являются особенности преподавания дисциплин естественно-математического цикла в национальных школах. В частности, Аль Шаар Яхья Нашат, С.В. Страшнов, С.Б. Страшнова на основе изучения систем образования в странах Ближнего Востока и уровня знаний студентов из этих стран, обучающихся на подготовительном отделении в Российском университете дружбы народов, выявили, что имеет место значительное различие в объеме и содержании школьных программ по физике и математике в арабских странах и в России [2]. Наиболее ярко сложности преподавания, связанные с неодинаковым уровнем начальной подготовки, проявляются в многонациональных группах, и комплектование групп обучающихся из стран с большими различиями в национальных системах образования рассматривается как существенный недостаток организации учебного процесса. Из-за усиливающихся процессов коммерциализации высшего образования и снижения требований к знаниям абитуриентов региональные российские вузы сталкиваются с проблемой низкого уровня начальной подготовки иностранных студентов независимо от страны-импортера [3]. Многие исследователи отмечают, что иностранные студенты имеют слабые навыки самоорганизации и самоконтроля [4].

На начальном этапе обучения иностранные студенты испытывают стресс из-за языкового барьера, непривычных бытовых условий, социального окружения, форм учебных занятий и способов взаимодействия преподавателей со студен-

тами, что приводит к академической неуспеваемости и падению мотивации к учебной деятельности [5, 6]. Для преодоления трудностей вхождения в образовательную среду вуза иностранным студентам необходима психологическая поддержка со стороны преподавателей.

В качестве проблем преподавания физики иностранным студентам в технических вузах указываются краткие сроки изучения этой дисциплины. Как отмечает Е.В. Борисова, студенты не успевают привыкнуть к речи преподавателя, что особенно существенно при преподавании на английском языке, когда он не является родным ни для студентов, ни для преподавателя [7].

Особенности культуры и традиций в странах, из которых прибыли иностранные студенты, национальные особенности поведения вызывают трудности во взаимодействии преподавателя с обучающимися и требуют особых подходов к выстраиванию педагогического общения и применения активных методов обучения [8]. Преподавание на иностранном языке для поликультурного и полиэтнического контингента обучающихся накладывает дополнительные требования к компетенциям преподавателя. Е.Е. Евсина в структуре готовности преподавателя к реализации англоязычных образовательных программ для иностранных студентов выделяет: владение английским языком на уровне не ниже В2, знание культуры, традиций, национальных особенностей социального взаимодействия в странах-импортерах образовательных услуг, теоретические знания особенностей межкультурной коммуникации и практические навыки организации межкультурного общения, компетенции в оказании психологической поддержки иностранным студентам [9].

Таким образом, к настоящему моменту проведено большое количество научных исследований, направленных на изучение различных аспектов реализации англоязычных образовательных программ для иностранных обучающихся в российских вузах, но требуются дополнительные исследования в целях разработки рекомендаций по повышению качества обучения иностранных студентов в конкретных вузах.

Представленное в настоящей статье исследование выполнено на основе обобщения опыта обучения иностранных студентов на английском языке в ВГЛТУ, использовались также методы интервью и беседы с преподавателями университета с целью разработки практических рекомендаций для повышения качества учебного процесса по реализации англоязычных образовательных программ.

Проблема повышения учебно-методического уровня преподавания иностранным студентам общеобразовательных дисциплин на английском языке изучалась на примере курса физики, который читается для студентов по направлению подготовки бакалавриата 09.03.02 Информационные системы и технологии, профиль подготовки «Программирование и цифровые технологии». Выбор в роли объекта исследования базового теоретического курса определялся тем, что фундаментальные знания и умения являются основой общих черт любой профессии [10].

Результаты исследования и их обсуждение

Введение англоязычных образовательных программ позволило расширить контингент иностранных граждан, желающих обучаться в ВГУТУ. Преподавание на английском языке создает более благоприятные условия обучения для англоговорящих студентов и способствует их быстрой социально-психологической и академической адаптации к образовательной среде университета. Но вместе с тем на основе опыта проведения занятий преподавателями общеобразовательных дисциплин можно отметить следующие особенности учебной деятельности иностранных студентов и тенденции ее изменений, приводящие к существенному понижению качества образовательного процесса.

Во-первых, у иностранных обучающихся наблюдается значительное снижение уровня школьной подготовки. Например, у достаточно большого количества студентов нет знаний даже основных физических понятий и законов, а также возникают проблемы с алгебраическими преобразованиями и арифметическими расчетами с использованием калькулятора. Уровень знания английского языка и особенности произношения сильно различаются у студентов из разных стран.

Во-вторых, наблюдается снижение мотивации к получению высшего образования, что выражается в увеличении пропусков учебных занятий. Особенно заметно это проявилось во время перехода на дистанционную форму обучения в связи с пандемией COVID-19. В настоящее время тенденция к падению учебной дисциплины сохраняется в связи с укреплением курса рубля, что привело к увеличению стоимости обучения в последнее время в полтора-два раза. Студенты утверждают, что они вынуждены подрабатывать, чтобы оплатить обучение. Заметно возросло число иностранных студентов, которые поступили в российские

вузы не для получения образования, а с целью приобретения гражданства РФ. После достижения своей цели они начинают чаще пропускать занятия. Кроме того, особенности национально-культурных традиций и жизненного уклада влияют на адаптацию иностранных обучающихся к организации учебного процесса и распорядку дня, что также приводит к пропускам занятий студентами первого курса. Самая неблагоприятная ситуация в плане посещаемости у студентов из арабских стран: Египта, Сирии, Туниса. В то же время следует отметить, что посещаемость занятий студентами-иностранцами, которые обучаются на английском языке, намного выше, чем у выбравших русскоязычную форму обучения. Наиболее хорошая посещаемость свойственна студентам, которые по завершении обучения, вернувшись на родину, должны будут подтверждать диплом о высшем образовании, например студентам из Непала.

В-третьих, возрастает негативная роль недостоверной информации, касающейся образовательного процесса в российских вузах, которую иностранные студенты получают еще у себя на родине. У достаточно большого количества студентов, особенно подготовительного отделения и первого года обучения, выявляется мнение, что в нашей стране оценки можно получить за деньги, не прикладывая усилий в учебе. Как показывают исследования М.Б. Понявиной, С.В. Расторгуева, П.С. Селезнева и др., первоначальные установки иностранных студентов могут трансформироваться в процессе приобретения опыта социализации в стране обучения, причем как в положительную, так и в отрицательную сторону [11]. В связи с этим возрастает роль преподавателей, которые своими педагогическими воздействиями должны способствовать формированию привлекательного имиджа вуза, системы российского образования и страны в целом.

Для решения перечисленных проблем нами предлагаются следующие организационные мероприятия.

Перед началом обучения для оценивания уровня подготовки иностранных студентов по физике и английскому языку целесообразно проводить входное тестирование, по результатам которого формировать учебные группы.

В первом семестре следует организовать цикл подготовительных занятий по физике и математике на английском языке в рамках школьной программы. Это необходимо прежде всего для восполнения недостатка знаний, обусловленного различиями в программах среднего образования

в России и в странах, из которых прибыли иностранные обучающиеся. Кроме того, многие студенты-иностранцы нуждаются и в повышении уровня английского языка. Подготовительные занятия также требуются для развития у иностранных студентов навыков самостоятельной работы.

В отличие от иностранных студентов, обучающихся на русском языке, для иностранных студентов, получающих образование на английском языке, не предусмотрены подготовительные курсы. Это дает преимущество благодаря сокращению времени на обучение, но, с другой стороны, изучение общеобразовательных дисциплин на первом курсе приходится на период адаптации к образовательной системе вуза и социокультурным условиям, что негативно влияет на академическую успеваемость студентов. Поэтому от преподавателей, ведущих занятия на первом курсе, так же как и от деканата и работников общежитий, зависит успешность адаптации иностранных студентов и, следовательно, их успеваемость и интерес к учебе. Таким образом, повышается роль преподавателей в процессе адаптации иностранных студентов, а также требования к их компетенциям: преподаватель должен владеть не только профессиональным английским языком в своей предметной области, но и бытовой и политической лексикой, а также иметь навыки межкультурного общения и быть способным оказывать психологическую поддержку иностранным обучающимся.

С учетом недостатка навыков самоорганизации у большинства иностранных студентов рекомендуется ввести в учебный процесс и неукоснительно соблюдать модульно-рейтинговую систему обучения. На первом занятии студенты должны быть проинформированы об условиях модульно-рейтинговой системы и правилах начисления баллов за различные виды учебной работы. Необходимо довести до сведения студентов, что досрочное завершение семестра по любым личным причинам возможно только при условии выполнения всей программы обучения и что студенты, не освоившие программу, будут вынуждены повторить ее в следующем учебном году. Это требование, согласно мнению представителей иностранных студентов, позволит повысить их академическую дисциплину.

Студентов-иностранцев, успешно сдавших вступительные экзамены, желательно принимать на бесплатной основе, обеспечив им в дальнейшем стипендиальную поддержку и стимулируя их переход в российское гражданство. В качестве альтернативной меры студентам с высокой акаде-

мической успеваемостью можно снижать стоимость обучения.

Важным условием сохранения мотивации иностранных студентов к обучению является повышение уровня владения английским языком преподавателей. Общеизвестно, что если иностранные студенты на первых занятиях видят, что уровень преподавания низкий, то они тут же перестают посещать занятия и административными мерами вернуть их не удастся. Учитывая перспективность преподавания на английском языке, необходимо срочно готовить контингент преподавателей, свободно владеющих английским языком. В оптимальном варианте необходима организация периодических двух- или трехмесячных стажировок преподавателей в англоязычных странах. Для снижения финансовой нагрузки на университет стажировки можно проводить в странах с низкой стоимостью проживания, например в Бангладеш, где английский язык является государственным.

Реализация в университете англоязычных образовательных программ требует более тесного сотрудничества кафедры иностранных языков с кафедрами, ведущими другие образовательные дисциплины. В частности, желательно периодическое присутствие преподавателей английского языка на занятиях преподавателей других кафедр с целью выработки рекомендаций по повышению качества преподавания.

В связи с дополнительными требованиями к компетентности преподавателей, ведущих занятия на английском языке, и необходимости разработки учебно-методических комплексов, а также учебных материалов в электронном виде для реализации смешанного формата обучения следует пересмотреть нормы учебной нагрузки в сторону увеличения доли методической работы.

Заключение

Образовательные программы на английском языке востребованы достаточно большим количеством иностранных граждан и позволяют увеличить численность иностранных студентов в университете. Однако выявленные на данный момент тенденции понижения уровня школьной подготовки по физике и математике, а также мотивации к учебной деятельности, негативные установки по отношению к российской системе образования и недостаточные навыки самоорганизации иностранных студентов значительно влияют на качество учебного процесса.

В целях повышения качества преподавания курса физики иностранным студентам на английском языке необходимо проводить

входное тестирование в целях комплектования групп студентов с приблизительно одинаковым уровнем подготовки по физике и английскому языку, организовать подготовительные занятия для студентов с низким уровнем школьной подготовки, ввести модульно-рейтинговую систему оценивания результатов обучения, материально стимулировать студентов с высокой успеваемостью, выделить дополнительное время преподавателям на подготовку методического материала на английском языке, оказывать перманентную помощь преподавателям неязыковых дисциплин со стороны преподавателей иностранных языков, организовать зарубежные стажировки преподавателей. Препятствием для осуществления некоторых из этих мероприятий является необходимость дополнительного финансирования. Но экспорт образования имеет целью не только получение прибыли. Привлечение иностранных студентов в вузы России стимулирует международное сотрудничество, оказывает влияние на формирование будущих политических, экономических и культурных элит стран-импортеров, то есть является инструментом «мягкой силы». Репутация вуза на международном рынке образовательных услуг во многом определяется ресурсами вуза, среди которых не последнюю роль играет компетентность преподавательского состава, которая во многом обеспечивает качество образовательного процесса.

Результаты представленного исследования целесообразно учитывать при планировании учебного процесса в вузах, осуществляющих обучение иностранных граждан на английском языке.

Список литературы

1. Паспорт приоритетного проекта «Развитие экспортного потенциала российской системы образования» в редакции протокола от 30 мая 2017 года № 6 [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/DkOXerfvAnLv0vFKJ59ZeqTC7ycla5HV> (дата обращения: 14.03.2023).
2. Аль Ш.Я.Н., Страшнов С.В., Страшнова С.Б. Специфические проблемы обучения физике и математике студентов подготовительных отделений из стран Ближнего Востока // Вестник ТулГУ: Современные образовательные технологии. 2022. Вып. 21. С. 136–138.
3. Амбарова П.А., Зборовский Г.Е. Имитации в высшем образовании как социальная проблема // Высшее образование в России. 2021. Т. 30, № 5. С. 88–106.
4. Андреева Г.Ю., Голубева О.В., Копаева Н.А. Организация самостоятельной работы иностранных студентов подготовительного отделения в рамках изучения дисциплин естественно-математического цикла // Известия ВГПУ. 2017. № 6 (119). С. 51–56.
5. Калининкова М.В., Малинский И.Г., Минин А.А. Трудности вхождения иностранных студентов в образовательную среду вузов России (на примере Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Социология. Политология. 2022. Т. 22, Вып. 4. С. 408–412.
6. Вишневская М.Н. Особенности адаптации иностранных студентов к процессу обучения в российском вузе // Мир науки. Педагогика и психология. 2020. № 2. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/63PSMN220.pdf> (дата обращения: 20.03.2023).
7. Борисова Е.В. Обеспечение успеха в образовательной деятельности иностранных студентов, обучающихся на основных факультетах // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2019. № 4 (56). С. 250–256.
8. Рахимов Т.Р. Особенности организации обучения иностранных студентов в российском вузе и направление его развития // Язык и культура. 2010. № 4 (12). С. 123–136.
9. Евсина Е.В. Структура готовности преподавателей вуза к работе в интернациональных группах студентов как явление и педагогическое понятие // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование. Педагогические науки». 2020. Т. 12, № 4. С. 79–87.
10. Заковоротная М.В. Профессиональная идентичность как ключевой аспект современной социальной идентичности // Вестник Адыгейского государственного университета. Сер. 1. Регионоведение: философия, история, социология, юриспруденция, политология, культурология. 2014. № 3. С. 13–23.
11. Понявина М.Б., Расторгуев С.В., Селезнев П.С., Сучилина А.А., Шатилов А.Б. Мониторинг социальных установок иностранных студентов // Высшее образование в России. 2021. Т. 30, № 8–9. С. 80–92.

УДК 37.013.42

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ГОТОВНОСТИ ПЕДАГОГА К ОБЕСПЕЧЕНИЮ СОЦИАЛЬНОЙ ИНКЛЮЗИИ РЕБЕНКА С ОВЗ

¹Скалозуб Н.В., ²Блинов Л.В.¹МАОУ «Гимназия № 6», Хабаровск, e-mail: Skalozubnv@yandex.ru;²ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», Хабаровск, e-mail: astrax@list.ru

Статья посвящена рассмотрению актуальной проблемы современного инклюзивного образования – формированию готовности педагога к обеспечению социальной инклюзии ребенка в ОВЗ, поскольку данный аспект проблемы является малоисследованным. Цель исследования – разработать и обосновать теоретическую модель формирования готовности педагога к обеспечению социальной инклюзии ребенка с ОВЗ. Проведен анализ подходов к определению социальной инклюзии, представленный в работах отечественных исследователей И.А. Макеевой, В.Н. Петрова, И.Б. Кантемировой, С.В. Коржух, Т.В. Фуряевой, С.Н. Маслиевой, И.Ю. Суворовой и т.д. Отмечено, что социальная инклюзия неразрывно связана с такими понятиями, как социальная эксклюзия, интеграция, социализация, социально-психологическая адаптация, а также то, что образовательная инклюзия является лишь частью социальной инклюзии. В статье представлены результаты опроса педагогов образовательных учреждений г. Хабаровска (Гимназия № 6, СОШ № 47, СОШ № 68, СОШ № 51, СОШ № 27), направленного на выявление у них степени готовности к сопровождению социальной инклюзии ребенка с ОВЗ. Сделан вывод о том, что большинство из опрошенных педагогов не готовы к реализации сопровождения социальной инклюзии детей с ОВЗ. Были выделены три основных компонента, которые, по нашему мнению, должны быть сформированы у педагогов для дальнейшего сопровождения социальной инклюзии: мотивационно-ценностный компонент; деятельностный компонент; рефлексивно-оценочный компонент. Данная модель может быть использована при разработке программ подготовки педагогов в области социальной инклюзии.

Ключевые слова: социальная инклюзия, эксклюзия, дети с ОВЗ, готовность педагога, инклюзивное образование

THEORETICAL MODEL OF FORMATION OF TEACHER'S READINESS TO ENSURE SOCIAL INCLUSION OF A CHILD WITH DISABILITIES

¹Skalozub N.V., ²Blinov L.V.¹Gymnasium No. 6, Khabarovsk, e-mail: Skalozubnv@yandex.ru;²Pacific State University, Khabarovsk, e-mail: astrax@list.ru

The article is devoted to the consideration of an urgent problem of modern inclusive education – the formation of a teacher's readiness to ensure the social inclusion of a child in the health limitations, since this aspect of the problem is poorly researched. The purpose of the study: to develop and substantiate a theoretical model for the formation of a teacher's readiness to ensure the social inclusion of a child with disabilities. The analysis of approaches to the definition of social inclusion presented in the works of domestic researchers I.A. Makeeva, V.N. Petrov, I.B. Kantemirova, S.V. Korzhukh, T.V. Furyaeva, S.N. is carried out. Maslieva, I.Yu. Suvorova, etc. It is noted that social inclusion is inextricably linked with such concepts as social exclusion, integration, socialization, socio-psychological adaptation, as well as the fact that educational inclusion is only part of social inclusion. The article presents the results of a survey of teachers of educational institutions in Khabarovsk: (Gymnasium No. 6, secondary school No. 47, secondary School No. 68, secondary School No. 51, secondary school No. 27), aimed at identifying their degree of readiness to support the social inclusion of a child with disabilities. It is concluded that most of the teachers interviewed are not ready to implement the support of social inclusion of children with disabilities. Three main components were identified, which, in our opinion, should be formed by teachers for further support of social inclusion: motivational-value component; activity component; reflexive-evaluative component, this model can be used in the development of teacher training programs in the field of social inclusion.

Keywords: social inclusion, exclusion, children with disabilities, teacher readiness, inclusive education

На сегодняшний день проблема социальной инклюзии лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) является одной из актуальных, но довольно малоисследованных проблем, поскольку этот аспект инклюзивной практики остался в тени понятия «образовательная инклюзия», хотя понятие социальной инклюзии является более широким и включает в себя инклюзивное воспитание, обучение и образование как один из аспектов инклюзивности. В отечественной научной практике понятие социальной инклюзии рассматривается Ю.А. Афонькиной, Г.В. Жигуновой,

И.А. Макеевой, В.Н. Петровым, И.Б. Кантемировой, С.В. Коржух, Т.В. Фуряевой, С.Н. Маслиевой, И.Ю. Суворовой и т.д.

Актуальность изучения социальной инклюзии и организации подготовки к ней педагогов, работающих с детьми с ОВЗ, определяется тем, что, во-первых, если с понятиями инклюзивности и образовательной инклюзии так или иначе знакомы все специалисты, работающие в данной сфере, то понятие социальной инклюзии является для многих новым. Во-вторых, для обеспечения качества жизни, социально-психологической адаптации и интеграции

детей с ОВЗ социальная инклюзия играет первостепенную роль, так как, несмотря на то, что сегодня сделаны значительные шаги в области доступности образования для детей с ОВЗ, для многих из них по-прежнему сложно активно участвовать в социальной и культурной жизни, быть равноправным участником коммуникации и т.д. Поэтому существует потребность осмысления условий и особенностей организации подготовки педагогов к сопровождению социальной инклюзии детей с ОВЗ, разработке теоретической модели подготовки педагогов к реализации социальной инклюзии.

Цель исследования – разработать и обобщить теоретическую модель формирования готовности педагога к обеспечению социальной инклюзии ребенка с ОВЗ.

Материалы и методы исследования

В ходе исследования были проанализированы некоторые теоретические подходы к рассмотрению социальной инклюзии на материале научных публикаций последних лет, а также был проведен опрос педагогов, работающих в сфере инклюзивного образования с целью определения уровня и готовности к сопровождению социальной инклюзии детей с ОВЗ. Исследование проводилось на базе общеобразовательных учебных учреждений г. Хабаровска (Гимназия № 6, СОШ № 47, СОШ № 68, СОШ № 51, СОШ № 27) в 2022 г., в нем приняли участие 72 педагога. В качестве методов исследования выступили методы анализа, синтеза, сравнения и обобщения, а также методы анкетирования и качественно-количественной обработки данных.

Результаты исследования и их обсуждение

Обратимся сначала к самому понятию социальной инклюзии. И.А. Макеева рассматривает сущность социальной инклюзии в контексте современного образования, считая, что понятие инклюзии неразрывно связано с понятием социальной эксклюзии как противоположного процесса. Социальная эксклюзия представляет собой стигматизацию, исключение определенных групп населения из процесса активной социализации и полноценной социальной жизни на основании определенных особенностей, в силу которых эти группы не могут самостоятельно реализовывать свои права [1]. В первую очередь к этим группам относятся мигранты, лица без гражданства, беженцы, материально малообеспеченные группы, лица с ограниченными возможностями здоровья. Социальная эксклюзия становится результатом депривации в той или иной

сфере, что особенно актуально для людей с ограниченными возможностями здоровья, где основным фактором выступает биологический – объективное состояние их здоровья. Ф.М. Бородкин считает, что имеет смысл различать ситуацию и состояние социальной эксклюзии. Под ситуацией социальной эксклюзии понимаются объективированные обстоятельства. Люди, оказавшиеся в этих обстоятельствах, не имеют возможности воспользоваться предоставленными им социальными правами. Состояние же социальной эксклюзии определяется индивидуальным восприятием ситуации и самоидентификацией [2].

Социальная инклюзия представляет собой обратный процесс активного включения лиц группы риска в систему социальных отношений, предоставление им равных прав с остальными категориями и доступ ко всем социальным благам с целью дальнейшей социализации и социально-психологической адаптации [3]. С этой точки зрения социальная инклюзия является гораздо более широким понятием по сравнению с образовательной инклюзией, поскольку право на образование является всего лишь одним из социальных благ, предоставляемым современным социумом. Как отмечает С.Н. Маслиева, «инклюзия осуществляется параллельно предупреждению эксклюзии индивида за счет переориентации окружающих на нетипичное как ценность и его нормативного восприятия. Для этого требуется сформировать у них представление о входящем в их общность человеке как индивидуальности (исключительности) в превосходной степени, чтобы избежать непонимания и моральной жестокости со стороны окружающих. Однако такое психологическое сопровождение не может быть одновременным с процессом инклюзии в силу сложности самого механизма ценностной переориентации, требующей длительного времени и специальных условий для раскрытия привлекательной индивидуальности человека или его гуманистического призыва, ответ на который окажется социально значимым для окружающих» [4, с. 161].

При этом исследователи [5; 6] сходятся во мнении, что образовательная инклюзия является важнейшей частью социальной инклюзии, без которой невозможно течение всего процесса, так как образование на данный момент является основным инструментом социализации и социальной интеграции индивида в обществе, право на образование является гарантированным правом для всех граждан Российской Федерации.

В.Н. Петров, И.Б. Кантемирова, рассматривая социальную инклюзию в аспек-

те образовательной деятельности детей с ограниченными возможностями здоровья, считают, что для успешной интеграции и социализации детей с ОВЗ должны быть созданы определенные условия на двух уровнях: первый уровень – это личностный уровень индивида – формирование у него активной жизненной позиции, мотивации, конформизма (то есть желания следовать групповым нормам и правилам), и общественный уровень – толерантность со стороны отдельных групп и сообщества, развитая групповая деятельность, наличие определенных групповых норм и правил, групповых ценностей [7].

Все перечисленные авторы разделяют интеграцию и инклюзию, с нашей же точки зрения, два этих понятия взаимосвязаны между собой; мы считаем, что инклюзия является лишь инструментом интеграции, а интеграция – это процесс и результат включения индивида в социальную жизнь. Этот же тезис подчеркивает и С.В. Коржух, рассматривая подходы к социальной инклюзии лиц с инвалидностью [8].

Таким образом, мы рассматриваем социальную инклюзию детей с ОВЗ как процесс включения их в социальную жизнь и обеспечение гарантированной реализации всех прав, которые на сегодняшний день предусмотрены законом Российской Федерации для своих граждан. Социальная инклюзия является важным инструментом социализации, интеграции и социально-психологической адаптации ребенка с ОВЗ в социуме [9].

Для того чтобы выявить готовность к сопровождению социальной инклюзии детей с ОВЗ, мы провели опрос педагогов общеобразовательных учебных учреждений г. Хабаровска (Гимназия № 6, СОШ № 47, СОШ № 68, СОШ № 51, СОШ № 27), которым было предложено ответить на ряд вопросов. Во всех выбранных образовательных учреждениях на момент проведения исследования уже реализуется инклюзивное образование детей с ограниченными возможностями здоровья.

Первый вопрос касался того, знакомы ли педагоги с понятием «социальная инклюзия» и как они его понимают. Утвердительно ответили 33 педагога (46%), больше половины опрошенных не знакомы с заявленным понятием: 11% педагогов затруднились привести определение социальной инклюзии; 35% ответили, что она связана с социализацией ребенка; 8% не смогли дать развернутый ответ.

Второй вопрос касался того, какие условия социальной инклюзии ребенка с ОВЗ могут назвать педагоги. Были получены следующие ответы: «организация внеурочной

и внеклассной деятельности» (17%), «организация воспитательной работы» (16%), «совместная деятельность детей» (22%), «организация проектной деятельности» (11%), «организация особого образовательного пространства» (27%), 8% педагогов затруднились сформулировать хотя бы одно условие.

Третий вопрос касался того, какие формы и методы социальной инклюзии детей с ОВЗ используют педагоги в своей собственной практике. Педагоги перечислили такие формы и методы работы, как совместная внеурочная и внеклассная деятельность здоровых детей и детей с ОВЗ (46%), творческая деятельность (22%), проектная деятельность (17%), 15% педагогов затруднились дать ответ на заданный вопрос.

Далее педагогам было предложено ответить на вопрос о том, от чего зависит социальная инклюзия детей с ОВЗ. Ответы были следующими: «от диагноза ребенка и структуры дефекта» (37%), «от индивидуально-личностных особенностей ребенка» (23%), «от компетентности педагогов» (23%), «от условий и возможностей образовательного учреждения» (17%).

Последний вопрос касался того, считают ли педагоги себя компетентными в области социальной инклюзии, нуждаются ли они в дополнительном повышении квалификации. Все опрошенные педагоги признали (100%), что они считают себя недостаточно компетентными в вопросе социальной инклюзии и хотели бы получить в этой области дополнительные знания и навыки.

Таким образом, опрос педагогов образовательных учреждений г. Хабаровска показал, что многие из опрошенных на сегодняшний день не готовы к реализации сопровождения социальной инклюзии детей с ОВЗ, даже несмотря на то, что работают в области инклюзивного образования и имеют соответствующий опыт.

Затруднения у опрошенных педагогов вызывают само определение социальной инклюзии, определение методов и путей ее реализации, а также условий ее реализации в рамках обучения ребенка в общеобразовательном учреждении. Это говорит о том, что необходимо проводить целенаправленное повышение квалификации для педагогов-дефектологов в области социальной инклюзии.

Опираясь на структуру психологической готовности будущих педагогов начального образования к инклюзии, которая заявлена в исследовании И.В. Ивенских, С.Н. Сорокумовой, О.В. Суворовой [10], мы также выделяем три основных компонента, которые, по нашему мнению, должны быть сформированы у педагогов для дальнейшего сопровождения социальной инклюзии:

– мотивационно-ценностный компонент: педагог должен осознавать и разделять ценности социальной инклюзии, стремиться дать ребенку с ОВЗ не только определенный набор образовательных компетенций, но и стараться содействовать его полноценной интеграции в общество, опираясь на его личностные стремления и возможности;

– деятельностный компонент предполагает, что педагог не только владеет профессиональными знаниями, но и способен к проектированию, владеет различными технологиями инклюзивного образования, способен проектировать индивидуальные маршруты социализации для каждого ребенка, создавать собственные инклюзивные практики;

– рефлексивно-оценочный компонент включает в себя оценочные умения педагога, так как развитая рефлексия является обязательным условием выявления наиболее эффективных инклюзивных практик в собственной деятельности.

Общая возможная схема подготовки педагогов к сопровождению социальной инклюзии представлена на рисунке. Данная теоретическая модель может быть реализована как в рамках высшего профессионального обучения, так и в рамках курсов повышения квалификации, наставничества, самообразования педагога.

В модели описаны основные возможные формы подготовки педагогов, методы обучения и их связь с различными образовательными формами. Данная модель не является универсальной, она может быть расширена за счет введения дополнительных элементов системы подготовки к социальной инклюзии.

В основу формирования готовности положены выделенные компоненты:

– мотивационно-ценностный компонент: ценности, установки, где педагог должен осознавать смысл и необходимость социальной инклюзии ребенка с ОВЗ, иметь внутреннюю установку на взаимодействие с ребенком с ОВЗ в области его социализации и развития;

– деятельностный компонент: профессиональные компетенции, целеполагание, планирование, моделирование, проектирование. Согласно этому компоненту педагог должен овладеть всеми общепедагогическими компетенциями, а также иметь знания о сущности социальной инклюзии, ее форм и методов реализации;

– рефлексивно-оценочный компонент: оценка, самооценка, рефлексия. Этот компонент предполагает развитие рефлексии педагога по отношению его практики именно в области социальной инклюзии, он важен для дальнейшего профессионального развития.

Предложены наиболее оптимальные формы и методы организации развития готовности педагогов к реализации социальной инклюзии: это внедрение дополнительных образовательных модулей в магистерские программы обучения, курсы повышения квалификации, самообразование, анализ и усвоение чужого педагогического опыта.

Представленная теоретическая модель готовности педагога к социальной инклюзии может быть достигнута через реализацию ряда условий организации подготовки педагогов-дефектологов и тьюторов. Во-первых, понятие «социальная инклюзия» должно быть внедрено в образовательные программы как самостоятельное; педагоги должны иметь о нем наиболее полное представление. Во-вторых, должны быть проанализированы и обобщены наиболее успешные практики социальной инклюзии на основе реального педагогического опыта, сформирован пул наиболее эффективных технологий, эти обобщения также должны войти в образовательные программы, посвященные социальной инклюзии. В-третьих, обучение должно иметь практико-ориентированный характер, чтобы педагоги, обучающиеся по этим программам, могли иметь возможность включиться в любую заинтересовавшую их практику на правах полноценного участника и партнера.

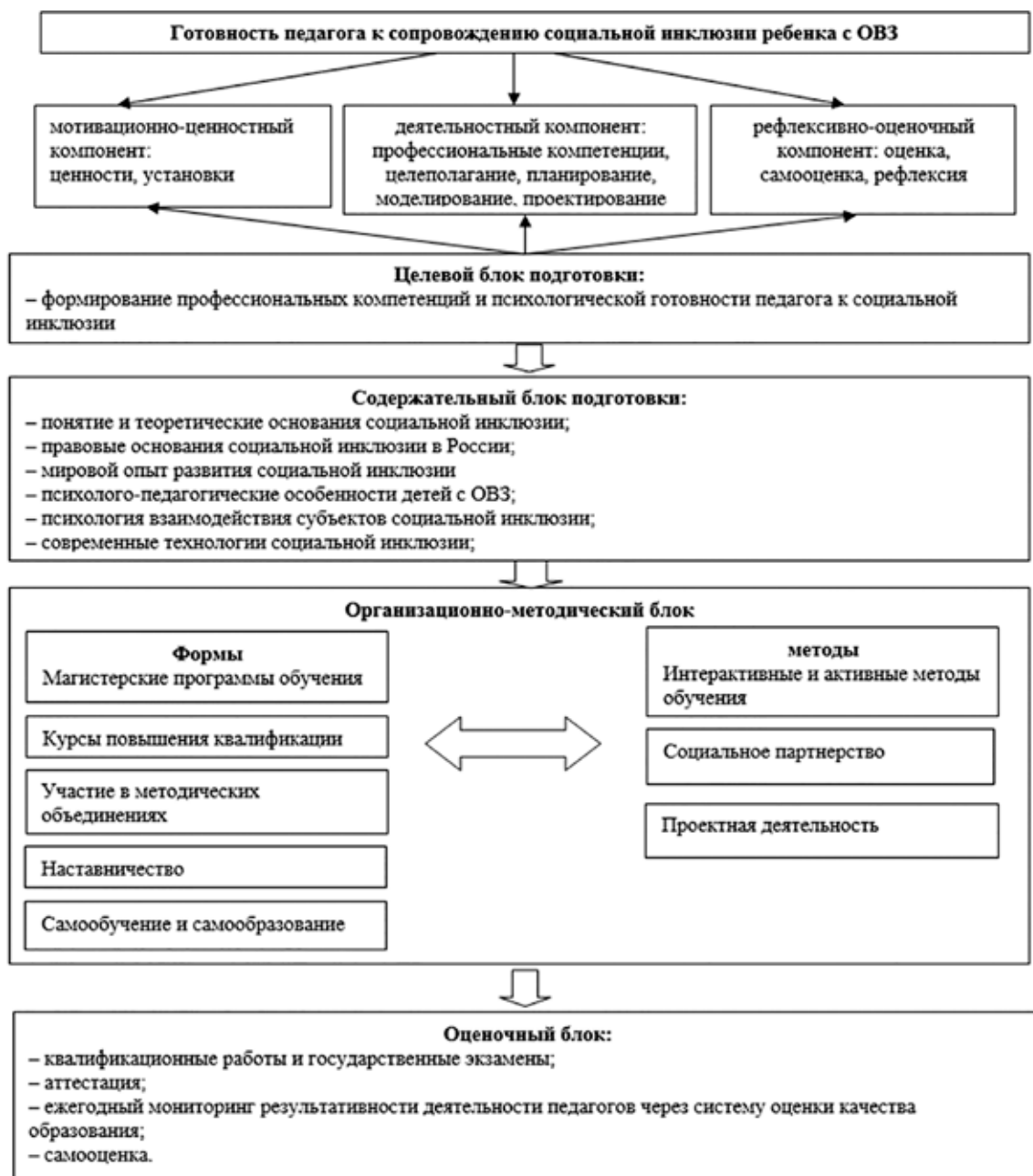
Сама теоретическая модель подготовки педагогов состоит из четырех основных блоков;

– целевого, который определяет цели подготовки;

– содержательного, включающего основной перечень знаний и компетенций, которыми должен овладеть педагог в ходе подготовки; сюда были включены такие примерные дисциплины, как «Понятие и теоретические основания социальной инклюзии»; «Правовые основания социальной инклюзии в России»; «Мировой опыт развития социальной инклюзии», «Психолого-педагогические особенности детей с ОВЗ»; «Психология взаимодействия субъектов социальной инклюзии»; «Современные технологии социальной инклюзии».

– организационно-методического блока, который описывает основные формы и методы подготовки.

Из представленных форм формирования готовности педагога к реализации социальной инклюзии магистерские программы отнесены к этапу профессионального образования, остальные формы и методы мы отнесли к постпрофессиональному непрерывному образованию педагога, хотя все представленные формы и методы взаимосвязаны между собой и могут быть использованы совместно.



Теоретическая модель формирования готовности педагога к социальной инклюзии ребенка с ОВЗ

В ходе обучения по программам магистратуры студент должен овладеть содержанием понятия «социальная инклюзия», получить представления о том, для чего она нужна и как она взаимосвязана с образовательной инклюзией, научиться выбирать формы, методы и приемы социальной инклюзии, исходя из индивидуальной ситуации развития каждого конкретного ребенка.

Такие формы, как курсы повышения квалификации, самообразование, больше подходят для педагогов, имеющих высшее

профильное образование и желающих углубить свои знания, исходя из актуального уровня развития педагогической теории и практики. Цели и задачи этих форм обучения совпадают с общими целями и задачами формирования готовности педагога к социальной инклюзии.

Наставничество и участие в методических объединениях предполагают обмен актуальным педагогическим опытом в области социальной инклюзии между опытными и менее опытными педагогами, которые

уже работают в данной области и имеют практический опыт социальной инклюзии.

Активные и интерактивные методы обучения здесь являются универсальными педагогическими технологиями обучения, к ним можно отнести метод кейсов, ролевых игр, проектов и т.д., эти методы могут быть применены при всех формах обучения и подготовки педагогов. Социальное партнерство представляет собой универсальный инструмент, который предполагает налаживание сотрудничества между всеми заинтересованными субъектами для обмена опытом и практическими знаниями в области социальной инклюзии.

Последний блок модели – оценочный. Оценка готовности педагога к обеспечению социальной инклюзии будет зависеть от форм его начальной подготовки и ступени профессионального развития. Для обучающихся по магистерским программам это может быть защита выпускных квалификационных работ и государственные экзамены, для курсов повышения квалификации – аттестационные работы и проекты, для всех педагогов, работающих в сфере социальной инклюзии, предполагается участие в ежегодном мониторинге качества образования и результативности деятельности, а также самооценка. Система мониторинга может быть многомерной и включать в себя оценку научно-методической активности педагога (наличие научных и методических публикаций по теме социальной инклюзии, участие в заседаниях методических советов и проектных групп и т.д.), экспертные оценки (со стороны других педагогов и т.д.), самооценку, оценку удовлетворенности социальной инклюзией со стороны родителей и обучающихся.

Заключение

Нами были рассмотрены основные теоретические подходы к определению социальной инклюзии, на основе которых была разработана и обоснована модель формирования готовности педагога к социальной инклюзии ребенка с ОВЗ. Социальная инклюзия детей с ОВЗ может пониматься как процесс их включения в социальную жизнь и обеспечение гарантированной реализации всех прав, которые на сегодняшний день предусмотрены нормативно-правовыми актами, является важным инструментом социализации, интеграции и социально-психологической адаптации ребенка с ОВЗ в социуме.

Результаты опроса педагогов общеобразовательных учебных учреждений г. Хабаровска (Гимназия № 6, СОШ № 47, СОШ № 68, СОШ № 51, СОШ № 27) показали, что значительная часть из них пока не готова к реализации сопровождения социальной

инклюзии детей с ОВЗ. На основании этого был сделан вывод о том, что необходимо проводить целенаправленное обучение или повышение квалификации педагогов в области социальной инклюзии.

Опираясь на структуру психологической готовности будущих педагогов к инклюзии, были выделены три основных компонента, которые должны быть сформированы у педагогов для дальнейшего сопровождения социальной инклюзии: мотивационно-ценностный компонент; деятельностный компонент; рефлексивно-оценочный компонент. Также выделены некоторые условия формирования у педагогов готовности к сопровождению социальной инклюзии.

Дальнейшими перспективами исследования является разработка и апробация программы обучения для педагогов, направленная на формирование у них готовности к сопровождению социальной инклюзии детей с ОВЗ. Это могут быть как программы магистерского образования, так и курсы повышения квалификации или корпоративного обучения педагогов на базе образовательного учреждения.

Список литературы

1. Федеральный закон от 24.07.1998 № 124-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Об основных гарантиях прав ребенка в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19558 (дата обращения: 28.03.2023).
2. Бородкин Ф.М. Социальная эксклюзия // Социологический журнал. 2000. № 3/4. С. 6–17.
3. Афонькина Ю.А., Жигунова Г.В. Теоретическое конструирование социальной инклюзии лиц с инвалидностью // Russian Journal of Education and Psychology. 2016. № 11 (67). С. 278–296.
4. Маслиева С.Н. Интеграция и инклюзия: парадигмальная характеристика // Историческая и социально-образовательная мысль. 2014. № 2 (24). С. 159–165.
5. Фурьева Т.В. Социальная инклюзия: теория и практика: монография. Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2017. 278 с.
6. Суворова И.Ю. Социальная эксклюзия как социально-психологический феномен // Социальная психология и общество. 2014. Т. 5. № 4. С. 29–43.
7. Петров В.Н., Кантемирова И.Б. Феномен социальной эксклюзии/инклюзии в аспекте образовательной деятельности детей с ограниченными возможностями здоровья // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 1: Регионоведение: философия, история, социология, юриспруденция, политология, культурология. 2019. № 2 (239). С. 129–137.
8. Коржук С.В. Социальная эксклюзия людей с инвалидностью: успешные стратегии преодоления // Мир экономики и управления. 2016. Т. 16. № 2. С. 145–155.
9. Макеева И.А. Социальная эксклюзия и инклюзия в контексте образования: сущность, подходы // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. 2020. № 198. С. 45–55.
10. Ивенских И.В., Сорокоумова С.Н., Суворова О.В. Профессиональная готовность будущих педагогов к работе с обучающимися с ограниченными возможностями здоровья и инвалидностью в условиях инклюзивной практики // Вестник Мининского университета. 2018. № 1 (22). С. 1–12.

УДК 371.71

СОДЕРЖАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СУБЪЕКТОВ РЕГИОНАЛЬНОГО КЛАСТЕРА ПО ФОРМИРОВАНИЮ КУЛЬТУРЫ ЗДОРОВЬЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

¹Федоров В.А., ²Чедов К.В.¹ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет»,
Екатеринбург, e-mail: fedorov1950@gmail.com;²ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
Пермь, e-mail: chedovkv@yandex.ru

На современном этапе общественного развития назрела необходимость в реализации потенциальных возможностей различных социальных институтов конкретного региона в создании целостной системы формирования культуры здоровья детей и подростков посредством их кластерного взаимодействия. Целью исследования является выявление и характеристика содержания деятельности субъектов регионального кластера по формированию культуры здоровья обучающихся. Достижение поставленной цели осуществляется посредством анализа научной литературы, а также анализа и обобщения результатов собственной практической деятельности по обеспечению кластерного взаимодействия учреждений образования; здравоохранения; предприятий, ориентированных на финансовую поддержку образования; общественных организаций социокультурной сферы Пермского края. Представленная в статье характеристика содержания деятельности регионального и муниципального органов управления образованием; Регионального института развития образования; региональной и муниципальной ресурсных образовательных организаций; Регионального центра медицинской профилактики и общественного здоровья; общественных организаций и движений; предприятий, ориентированных на финансовую поддержку образования; общеобразовательных организаций дополняет имеющиеся представления о совместной деятельности социальных институтов и создает предпосылки для интеграции организационно-педагогических, оздоровительно-профилактических, административно-управленческих ресурсов учреждений и организаций различной ведомственной принадлежности в направлении формирования культуры здоровья обучающихся.

Ключевые слова: содержание деятельности, региональный кластер, культура здоровья, обучающиеся

THE CONTENT OF THE REGIONAL CLUSTER SUBJECTS' ACTIVITIES TO CREATE A CULTURE OF HEALTH OF STUDENTS

¹Fedorov V.A., ²Chedov K.V.¹Russian State Vocational Pedagogical University, Yekaterinburg, e-mail: fedorov1950@gmail.com;²Perm State National Research University, Perm, e-mail: chedovkv@yandex.ru

At the present stage of social development, there is a need to realize the potential of various social institutions of a particular region in creating an integral system for the formation of a culture of health of children and adolescents through their cluster interaction. The purpose of the study is to identify and characterize the content of the activities of the subjects of the regional cluster for the formation of a health culture of students. The achievement of this goal is carried out through the analysis of scientific literature, as well as the analysis and generalization of the results of their own practical activities to ensure cluster interaction of educational institutions; healthcare; enterprises focused on financial support of education; public organizations of the socio-cultural sphere of the Perm Region. The article describes the content of the activities of regional and municipal education management bodies; Regional Institute of Education Development; regional and municipal resource educational organizations; Regional Center for Medical Prevention and Public Health; public organizations and movements; enterprises focused on financial support of education; It complements the existing ideas about the joint activities of social institutions and creates prerequisites for the integration of organizational and pedagogical, health-preventive, administrative and managerial resources of institutions and organizations of various departmental affiliation in the direction of forming a culture of health of students.

Keywords: activity content, regional cluster, health culture, learners

Формирование в системе общего образования личности, ориентированной на сохранение и укрепление собственного здоровья, определяется современными запросами государства, представленными в федеральных государственных образовательных стандартах общего образования. Однако современные общеобразовательные организации испытывают объективную потребность в привлечении внешних ресурсов для повышения эффективности деятельности в направлении сбережения и укрепления

их культуры здоровья обучающихся, формирования их культуры здоровья. В этой связи перспективной является кластеризация деятельности социальных институтов региона страны, причастных к работе с детьми и подростками, посредством интеграции их ресурсов [1]. Успешность кластерного взаимодействия социальных институтов региона в интересах формирования культуры здоровья детей и подростков зависит от работанности содержания их деятельности в данном направлении.

Цель исследования – выявление и характеристика содержания деятельности субъектов регионального кластера по формированию культуры здоровья обучающихся.

Материалы и методы исследования

Достижение поставленной цели осуществлялось посредством анализа научной литературы, а также анализа и обобщения результатов собственной практической деятельности по обеспечению кластерного взаимодействия учреждений образования; здравоохранения; предприятий, ориентированных на финансовую поддержку образования; общественных организаций социокультурной сферы Пермского края.

Взаимодействие субъектов кластера по формированию культуры здоровья обучающихся осуществляется на региональном, муниципальном и местном уровнях в соответствии с их общественным статусом.

Результаты исследования и их обсуждение

Количество учреждений и организаций регионального кластера и содержание их деятельности в направлении формирования культуры здоровья обучающихся может отличаться в зависимости от особенностей конкретного субъекта страны [2, 3]. Представленный ниже материал раскрывает базовое содержание деятельности участников кластерного взаимодействия, составляющих инвариантную часть кластера. Реализация этого содержания возможна, по нашему мнению, во всех регионах Российской Федерации.

Представим характеристику деятельности каждого субъекта кластерного взаимодействия в их движении к запланированной цели.

Региональный и муниципальные органы управления образованием:

1) определяют соответствие нормативных документов и научно-методических материалов, регламентирующих деятельность образовательной организации в направлении формирования культуры здоровья детей и подростков, законам и подзаконным актам федерального, регионального и муниципального уровней. Финансируют общеобразовательные организации для улучшения их материально-технических условий, необходимых при целенаправленной здоровьесберегающей деятельности;

2) осуществляют деятельность по организации различных мероприятий (конференций, фестивалей, конкурсов), направленных на охрану здоровья обучающихся общеобразовательных школ (Региональная научно-

практическая конференция обучающихся «Буду здоровым – буду успешным!»; региональный конкурс проектов «Мы выбираем здоровье!» для учащихся и молодежи; диктант по здоровьесбережению для учащихся и молодежи региона «Здоровый диктант»);

3) организуют для педагогов конференции, фестивали, конкурсы по направлению охраны здоровья подрастающего поколения (конкурс «Учитель здоровья России», фестиваль лучших практик здоровьесбережения, научно-практические конференции и др.);

4) обеспечивают функционирование регионального, муниципальных профессиональных сообществ педагогов общеобразовательных организаций для обмена опытом применения на практике эффективных педагогических методик, технологий здоровьесбережения и охраны здоровья подрастающего поколения, непрерывного повышения профессионального мастерства учителей здоровья посредством систематического проведения обучающих семинаров (вебинаров), организации работы ассоциации педагогов и др.

Региональный институт развития образования:

1) оказывает научное консультирование педагогов в ходе подготовки и реализации на практике инновационных программ по здоровьесбережению и формированию культуры здоровья детей и подростков;

2) обеспечивает повышение профессиональной компетентности руководителей, педагогов, узких специалистов общеобразовательных школ посредством реализации программ повышения квалификации и переподготовки по темам охраны здоровья подрастающего поколения в соответствии с особенностями кластеризации совместной деятельности социальных институтов региона;

3) размещает на сайте учреждения и регионального сетевого сообщества педагогов материалы, отражающие передовой опыт по формированию культуры здоровья обучающихся;

4) проводит диагностику здоровьесберегающей компетентности педагогов и на основе полученных результатов оказывает им содействие при разработке индивидуальных траекторий совершенствования профессиональной компетентности;

5) создает условия для диссеминации руководителями, педагогами, узкими специалистами общеобразовательных школ методических разработок по вопросам формирования культуры здоровья обучающихся в виде издания учебно-методических пособий, методических указаний и т.п.

Региональная и муниципальная ресурсные образовательные организации – это общеобразовательные школы, обладающие кадровыми, научно-методическими, материально-техническими, организационными ресурсами по сохранению и укреплению здоровья детей и подростков, которым присвоен соответствующий статус приказом регионального или муниципального органа управления образования. Такие образовательные организации:

1) формируют на региональном или муниципальном уровнях состав субъектов кластерного взаимодействия по формированию культуры здоровья обучающихся и координируют их совместную деятельность;

2) обеспечивают оперативную передачу информационных, методических материалов общеобразовательным школам от различных субъектов регионального кластера;

3) проводят с родителями (законными представителями) детей и подростков региона, муниципалитета обучающие мероприятия в виде личного общения и с применением теле-коммуникационных технологий по вопросам здоровьесбережения и формирования культуры здоровья;

4) выявляют эффективность деятельности общеобразовательных школ по созданию здоровьесберегающей образовательной среды в рамках функционирования регионального кластера по формированию культуры здоровья обучающихся, отслеживают уровень психофизического состояния и сформированности навыков ведения здорового образа жизни у детей и подростков;

5) являются связующим звеном между региональным и муниципальными органами управления образования и другими субъектами кластерного взаимодействия при решении актуальных вопросов их совместной деятельности.

Региональный центр медицинской профилактики и общественного здоровья:

1) активно участвует в мероприятиях по непрерывному повышению профессионального мастерства педагогов и других субъектов кластера, организуемых Региональным институтом развития образования;

2) совместно с классным руководителем, учителем физической культуры, родителем, медицинским работником школы, обучающимся принимает участие в создании индивидуальных программ здорового образа жизни школьника в части определения оптимальных вариантов здоровьесориентированной деятельности в зависимости от результатов оценки психофизического состояния ребенка, подростка;

3) проводит анализ содержания образовательной среды школы с целью определения наличия факторов, оказывающих негативное воздействие на психофизическое состояние обучающихся. В случае их выявления предлагает варианты решения проблемы, в том числе с привлечением ресурсов тех или иных субъектов регионального кластера;

4) по запросу общеобразовательных школ изготавливает презентации, плакаты, буклеты и другие наглядные материалы, необходимые для совершенствования содержания учебно-воспитательного процесса в направлении формирования культуры здоровья школьников;

5) привлекается общеобразовательными школами в соответствии с утвержденным в начале учебного года графиком при проведении тематических классных часов и различных мероприятий, проводимых не только с обучающимися, но их родителями.

Общественные организации и движения, причастные к работе со школьниками в направлении сохранения и укрепления их здоровья (например, волонтеры-медики), инициируют создание в общеобразовательных школах групп добровольцев (волонтеров) из числа старшеклассников, с которыми в дальнейшем проводят обучающие мероприятия. В результате такой деятельности в каждой школе формируются Комитеты здорового образа жизни (Комитеты ЗОЖ), оказывающих активное содействие классным руководителям и педагогам физической культуры, основ безопасности жизнедеятельности в проведении систематической работы с обучающимися начальных классов и среднего звена по здоровьесбережению и формированию культуры здоровья детей и подростков. Координатором работы Комитета ЗОЖ в конкретной школе является представитель общественной организации.

Важным аспектом волонтерской деятельности старшеклассников является выполнение ими исследовательских работ в соответствии с направлениями работы Комитета ЗОЖ: организация двигательной активности обучающихся в течение учебного дня, рациональное обращение с гаджетами, правильное питание, закаливание, соблюдение режима труда и отдыха, профилактика употребления психоактивных веществ. Защита таких работ юными исследователями на школьном, муниципальном, региональном уровнях является еще одной формой распространения ценностей здорового образа жизни среди подрастающего поколения.

Предприятия, ориентированные на финансовую поддержку образования, благо-

даря своей спонсорской помощи общеобразовательным школам решают важнейшие задачи в повышении эффективности их здоровьеориентированной деятельности: улучшение материально-технического обеспечения; совершенствование здоровьесберегающей компетентности учителей; участие обучающихся и педагогов в выездных мероприятиях, проводимых в различных регионах страны, и др.

Общеобразовательные организации являются тем субъектом регионального кластера, который концентрирует ресурсы, появляющиеся в ходе совместной деятельности социальных институтов, и благодаря этому совершенствует свою деятельность по здоровьесбережению и формированию культуры здоровья подрастающего поколения. Содержание здоровьеориентированной работы такой общеобразовательной школы включает:

1) проведение мониторинговых исследований психофизического состояния обучающихся, выявление уровня сформированности их культуры здоровья, самообследование здоровьесберегающей образовательной среды;

2) составление индивидуальных программ здорового образа жизни обучающихся, которые содержат цель и задачи, характеристику опыта ведения здорового образа жизни, данные о текущем психофизическом состоянии ребенка, подростка; составляющие здоровьесберегающего поведения в соответствии с их индивидуальными потребностями и возможностями на предстоящий период (как правило, учебный год). Реализация этих программ осуществляется при взаимодействии всех субъектов образовательного процесса (педагогов, родителей, обучающихся), в течение которой акцентируется внимание на развитие личностных качеств обучающихся, связанных с формированием их здоровьесберегающего потенциала и готовности к здоровьесберегающей деятельности [4];

3) применение всеми педагогами образовательных технологий и методик, ориентированных на сбережение и укрепление здоровья обучающихся, формирование навыков здоровьесберегающего поведения;

4) повышение компетентности родителей в области формирования у детей здорового образа жизни, том числе с участием специалистов – представителей учреждений и организаций, входящих в состав регионального кластера;

5) работу школьного спортивного клуба, которая может обеспечиваться посредством интеграции кадровых и материально-технических ресурсов общеобразовательной организации и спортивных школ;

6) формирование у обучающихся навыков здоровьеориентированного поведения на занятиях физической культуры, имеющих образовательно-познавательную направленность, т.е. включающие в свое содержание кроме двигательной активности, теоретический аспект;

7) проведение старшеклассниками – представителями школьного Комитета ЗОЖ утренней гимнастики и подвижных перемен с обучающимися младших классов и среднего звена;

8) привлечение родителей в качестве помощников при проведении в школе различных видов деятельности здоровьесберегающей направленности: диагностики психофизического состояния и уровня сформированности навыков здорового образа жизни, классных и общешкольных мероприятий. В работе с родителями важное значение имеют просветительские мероприятия, ориентированные на то, чтобы их образ жизни, который дети наблюдают в домашних условиях, являлся положительным примером для подражания. В проведении такой просветительской работы активное участие принимают представители Регионального центра медицинской профилактики и общественного здоровья, учреждений дополнительного образования физкультурно-спортивной направленности;

9) создание группы педагогов, каждый представитель которой имеет определенные обязанности в рамках координации работы школы по сохранению и укреплению здоровья обучающихся, формированию их культуры здоровья в условиях функционирования регионального кластера;

10) проведение мероприятий (открытых уроков, мастер-классов и семинаров) по диссеминации положительного опыта применения здоровьесберегающих образовательных технологий и методик в учебной и внеучебной деятельности.

Опытно-поисковая работа, реализованная в Пермском крае в соответствии с вышеописанным содержанием деятельности субъектов регионального кластера, позволила выявить эффективность взаимодействия социальных институтов, конечным результатом которого явился статистически достоверный прирост уровня сформированности культуры здоровья обучающихся [5].

Заключение

Выявление и характеристика содержания деятельности субъектов регионального кластера по формированию культуры здоровья детей и подростков создает предпосылки для слаженной и упорядоченной их

совместной работы. Региональная система взаимодействия социальных институтов, благодаря целенаправленной и в то же время взаимодополняющей деятельности каждого ее компонента, обеспечивает, как подтверждают результаты опытно-поисковой работы, успешную интеграцию ресурсов организаций, имеющих различную ведомственную принадлежность в интересах формирования культуры здоровья подрастающего поколения.

Список литературы

1. Данилов С.В., Лукьянова М.И. Кластерный подход в региональном образовании // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 1–1. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=18896> (дата обращения: 01.03.2023).
2. Михайлова М.В., Салаева А.Л. Кластерный подход в управлении образованием и культурой: положительный опыт российских регионов // *Кластерный подход к управлению культурно-образовательным пространством города: материалы научно-практические конференции*. 2014. 19 дек. Чебоксары, 2014. С. 74–80.
3. Ирхин В.Н., Богачева Е.А. Воспитание культуры здоровья обучающихся в рамках сетевого взаимодействия школ Белгородской области // *Вестник БелИРО*. 2015. № 2. С. 114–118.
4. Третьякова Н.В. Концепция формирования готовности обучающихся образовательных организаций к здоровьесориентированной деятельности // *Современные проблемы науки и образования*. 2014. № 4. URL: <http://www.science-education.ru/118-14314> (дата обращения: 15.02.2023).
5. Федоров В.А., Чедов К.В. Кластерное взаимодействие социальных институтов в региональном образовательном пространстве: аспект формирования культуры здоровья обучающихся // *Известия Российской академии образования*. 2021. № 1–2. С. 84–91.

УДК 378.147

ИССЛЕДОВАНИЕ САМООЦЕНКИ ГОТОВНОСТИ БУДУЩИХ БАКАЛАВРОВ К ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СИСТЕМЕ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Фиалко А.И.*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар, e-mail: alla.fialko@mail.ru*

В связи с нехваткой высококвалифицированных рабочих кадров среднего звена, обеспечивающих сложные технологические процессы, возникла необходимость модернизации профессиональной подготовки педагогов в вузах, готовящих преподавательский состав для обучения студентов технических профилей в системе среднего профессионального образования (СПО). Качество подготовки в СПО регулируется требованиями стандартов, основанными на практических запросах современного производства, определяется при сдаче демонстрационных экзаменов. Бакалавры – будущие педагоги (профиля Технологическое образование, Физика) могут стать преподавателями технических дисциплин в области энергетики и должны быть готовы к внедрению стандартов в образовательный процесс СПО. Цифровизация всех сфер экономики, неопределенность и быстрые перемены на рынке труда предъявляют особые требования к выпускникам учебных заведений: способность к решению возникающих нестандартных задач, самоанализу, саморегуляции и самосовершенствованию. Сформированность способности к рефлексии о самооценке является стержневым фактором профессиональной готовности бакалавров. Цель: исследование самооценки готовности будущих бакалавров к педагогической деятельности в системе СПО. Выявлено, что компонентами готовности бакалавров к педагогической деятельности в системе СПО с учетом новых стандартов являются мотивационно-ориентационный (сформированность лично значимых мотивов и ценностных отношений, направленных на стремление к профессиональной деятельности в системе СПО); содержательно-операционный (включающий овладение системными знаниями в психолого-педагогической и технико-технологических сферах, умение оперировать ими в условиях профессиональной деятельности при внедрении новых стандартов в учреждениях СПО); оценочно-рефлексивный (характеризующийся способностью к рефлексии, самоанализу, самооценке, проектированию пути самосовершенствования). Анализ самооценки готовности студентов вуза к профессиональной деятельности выявил дефицит в области знания требований стандарта 18 «Электромонтаж» ВСР, процедуры проведения демонстрационных экзаменов, опыта разработки рабочей учебной документации для СПО. Создание педагогических условий на основе становления субъектности обучающегося способствует развитию его самооценки как компонента формирования готовности к профессиональной деятельности в СПО.

Ключевые слова: готовность к профессиональной деятельности, бакалавры педагогического образования, высшее образование, среднее профессиональное образование, самооценка, образовательные стандарты

STUDY OF THE SELF-ASSESSMENT OF THE READINESS OF FUTURE BACHELORS TO PEDAGOGICAL ACTIVITY IN THE SYSTEM OF SECONDARY VOCATIONAL EDUCATION

Fialko A.I.*Kuban State University, Krasnodar, e-mail: alla.fialko@mail.ru*

Due to the shortage of highly qualified middle-level workers providing complex technological processes, there was a need to modernize the professional training of teachers at universities preparing teaching staff for teaching students of technical profiles in the system of secondary vocational education (SVE). The quality of training in the SVE is regulated by the requirements of standards based on the practical requirements of modern production, determined when passing demonstration exams. Bachelors – future teachers (profile Technological education, Physics) can become teachers of technical disciplines in the field of energy and should be ready to implement standards in the educational process of vocational education. Digitalization of all spheres of the economy, uncertainty and rapid changes in the labor market place special demands on graduates of educational institutions: ability to solve emerging non-standard tasks, introspection, self-regulation and self-improvement. The formation of the ability to reflect on self-esteem is the core factor of professional readiness of bachelors. Purpose: to study the self-assessment of the readiness of future bachelors for pedagogical activity in the SVE system. It is revealed that the components of bachelors' readiness for pedagogical activity in the SVE system, taking into account the new standards, are motivational-orientation (the formation of personally significant motives and value relations aimed at striving for professional activity in the SVE system); content-operational (including the mastery of systemic knowledge in the psychological, pedagogical and technical-technological spheres, the ability to operate them in the conditions of professional activity when introducing new standards in vocational education institutions); evaluative-reflexive (characterized by the ability to reflect, introspection, self-assessment, designing ways of self-improvement). The analysis of the self-assessment of the university students' readiness for professional activity revealed a shortage in the field of knowledge of the requirements of the WSR standard 18 «Electrical Installation», the procedure for conducting demonstration exams, experience in developing working educational documentation for the SVE. The creation of pedagogical conditions based on the formation of the subjectivity of the student contributes to the development of his self-esteem as a component of the formation of readiness for professional activity in vocational training.

Keywords: readiness for professional activity, Bachelor of pedagogical education, higher education, secondary vocational education, self-assessment, educational standards

Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № ППН-21.1/7.

Модернизация подготовки студентов в учреждениях среднего профессионального образования (СПО) согласно Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации и Национальной технологической инициативы осуществляется на основе повышения качества в соответствии с практико-ориентированными стандартами Ворлдскиллс Россия (ВСР) с 2017 г., новыми образовательными стандартами с 2023 г. и передовыми достижениями Всероссийского чемпионатного движения по профессиональному мастерству. Ожидаемые результаты, представленные в стандартах и оценочных средствах к демонстрационным экзаменам в СПО наиболее перспективных на современном этапе специальностей, позволяют устанавливать уровень требований работодателей. Для подтверждения получаемой квалификации студенты СПО сдают демонстрационный экзамен, который и позволяет им на практике, в обстановке, приближенной к производственной, проявить сформированные профессиональные компетенции, коммуникативные навыки и проектную культуру.

Подготовка бакалавров педагогического направления в вузе чаще всего мало касается участия в демонстрационных экзаменах и чемпионатном движении по профессиональному мастерству. Вместе с тем работодатели отмечают, что выпускники вуза, обладая высоким уровнем академических знаний, с трудом адаптируются в производственной обстановке и не всегда способны справиться с возникающими трудностями [1].

Готовность к профессионально-педагогической деятельности служит интегративной характеристикой стартовой профессиональной подготовки бакалавра педагогического направления (теоретической и практической), развитой педагогической культуры, профессионального сознания и становления личности в целом [2]. Адекватная самооценка результатов собственной деятельности является стержневым компонентом для формирования готовности бакалавра к профессиональной деятельности в системе СПО, и для ее формирования необходим комплекс мер, направленных на становление субъектности обучающихся, развитие способностей к рефлексии и саморегуляции [3].

Таким образом, анализ практических требований профессионального сообщества и предложенных путей профессиональной подготовки педагогических кадров позволил выявить существующее *противо-*

речие между потребностью подготовки высококвалифицированных специалистов среднего звена в организациях СПО и недостаточной компетентностью выпускников вуза педагогических направлений с техническими и естественно-научными профилями подготовки для осуществления этого процесса.

Возникает *проблема*: как сформировать способность будущих бакалавров педагогического направления к самооценке своей готовности к успешной подготовке студентов средних профессиональных образовательных учреждений – высококвалифицированных специалистов в соответствии с современными стандартами?

Цель исследования: исследование самооценки готовности будущих бакалавров к педагогической деятельности в системе СПО.

Для достижения поставленной цели требовалось решить следующие задачи:

– выявить сущность понятия «готовность будущих бакалавров к преподаванию в учреждениях СПО»;

– провести педагогическую диагностику самооценки готовности студентов – будущих педагогов к подготовке высококвалифицированных специалистов системы СПО по техническим направлениям;

– разработать практико-ориентированную модель подготовки бакалавров – будущих преподавателей технических дисциплин в СПО, включающую педагогические условия для развития у студентов самооценки готовности к профессиональной деятельности.

Материалы и методы исследования

В исследовании принимали участие студенты Кубанского государственного университета (г. Краснодар) 3–5-х курсов бакалавриата направления 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профиль Технологическое образование, Физика, в количестве 84 человек.

Методы: теоретический анализ научных трудов ведущих специалистов в области профессионально-педагогического образования, эмпирическое исследование самооценки студентов, анкетирование, моделирование.

Результаты исследования и их обсуждение

Теоретико-методологические основы профессионально-педагогического образования рассмотрены в работах Е.М. Дорожкина, Е.Ф. Зеера [4], А.Г. Кислова [5]. Готовность педагога к профессиональной деятельности описывается как устойчивая

характеристика личности, которая включает мотивационный, интеллектуальный, эмоциональный компоненты. Данные составляющие позволяют выпускнику соответствовать требованиям образовательной системы и изменяющимся условиям деятельности [2].

Необходимости внедрения стандартов Ворлдскиллс, отражающих практические запросы работодателей, в систему подготовки будущих педагогов посвящены работы многих авторов (Н.Л. Бежанова [3]; Е.С. Сулейманов [5] и др.), модернизации подготовки учителей технологии в соответствии с требованиями инновационного развития экономики – исследования Е.М. Дорожкина, Е.Ф. Зеера [4], G. Rasco с соавт. [5] и др. Отмечается, что современный педагог должен владеть универсальными и профессиональными компетенциями, его подготовка должна осуществляться на основе транспрофессионального подхода, позволяющего сформировать у выпускника личностные качества, помогающие ему быстро адаптироваться в условиях быстрой трансформации современных технологий [4].

Готовность будущих бакалавров к преподаванию технических дисциплин в системе СПО должна содержать профессиональные компетенции в области психолого-педагогических наук, современной техники и технологий, включая цифровые; умения постоянно обновлять свои знания, способность к самоанализу и самосовершенствованию [5].

Исходя из рассмотренных трудов о профессионально-педагогической готовности и требований современности к подготовке выпускника педагогического направления, в согласии с мнением Н.Л. Бежановой [6], мы предположили следующий вероятный состав компонентов готовности бакалавров к педагогической деятельности в системе СПО с учетом обновленных стандартов:

– мотивационно-ориентационный (мотивация и ценностные отношения, направленные на стремление к профессиональной деятельности в системе СПО, подготовку

высококвалифицированных специалистов в соответствии с современными запросами социально-экономического развития страны;

– содержательно-операциональный (системные знания в психолого-педагогической и технико-технологических сферах, умение оперировать ими в условиях профессиональной деятельности при внедрении новых образовательных стандартов в учреждениях СПО);

– оценочно-рефлексивный (рефлексия, самоанализ, самооценка, проектирование путей самосовершенствования).

Необходимость для студента адекватной самооценки готовности к профессиональной деятельности является основой профессионального развития будущего педагога. Создание педагогических условий, способствующих развитию адекватной самооценки, позволяет эффективно формировать готовность к профессиональной деятельности будущего педагога. [3].

Эмпирическое исследование самооценки готовности студентов к профессионально-педагогической деятельности проводилось в нескольких направлениях.

Исследование осведомленности студентов педагогического направления бакалавриата (профиль Технологическое образование, Физика) об организации учебного процесса в СПО, включении требований новых стандартов в подготовку студентов СПО, процедуре ДЭ было проведено с целью установки отношения обучающихся вуза к возможности трудоустройства в учреждениях СПО, где введена процедура сдачи выпускниками ДЭ в соответствии с запросом работодателей и передовой практикой производства (табл. 1).

Более половины опрошенных студентов отметили, что знают о введении стандартов ВСР и новых образовательных стандартов (ФГОС) в учреждениях СПО. Однако знание конкретного технического описания стандарта, например 18 «Электромонтаж» ВСР, находится на низком уровне. Студенты имеют недостаточное представление о его содержании.

Таблица 1

Самооценка знания о стандартах, регламентирующих процесс обучения в системе СПО

Категория	Количество ответов, %		
	Да	Нет	Не совсем
Знание о ФГОС в СПО	55,5	15,5	19
Знание требований стандарта 18 «Электромонтаж» ВСР	15,5	46,6	37,9
Знание о включении стандартов ВСР в СПО	44,8	27,6	27,6

Таблица 2

Самооценка способности к формированию универсальных компетенций у студентов СПО

Формирование универсальных компетенций у студентов СПО	Кол-во ответов, %		
	Да	Нет	Не совсем
Вопросы			
Владете ли вы способами формирования у обучающихся универсальных компетенций?	74,1	5,2	20,7
Владете ли вы способами формирования у обучающихся проектной культуры?	72,4	3,5	24,1
Владете ли вы способами формирования у обучающихся коммуникативных качеств?	86,2	3,5	10,3

Таблица 3

Самооценка способности к рефлексии и саморазвитию

Категория	Кол-во ответов, %		
	Да	Нет	Не совсем
Готовность перенимать опыт ведущих преподавателей	93,1	5,2	1,7
Готовность совершенствовать свои профессиональные навыки	91,4	6,9	1,7
Готовность работать в системе среднего профессионального образования	58,6	20,7	20,7
Готовность преподавать дисциплины, связанные с электроникой и электротехникой, в системе среднего профессионального образования	46,6	29,3	24,1

Исследование общепрофессиональных компетенций студентов – будущих педагогов включало определение сформированности универсальных надпредметных компетенций, коммуникативных качеств, проектной культуры и общепедагогических методических умений, необходимых при подготовке студентов СПО по направлениям, связанным с внедрением новых стандартов (табл. 2). Студенты при самооценке достоверно отметили сформированность данных компетенций у себя на достаточно высоком уровне (74–86% утвердительных ответов). Это объясняется подбором специального содержания обучения, активными и интерактивными приемами и формами учебных видов деятельности, применяющимися во время профессиональной подготовки будущих бакалавров в вузе в аудиторной и внеаудиторной работе, направленными на формирование данных компетенций и дающими положительный результат.

Способность будущих бакалавров к формированию профессиональных компетенций у студентов СПО определялась как сформированность компетенций в области подготовки по дисциплинам, связанным с электроникой и электротехникой (рис. 1). Студенты отметили высокий уровень своих умений подбирать

современные педагогические технологии для подготовки обучающихся в СПО (86% утвердительных ответов), разрабатывать презентации и тесты (85% и 78% соответственно), видеопрезентации (67%). В то же время студенты указали на незнание правил проведения демонстрационных экзаменов по компетенции «Электромонтаж» ВСП (36% отрицательных ответов) и не владение опытом разработки рабочей программы для обучения по дисциплинам в области электроники и электротехники (35% отрицательных ответов).

Способность к рефлексии у будущих бакалавров определялась по отношению к самооценке и возможности самосовершенствования, рассмотрению своего трудоустройства в системе СПО (табл. 3). Около половины студентов отметили готовность работать в системе среднего профессионального образования и преподавать дисциплины, связанные с электроникой и электротехникой (59% и 47% утвердительных ответов соответственно), и еще 20–24% студентов не совсем уверены в своей полной готовности. Однако более 90% студентов отметили готовность перенимать опыт ведущих преподавателей и совершенствовать свои профессиональные навыки.

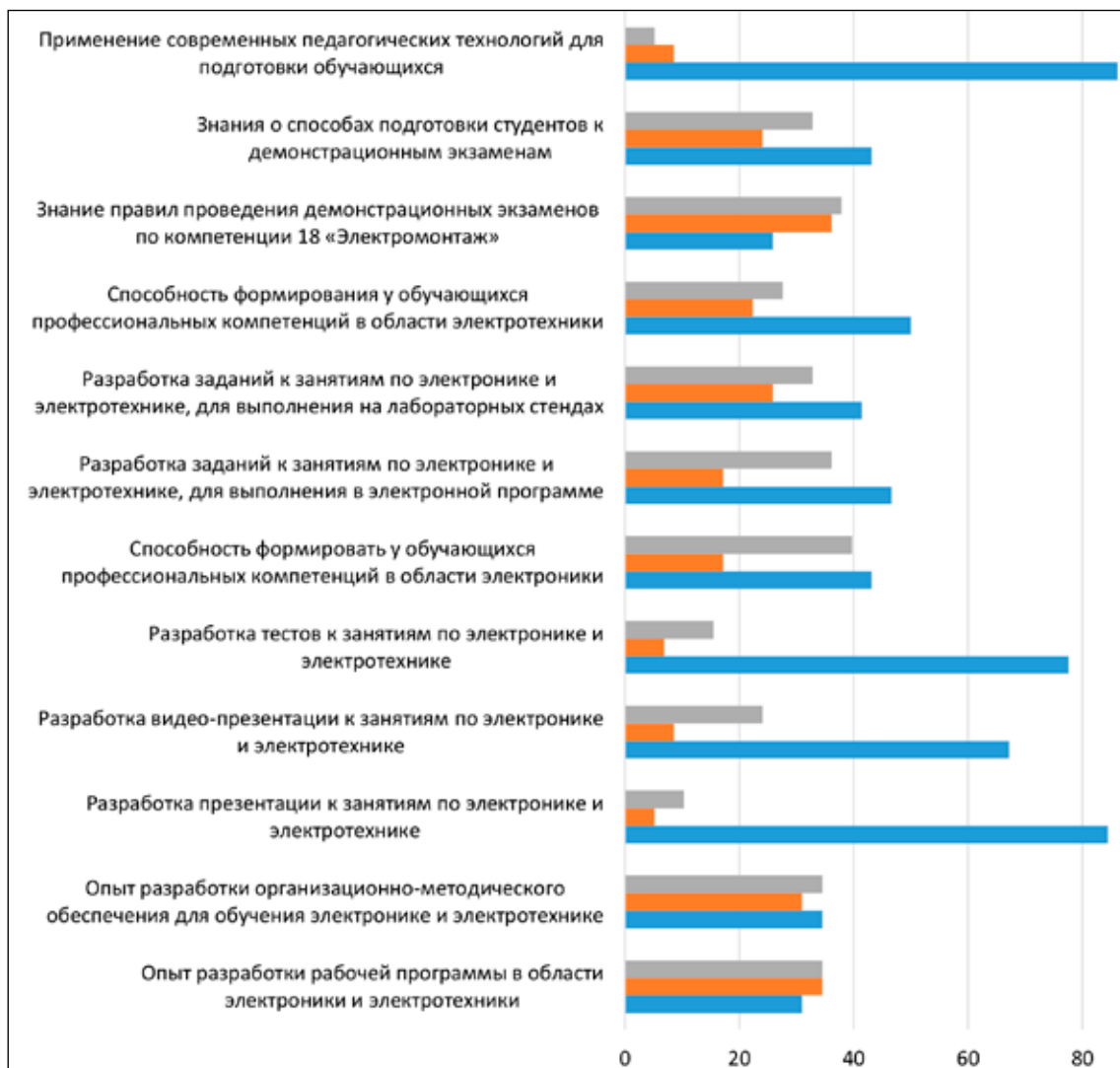


Рис. 1. Самооценка способности к формированию у обучающихся СПО профессиональных компетенций в области электроники и электротехники

На вопрос: «Какие трудности, по Вашему мнению, могут возникнуть при Вашей работе в системе среднего профессионального образования?» – около 19% студентов ответили, что трудностей нет, такое же количество студентов отметили недостаток опыта (19%) и знаний (15%). Около 12% студентов видят затруднения, связанные с низкой дисциплиной студентов СПО и их нежеланием учиться. И лишь малое количество студентов видят сложности у себя с оформлением документации при работе в СПО и отмечают низкую зарплату (2–3%).

На вопрос: «Как можно преодолеть трудности, по Вашему мнению, которые могут возникнуть при Вашей работе в системе среднего профессионального образования?» – студенты дали следующие ответы: самосовершенствование (20,7% ответов), на-

ставничество и самообучение (10,3%), практика, опыт, применение лично-ориентированного подхода при обучении студентов СПО с учетом их индивидуальных интересов (6,9%), повышение квалификации (5,2%), предварительная работа в школе (3,4%).

Таким образом, результаты проведенного исследования показывают необходимость модернизации подготовки будущих бакалавров педагогики к преподаванию в системе СПО в тесном взаимодействии с работодателями, с применением современного оснащения, а также формированием универсальных компетенций обучающихся и их умения самооценки и саморегулирования собственной деятельности, что согласуется с мнением таких авторов, как Е.С. Сулейманов [2], Н.Л. Бежанова [6], G. Racko с соавт. [7], Ушаков с соавт. [8, 9] и др.

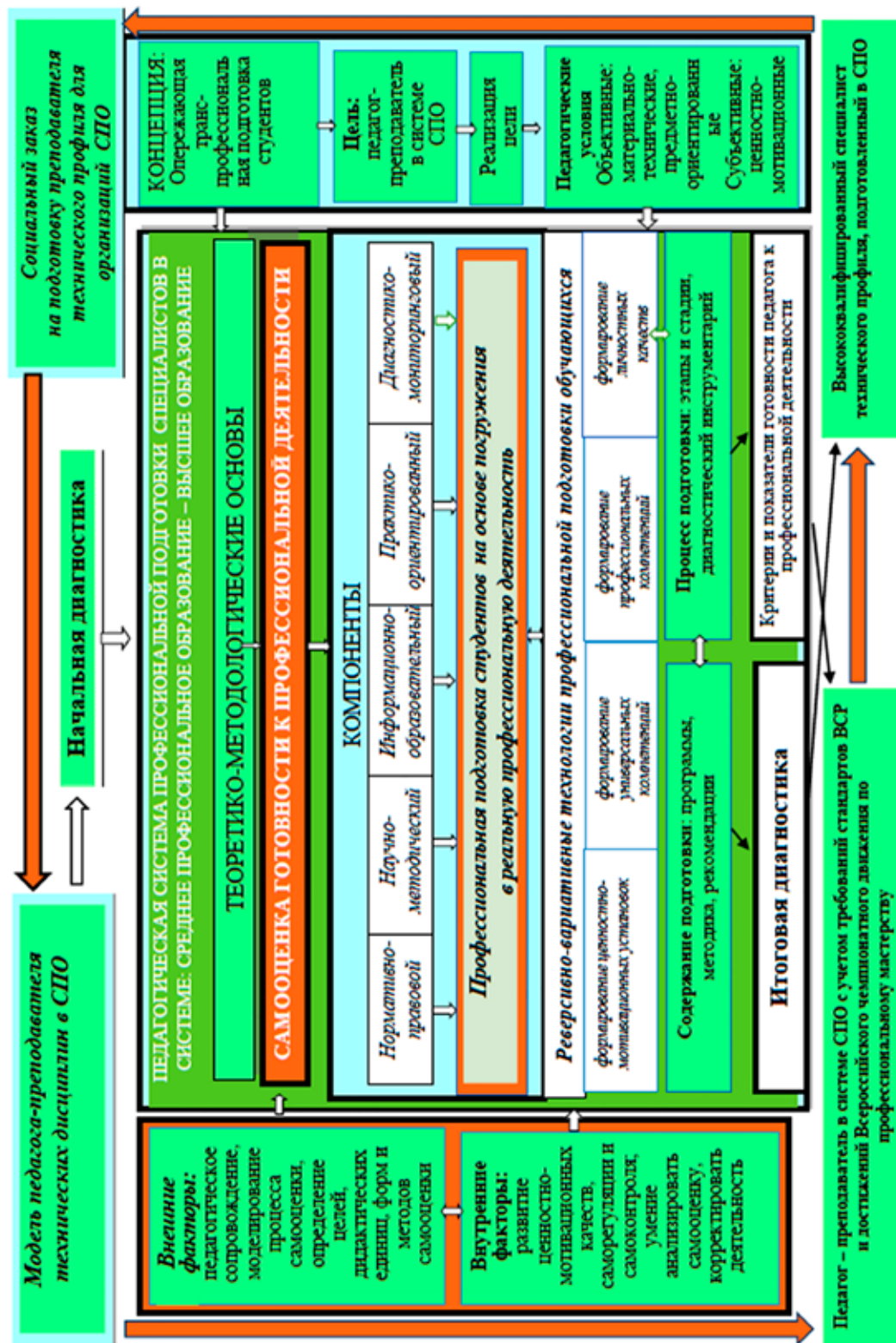


Рис. 2. Модель подготовки будущего преподавателя технических дисциплин в системе среднего профессионального образования

Разработанная практико-ориентированная модель подготовки будущего преподавателя технических дисциплин в системе СПО (рис. 2) включает и необходимость формирования самооценки готовности будущих бакалавров.

Заключение

Готовность к профессиональной деятельности будущего преподавателя технических дисциплин в СПО представляет собой интегрированное объединение мотивационно-ориентационного, содержательно-операционального и оценочно-рефлексивного компонентов.

Самооценка является одним из ведущих показателей, позволяющих определить дефициты в собственной подготовке и в дальнейшем произвести корректировку процесса самоподготовки и самосовершенствования профессионального мастера. Анализ самооценки готовности студентов вуза к профессиональной деятельности в СПО выявил недостаточность знания требований стандарта 18 «Электромонтаж» ВСР, процедуры проведения демонстрационных экзаменов, опыта разработки рабочей учебной документации.

Для формирования самооценки своей готовности к профессиональной деятельности студенты должны иметь знания о компонентах готовности, контролируемых дидактических единицах, владеть методикой педагогической диагностики самооценки и способами самокоррекции педагогической деятельности. Создание педагогических условий на основе становления субъектности обучающегося способствует в целом развитию профессионального мастера будущих педагогов. Реверсивно-вариативные технологии («перевернутое обучение»), активные и интерактивные

методы на основе цифровых ресурсов эффективно влияют на развитие субъектности обучающихся и формирование самооценки компонентов готовности к профессиональной деятельности.

Список литературы

1. Чучалин А.И. Инженерное образование в эпоху индустриальной революции и цифровой экономики // Высшее образование в России. 2018. Т. 27, № 10. С. 47–62.
2. Сулейманов Е.С. Формирование готовности бакалавров к профессионально-педагогической деятельности по техническим специальностям: дис... канд. пед. наук. Симферополь, 2021. 253 с.
3. Миронова Л.И., Игошев Б.М., Шамало Т.Н. Готовность будущего учителя к профессиональной деятельности по способ ее оценки // Педагогическое образование в России. 2019. № 9. С. 142–149.
4. Дорожкин Е.М., Зеер Э.Ф., Шевченко В.Я. Научно-образовательная панорама модернизации подготовки учителей непрерывного профессионального образования // Образование и наука. 2017. № 1. С. 63–81.
5. Кислов А.Г. От опережающего к транспрофессиональному образованию // Образование и наука. 2018. Т. 20, № 1. С. 54–74.
6. Бежанова Н.Л. Критериальная структура готовности будущих учителей начальных классов к педагогической деятельности в рамках требований WorldSkills Russia // Концептуальные подходы к проектированию базовых образовательных программ в педагогическом образовании: коллективная монография. Севастополь: «Издательство «Шико» Севастополь», 2019. С. 31–42.
7. Racko G., Oborn E., Barrett M. Developing collaborative professionalism: An investigation of status differentiation in academic organizations in knowledge transfer partnerships // The International Journal of Human Resource Management. 2019. Vol. 3, Is. 30. P. 457–478.
8. Ushakov A.A., Sazhina N.M., Sinitsyn Y.N., Fialko A.I., Hentonen A.G. Meaning-Making Orientations for the Self-development of a Future Teacher in an Integrative Educational Environment // Current problems and ways of industry development: equipment and technologies (Warsaw, January 01 – December 31, 2021). 2021. Vol. 200. P. 1046–1055.
9. Ushakov A.A., Sazhina N.M., Sinitsyn Y.N., Khentonen A.G., Grebennikov O.V., Fialko A.I. Meaning pedagogy as a vector for the development of vocational teacher's self-efficacy in integrative environment // International Journal of Engineering and Technology (UAE). 2018. Vol. 7, Is. 4.36. P. 970–977.

УДК 378:37.04:159.92

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ БУДУЩЕЕ В ПРЕДСТАВЛЕНИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ НАКАНУНЕ ВЫБОРА ПРОФЕССИИ

Чевровская С.В.

*ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», Хабаровск,
e-mail: chsv64@rambler.ru*

В статье раскрыты результаты пилотного исследования представлений о своем профессиональном будущем школьников с ограниченными возможностями здоровья накануне окончания ими основной общеобразовательной школы. Выборку составили обучающиеся с дефицитным нарушением сенсорики (нарушениями зрения, слуха, речи), с задержкой созревания функциональных систем головного мозга (задержкой психического развития), а также педагогические работники, обеспечивающие профессиональное ориентирование обучающихся в образовательных организациях, реализующих адаптированные образовательные программы (классные руководители, профориентологи). В статье приведен топ десяти предпочитаемых и привлекательных профессий для указанного контингента, сведения о характерных особенностях такого выбора, показаны сильные и слабые стороны обучающихся в движении к профессионально-трудовой деятельности. Отмечено, что в результате целенаправленной работы школы по ориентированию учащихся на получение профессии в профессиональных образовательных организациях выпускники школы видят себя в профессии, готовы ее осваивать и в дальнейшем работать в ней, однако слабо согласуют свои личностные и индивидуальные особенности с требованиями выбираемых профессий. На основе полученных результатов сформулированы предложения по организации сопровождающей деятельности школы в становлении профессионального самоопределения обучающихся. Предполагается разработка индивидуальных маршрутов каждому из школьников с ограниченными возможностями здоровья и персональное сопровождение их на пути движения в профессию.

Ключевые слова: профессиональное самоопределение, профессиональное ориентирование, сопровождение, выбор, профессия, лица с ограниченными возможностями здоровья

PROFESSIONAL FUTURE AS STUDENTS VIEW WITH DISABILITIES ON THE EVE OF CHOOSING A PROFESSION

Chebrovskaya S.V.

Pacific National University, Khabarovsk, e-mail: chsv64@rambler.ru

The article reveals the results of a pilot study of the ideas about their professional future of schoolchildren with disabilities on the eve of their graduation from the main general education school. The sample consisted of students with sensory deficits (visual, hearing, speech impairments), delayed maturation of the functional systems of the brain (mental retardation), as well as teachers who provide professional orientation for students in educational organizations that implement adapted educational programs (class teachers, vocational guidance specialists). The article provides the top ten preferred and attractive professions for the specified contingent, information about the characteristic features of such a choice, shows the strengths and weaknesses of students in the movement towards professional labor activity. It is noted that as a result of the purposeful work of the school to orient students towards a profession in professional educational organizations, school graduates see themselves in the profession, are ready to master it and work in it in the future, however, they poorly coordinate their personal and individual characteristics with the requirements of the chosen professions. On the basis of the results obtained, proposals were formulated for organizing the accompanying activities of the school in the development of professional self-determination of students. It is supposed to develop individual routes for each of the schoolchildren with disabilities and personal support for them on the way to the profession.

Keywords: professional self-determination, professional orientation, support, choice, profession, persons with disabilities

Публикация подготовлена при финансовой поддержке, оказанной в рамках реализации программы развития ТОГУ (программа «Приоритет-2030»).

Не секрет, что качество жизни человека определяется его благополучием в трудовой деятельности. Трудовая же жизнь не может быть благополучной без интереса к выбранной профессии, без получения соответствующего образования, без своевременного приобретения нужных профессиональных компетенций, без личных самостоятельных действий – профессиональной ориентации и профессионального самоопределения [1, 2]. Ошибки последних приводят к слу-

чайному выбору «не своей» профессии, формальному овладению ею, а в дальнейшем – к низкой эффективности реализации профессионально-трудовой деятельности и неудовлетворенности жизнью в целом [3–5]. В результате на современном рынке труда появляются малоквалифицированные люди, готовые выполнять любую работу за любое вознаграждение. Люди, для которых уже предложен неблагозвучный термин «трудовое мясо» [6].

Материалы и методы исследования

Современная наука располагает большим количеством исследований в области профессионального становления молодежи. В них отмечены причины, условия и факторы, препятствующие нормальному развитию профессионального самоопределения и ориентации. Чаще всего нереализованность в профессионально-трудовой деятельности связывают с поздним либо «скороспелым» решением в выборе образовательного учреждения, с отсутствием необходимого опыта и стажа работы, отсутствием профессионального образования, высокой конкуренцией на рынке труда, безработицей и т.д. Подобные выводы сделаны в результате исследований, проведенных на выборке так называемой «нормотипичной» молодежи [7-9].

Целью настоящей работы является изложение результатов пилотного изучения представлений о своем профессиональном будущем обучающихся с ограниченными возможностями здоровья в период завершения ими основного общего образования. Основу исследования составили анкетирование, интервью, сравнительный анализ, первичная статистическая обработка числовых данных.

Результаты исследования и их обсуждение

В исследовании приняли участие обучающиеся краевых государственных бюджетных общеобразовательных учреждений, краевых государственных казенных общеобразовательных учреждений, муниципальных общеобразовательных учреждений (средних общеобразовательных школ), реализующих адаптированные основные общеобразовательные программы для лиц с нарушением слуха, зрения, речи, задержкой психического развития (всего 68 чел.). Кроме того, в исследовании приняли участие педагогические работники названных образовательных учреждений, ответственные за профориентирование учащегося контингента (классные руководители, профориентологи – 8 чел.). Педагогические работники дали интервью. Школьникам предложена анкета (всего 32 вопроса). Вопросы анкеты скомпонованы блоками. Вопросы первого блока позволили выявить факт выбора профессии выпускниками основной общеобразовательной школы, их представление об особенностях выбираемых профессий, осознание своих возможностей для реализации себя в них. Ответы на вопросы этой группы позволили увидеть, насколько далеко выпускники видят перспективу свое-

го трудового будущего. Ответы на вопросы второго блока раскрыли факт личного участия школьников в построении своей траектории движения к профессионально-трудовой деятельности, а также особенности сопровождения этого процесса. Исследование проведено в феврале текущего года.

Анализ ответов обучающихся показал следующее. На вопрос «Планируете ли вы продолжить обучение в старших классах школы и по какому профилю?» лишь 8,8% респондентов ответили, что хотели бы продолжить обучение в школе. Причем только двое из опрошенных указали желаемый профиль (технический 1 чел., педагогический 1 чел.). 38,2% обучающихся не рассматривают для себя возможность продолжить обучение в старших классах общеобразовательной школы, но и в каком направлении они будут двигаться дальше, не указали. Оставили вопрос без ответа 52,9% опрошенных. Как видим, большинство учеников (91,1%) на последнем году обучения в основной школе продолжить обучение в средней общеобразовательной школе с уклоном в определенный профессиональный профиль не хотят.

В то же время на предложение назвать профессию, которую они, скорее всего, выберут, ответили 85,3% школьников (58 чел.). Половина опрошенных респондентов уверены в возможности устроиться на работу по предполагаемой профессии и, отвечая на вопрос «Какие чувства вызывают у вас, когда вы представляете себя в выбранной вами профессии?», назвали гордость (91,4%), радость (55,1%), уверенность в себе (51,7%), спокойствие (50,0%). Другими словами, обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья (далее с ОВЗ) накануне окончания основной школы, избегая профессионального образовательного профиля и не имея твердого решения по выбору конкретной профессии, какую-то из них все же имеют в виду и чувствуют себя при этом вполне уверенно.

В списке выбираемых профессий оказалось 22 наименования. Это позволяет утверждать, что обучающиеся с ОВЗ знают довольно много существующих сегодня профессий, даже таких, о которых в их образовательной организации никогда не упоминалось педагогическими работниками, осуществляющими воспитательную или профориентирующую работу (из интервью). Например, флорист, дизайнер ногтевого сервиса, создатель комиксов и др. (здесь и далее названия профессий приведены в редакции самих респондентов). После дополнительного предложения на-

звать привлекательные для себя профессии, общий перечень профессий увеличился до 40 наименований. Однако из них только 10 профессий (25%) упомянуты и среди выбираемых, и среди привлекательных. Это бухгалтер, газосварщик, парикмахер, педагог, повар, повар-кондитер, программист, сварщик, станочник, электрик. Как видим, имеется явное противоречие: обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья склонны выбрать одно, но привлекает их совсем другое. Например, в перечне профессий, названных обучающимися с проблемами зрения, из выбираемых и привлекательных совпали только две профессии (программист и психолог). Массажист, тракторист и флорист не упомянуты в списке привлекательных профессий, в то время как в последнем появились ГМО-агроном, дизайнер, дефектолог и педагог с младшими школьниками. В группе обучающихся с проблемами слуха совпадений профессий не обнаружено (как возможный выбор указаны профессии маникюрный мастер, бухгалтер, автомеханик, электрик, а привлекают профессии зубной техник и кондитер). У выпускников с речевыми нарушениями совпали две профессии (графический дизайнер и программист), но появились четыре новые (дегустатор, пивовар, физрук и хирург). В числе выбранных, но непривлекательных профессий у обучающихся с задержкой психического развития оказались пять профессий (автомеханик, дизайнер ногтевого сервиса, плотник, создатель комиксов, станочник). Среди же привлекательных, но не выбранных одиннадцать профессий (бухгалтер, военнослужащий, врач, кнопочник, механик, нефтяник, полицейский, программист, электрик, слесарь, станочник). В целом результаты следующие. В группах обучающихся с проблемами зрения и с задержкой психического развития совпадение выбранного и привлекательного составило 40%; среди обучающихся с нарушениями речи 33,3%; у обучающихся с проблемами слуха ни одного совпадения (0%) – они выбрали то, что для них не представляет интереса. Общий вывод: большое количество обучающихся с ОВЗ (66,6%) делают «неинтересный» для себя выбор.

Вместе с тем обучающиеся при выборе профессии ориентируются на многие факторы. Так, например, большая часть принявших участие в анкетировании (82,3%) отметила: «Наиболее важным при выборе профессии является хорошая заработная плата». Далее ответы респондентов приведены в порядке убывания частоты выска-

званий: работа должна быть «по душе» (72,1%), выбирать следует такую профессию, которая будет приносить пользу людям (55,9%), выбираю такую профессию, в которой могу развить свои способности (47,2%), профессия должна давать возможность для творчества (47,2%), для общения и сотрудничества с коллегами (44,4%), профессию надо выбирать по своим способностям (44,4%), нужна возможность сделать карьеру (41,7%), востребованность профессии на рынке труда (25,0%). Другими словами, исследование показало: с точки зрения обучающихся с ОВЗ, профессия в главном должна обеспечивать финансовую независимость, быть интересной для работника и приносить пользу людям.

С высказанным мнением согласуются и желания респондентов о месте своей будущей профессиональной деятельности. Половина опрошенных (50,0%) хотели бы открыть собственное дело. Работать в негосударственных предприятиях предпочитают 36,1% обучающихся. Видят себя в трудовых коллективах государственных учреждений только 33,3% испытуемых. При этом две трети всех участников анкетирования (66,7%) желали бы работать в своем регионе.

Отметим также, что среди выбираемых школьниками профессий имеются такие, освоить которые возможно только по программам профессионального обучения (дегустатор, маникюрный мастер), и есть профессии, требующие получения компетенций либо по программам среднего профессионального образования (автомеханик, электрик), либо по образовательным программам высшего образования (врач, педагог, дефектолог). Напомним, что желание продолжить обучение в старших (профильных) классах школы испытуемые не демонстрируют. Картину предпочтений профессиональных образовательных организаций показали результаты обработки ответов на соответствующий вопрос анкеты. Среди ответов: «буду поступать в учреждения среднего профессионального образования (техникум, колледж) – 50,0% опрошенных; «получу школьное образование и потом еще окончу курсы» – 16,7% опрошенных; такое же количество респондентов отметили: «пойду в учреждение начального профессионального образования»; «я ограничусь школьным образованием» – 11,1%; хотя бы получить высшее образование 5,5% выпускников.

Как видно, респонденты представлены тремя группами: не планирующие получение профессионального образования

как минимум в ближайшее время (27,8%), понимающие необходимость и настроенные на получение профессионального образования на уровне начального или среднего профессионального образования (66,7%), допускающие возможность получения высшего образования (5,5%). При этом становится понятно, что часть обучающихся «попадет» в желаемую профессию не скоро.

93,1% респондентов уверены, что «точно знают», в чем состоит суть и специфика предполагаемой профессии. Среди остальных: четыре человека сомневаются в своих знаниях, один прямо указал, что суть и специфику выбираемой профессии пока не понимает.

Тем, кто выказал уверенность в понимании сути предполагаемой профессии, было предложено назвать «способности и личностные качества из числа необходимых для успешного выполнения профессии, которыми обладают сами испытуемые». Здесь оказались такие, которые вопрос не поняли. Среди полученных ответов встречались «мне нравится что-то делать и проверять», «надо учиться на своих ошибках», «люблю моду, красоту» и подобное. Школьники, назвавшие имеющиеся у них профессионально важные качества и способности, указали лишь дисциплинарные характеристики: ответственность, исполнительность, пунктуальность, усидчивость, выносливость, терпение, точность. Единично названы качества, необходимые при производственном взаимодействии и общении («люблю работать в команде», «могу общаться») и технологические аспекты («умею готовить»).

Кроме того, не все обучающиеся с ОВЗ понимают, что не в каждой профессии из предполагаемых им удастся успешно реализоваться. Например, обучающиеся с проблемами речи, выбирая профессии графического дизайнера, повара-кондитера, программиста, могут оказаться вполне успешными в них (речь в указанных профессиях не входит в число требований, предъявляемых профессией к человеку). А вот освоение профессий ГМО-агроном, педагог с младшими школьниками, программист, тракторист и флорист лицами с проблемами зрения вряд ли позволит им профессионально состояться. Среди обучающихся с проблемами слуха выбор сделан в пользу профессий автомеханик, бухгалтер, маникюрный мастер, электрик. Предположим, что современные технологии обучения обеспечат студентам этой группы возможность успешно освоить предполагаемые профессии, но с осуществлением профессиональной деятельности, например, в последних двух вариантах сложности явно будут.

Для группы лиц с задержкой психического развития прогнозы на профессиональную успешность делать сложно в силу специфики их психо-интеллектуальных характеристик. Скажем только, что и в этой группе часть предпочитаемых профессий не соответствовала психофизическим и личностным характеристикам школьников.

Интересными оказались ответы на вопрос об источниках информации о предпочитаемых и выбираемых профессиях (допускалось несколько ответов одним испытуемым). В порядке уменьшения частоты выбора ответы расположились следующим образом. Информация получена из интернет-ресурсов (сайты, блоги, базы вакансий) – 66,7% опрошенных. Из общения с людьми этой профессии получили информацию 58,3% опрошенных. Из рассказов друзей/знакомых – 38,9%. Из фильмов/книг – 16,7%. Кроме того, большая часть респондентов (66,6%) просматривают сайты профессиональных образовательных организаций, где можно получить интересующую их профессию. На сайтах они ищут информацию о специальностях, о сроках обучения, о стоимости платного обучения, какие экзамены требуется сдать при поступлении, «какая оценка нужна в аттестате, чтобы поступить».

Педагогические работники образовательных учреждений, ответственные за профориентирующую работу, в интервью рассказали, что знакомство с интернет-ресурсами, встречи с представителями профессий, консультирование психологами и другие мероприятия организуются целенаправленно и планомерно силами образовательных учреждений. Другими словами, большую часть информации для обучающихся с ОВЗ обеспечивает школа. Информация эта, как правило, носит объективное содержание и формальный характер. Вопросы относительно профпригодности учеников к той или иной профессии в мероприятиях профориентологов затрагиваются крайне мало, как правило, случайно. При этом перед педагогическими работниками задача «убедить» школьника с той или иной нозологией пойти в старшие классы школы (в том числе профильные) для подготовки к поступлению в высшие образовательные учреждения не ставится. Школа, как правило, ориентирует выпускника основной общеобразовательной школы продолжить обучение на уровне среднего профессионального образования (СПО) и предлагает к поступлению те учреждения СПО, с которыми уже сложилась практика взаимодействия в этом направлении.

Заключение

Таким образом, анализ результатов исследования показал следующее. Школьники с ограниченными возможностями здоровья накануне окончания учреждений общего образования хорошо знакомы с миром профессий и не отрицают необходимость и возможность собственного участия в профессиональном труде. Для успешности реализации в профессии они считают достаточным получить среднее профессиональное образование, избегая сложного и продолжительного обучения. Они ориентированы на высокооплачиваемый труд, желательны в частном секторе экономики, предпочитают труд для себя интересный и при этом полагают его полезным для других.

Большую часть информации профессионально-трудовой направленности (включая поиск профессиональных образовательных учреждений) школьники находят в интернет-источниках, на сайтах колледжей и техникумов. При этом будущих абитуриентов на этапе окончания общего основного образования не интересует, имеются ли в этих профессиональных образовательных организациях условия для обучения лиц их нозологической группы.

Вместе с тем, определившись с выбором профессии, обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья плохо соотносят свои индивидуальные и личные особенности с требованиями выбираемого вида профессионального труда. Они слабо ориентированы в специфике интересующих их профессий, не представляют, какие именно способности и профессионально важные качества человека востребованы для успешной реализации в них.

Что касается школы, то она проводит довольно обширную работу по профессиональному ориентированию обучающихся с ОВЗ. Однако большая часть времени из этой работы приходится на просветительские мероприятия, проводимые коллективно со всем классом учеников. В планах профориентирующих мероприятий: классные часы, тестирование профессиональных интересов, консультирование. Вопросы относительно профпригодности учеников к той или иной профессии в мероприятиях профориентирования затрагиваются крайне редко. Индивидуальный подход к обучающемуся с ОВЗ с адресным ориентированием его на профессию осуществляется на последнем году школьного обучения. Основная цель такого подхода – обеспечить поступление выпускника в среднее профессиональное учебное заведение. Далеко не каждое профессиональное учреждение

края готово принять в число студентов школьников с той или иной особенностью. В результате большая масса выпускников с ОВЗ принимаются в одни и те же образовательные организации и получают неширокий спектр профессий для выбора.

Другими словами, представления обучающихся с ограниченными возможностями здоровья о своем профессиональном будущем скорее общие, абстрактные, незрелые. Выбор профессии сделан ими случайно, спонтанно или вынужденно (дисциплинарно) под руководством педагогических работников в короткий период перед завершением обучения в школе. В результате обнаруживается разрыв между ориентацией на профессию самим школьником и ориентированием на нее со стороны школы. Столкнувшись с реальностью в освоении профессии, обучающиеся с ОВЗ меньше надеются на успешное профессиональное будущее.

Результаты проведенного исследования показали у педагогических работников дефицит компетенций, связанных с необходимостью формирования у обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осознанности выбора и построения профессиональной траектории. Родители этой категории школьников оказывают крайне мало содействия педагогическим работникам или вообще отказываются от него. Одни родители растеряны и тревожны относительно профессионального будущего ребенка, другие безразличны или бессильны, третьи самоустраиваются от этой ответственности. В такой ситуации, на наш взгляд, является целесообразным создание специальных условий, способствующих становлению и развитию профессионального самоопределения обучающихся. Среди них, например, разработка целенаправленной психолого-педагогической технологии сопровождения обучающихся с ОВЗ относительно их профессионального будущего с построением долгосрочных индивидуальных маршрутов профессиональной направленности каждому школьнику. Индивидуальный маршрут в профессию, по нашему мнению, должен быть построен с учетом психофизических особенностей, индивидуальных способностей, предпочтений и развивающихся знаний и умений обучающегося. В технологию необходимо включить комплекс мероприятий, направленных на содействие развитию всех структурных компонентов профессионального самоопределения человека. Среди них, например, мероприятия, мотивирующего характера (познать, опробовать и развить/укрепить свои ресурсы), формирование компетентностей коммуни-

кативности (для эффективного получения школьником целевой информации), отработка первичных профессиональных операций (например, профессиональные пробы и взаимодействие со специалистами-производственниками). Реализацию технологии целесообразно начать как можно раньше и обеспечить персональным сопровождением (например, тьютором) на всех этапах становления человека как профессионала. Подобный подход, на наш взгляд, позволит скорректировать абстрактность представлений обучающегося, направит процесс его самоопределения относительно профессионального будущего на выбор «своей» профессии, поможет эффективно к ней подготовиться и освоить.

Список литературы

1. Чебровская С.В. Профессиональное самоопределение как феномен: психологическое содержание, структура, условия развития // *Современные наукоемкие технологии*. 2022. № 9. С. 224–228. DOI: 10.17513/snt.39337.
2. Чебровская С.В., Чебровский А.А. Педагогическое сопровождение как условие своевременного профессионального самоопределения обучающихся // *Современные проблемы науки и образования*. 2022. № 4. DOI: 10.17513/snt.39296.
3. Григорьева Н.В., Мокрецова Л.А., Швец Н.А. Профессиональная компетентность будущих специалистов: анализ уровня сформированности // *Вестник Костромского государственного университета. Серия Педагогика. Психология. Социокинетика*. 2017. № 3. С. 122–126.
4. Коржова Е.Ю., Артемьева В.А., Веселова Е.К., Дворецкая М.Я. Жизненные ориентации современных студентов (на примере будущих психологов) // *Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки (теория и методика профессионального образования)*. 2018. № 3 (45). С. 18–23.
5. Бугакова Н.Ю., Карелина Е.А., Кирова И.В. «Клиповое мышление» как вызов образовательной системе // *Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки (теория и методика профессионального образования)*. 2018. № 3 (45). С. 7–11.
6. Симатова О.Б. Мотивация профессионального выбора и карьерные ориентации студентов вуза различных поколенческих циклов // *Гуманитарные науки*. 2020. № 4. С. 94.
7. Березутский Ю.В. Профессиональное самоопределение молодежи в оценках учащихся и их родителей // *Власть и управление на Востоке России*. 2018. № 3 (84). С. 72–83.
8. Свадьбина Т.В. Профессиональный выбор школьников (по материалам социологического исследования) // *Азимут научных исследований: педагогика и психология*. 2019. Т. 8. № 2 (27). С. 215–217.
9. Асанова З.Р. Образовательный путь в профессиональном становлении: от мечты к достижению цели // *Вопросы журналистики, педагогики, языкознания*. 2022. Т. 41. № 1. С. 49–59.

УДК 377.169.3

РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Черпакова Н.А., Старовойт А.Н.

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет», Барнаул,
e-mail: nadja-cherpakova@mail.ru

Непрерывное обучение в XXI веке – это основа роста личностных качеств в течение всей жизни человека. Многие люди переходят на онлайн-обучение, людей привлекают новые формы подачи материала. Для школьников актуальны вопросы подготовки к экзаменам, результаты Единого государственного экзамена напрямую связаны с возможностью поступления в вузы. В школах можно проследить такую же тенденцию популяризации образовательных платформ, как и в учреждениях высшего образования. Важно отметить, что онлайн-задания значительно облегчили процесс проверок и выставления оценок за работы. В распоряжении учителя имеются статистические данные решения задач, процент выполнения и динамика учащегося находятся в открытом доступе, показатели невозможно изменить, формирование статистики происходит после каждого выполненного или невыполненного задания. Все это упрощает оценку и обзор прогресса учащегося. Результатом работы стала рабочая образовательная платформа, на которой возможно размещение различных образовательных курсов. Апробация проводилась на основе курса по русскому языку, потребность была обоснована образовательной организацией. По результатам апробации можно сделать вывод о рациональности использования дистанционных платформ с открытым исходным кодом и актуальности дальнейшей разработки.

Ключевые слова: образовательная платформа, электронный курс, дистанционное образование PostgreSQL, платформа .NET 6

DEVELOPMENT AND USE OF A DIGITAL EDUCATIONAL PLATFORM TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF THE EDUCATIONAL PROCESS

Cherpakova N.A., Starovoit A.N.

Altai State Pedagogical University, Barnaul, e-mail: nadja-cherpakova@mail.ru

Continuous learning in the XXI century is the basis for the growth of personal qualities throughout a person's life. Many people are switching to online learning, people are attracted to new forms of material submission. For schoolchildren, the issues of exam preparation are relevant, the results of the unified state exam are directly related to the possibility of admission to universities. The same trend of popularization of educational platforms can be traced in schools as in institutions of higher education. It is important to note that online assignments have greatly facilitated the process of checking and grading for work. The teacher has statistical data on the solution of tasks, the percentage of completion and the dynamics of the student are publicly available, the indicators cannot be changed, statistics are generated after each completed or not completed task. All this makes it easier to assess and review student progress. The result of the work was a working educational platform on which it is possible to place various educational courses. The approbation was carried out on the basis of a Russian language course, the need was justified by the educational organization. Based on the results of the testing, a conclusion can be made about the rationality of using remote open source platforms and the relevance of further development.

Keywords: educational platform, e-course, distance education PostgreSQL, platform .NET 6

Актуальность данной работы связана с активизацией использования образовательных платформ в 2019 учебном году: из-за перехода на дистанционное обучение учителя школ и преподаватели вузов массово разрабатывали курсы, школьники самостоятельно осваивали темы учебных курсов, готовились к сдаче Основного государственного экзамена (ОГЭ) и Единого государственного экзамена (ЕГЭ). Особой популярностью в это время пользовалась онлайн-школа с круглосуточной поддержкой школьников, вырос процент регистрации учеников средней школы на курсах подготовки к сдаче ВПР, ОГЭ и ЕГЭ.

Информационно-коммуникационные технологии и глобальные сети несут в себе мощнейший потенциал для создания от-

крытой информационно-образовательной среды и освоения новых способов деятельности всеми участниками образовательного процесса. Перед учителями возникает проблема: каким образом стать активным строителем и пользователем информационно-образовательной среды школы и открытого информационно-образовательного пространства для достижения учащимися новых образовательных результатов? Решение этого вопроса видится в двух взаимосвязанных процессах: целенаправленное развитие информационно-образовательного пространства и становление новых практик образовательной деятельности в новых условиях.

Целью работы является создание и использование цифровой образователь-

ной платформы, содержащей возможность изучения теоретических материалов и решения практических заданий, которые вызывают трудность у обучающихся.

Материалы и методы исследования

Согласно законодательству в области информационных технологий и в области образования, можно выделить основные понятия в области цифрового образования [1].

Электронное обучение представляет собой образовательную деятельность с применением информационных технологий, технических средств, информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников [2].

Цифровые образовательные платформы – площадки, расположенные в информационно-телекоммуникационной сети Интернет. Платформы позволяют образовательным организациям публиковать онлайн-курсы, обучающиеся осваивают знания путем использования дистанционных образовательных технологий [2].

Цифровая образовательная среда – совокупность условий для реализации образовательных программ начального общего, основного общего и среднего общего образования с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий с учетом функционирования электронной информационно-образовательной среды, включающей в себя электронные информационные образовательные ресурсы и сервисы, цифровой образовательный контент, технологические средства [1].

В связи с повсеместной цифровизацией и обеспечением в образовательных организациях максимально комфортной образовательной среды было принято решение о разработке цифровой образовательной платформы с возможностью ее размещения в локальной сети образовательной организации и наполнения ее необходимым образовательным контентом [2].

Основными требованиями к образовательной платформе были доступность ресурсов по сети, совместимость с различными операционными системами (кроссплатформенность), а также простота разработки и развертывания [3, 4].

Для создания образовательной платформы были выбраны следующие инструменты:

- платформа .NET 6 для серверной части;
- JavaScript-библиотека React для клиентского приложения;

- в качестве хранилища данных использовалась объектно-реляционная система управления базами данных PostgreSQL.

Полученное веб-приложение доступно постоянно из любой точки мира практически с любого устройства. Серверная часть приложения предоставляет веб-API интерфейс, через который клиентское приложение получает данные для отображения, такие как списки доступных курсов, содержимое курса и др. Кроме основной платформы .Net, были использованы вспомогательные инструменты, например ORM-технология Entity Framework, которая позволяет абстрагироваться от базы данных до уровня объектов классов приложения.

Для упрощения построения пользовательского интерфейса был использован фреймворк Material-UI с большим количеством готовых решений и гибкой стилизацией. Для выполнения запросов и кэширования ответов использовалась библиотека RTK Query [5].

Для апробации образовательной платформы был подобран и структурирован материал по русскому языку для подготовки к итоговой аттестации, материал может быть применен выпускниками 9-х, 11-х классов для самостоятельной подготовки к государственной итоговой аттестации. Платформа может быть использована для организации внеучебной занятости учащихся и построения индивидуальной образовательной траектории [6]. В дальнейшем платформа будет дополняться разнообразными образовательными курсами.

Результаты исследования и их обсуждение

Перед разработкой контента цифровой образовательной платформы была проанализирована образовательная среда МБОУ «СОШ № 13» г. Барнаула. Запрос организации послужил основанием для создания на базе данной школы образовательной платформы с целью повышения качества обучения русскому языку, с возможностью дальнейшего наполнения платформы другими предметами. Для создания контента были проанализированы результаты ВПР и пробных ОГЭ и ЕГЭ по русскому языку. В результате анализа были выделены наиболее трудные для выпускников задания в формате Единого государственного экзамена по русскому языку.

Главное меню содержит вкладки «Задания», «О нас», «Контакты». При наведении на вкладку «Задания» обучающий видит два направления обучения: «Анализ теста», «ЕГЭ русский язык».

На основе выделения сложных заданий ЕГЭ по русскому языку нами был составлен курс, состоящий из 7 модулей (рис. 1).

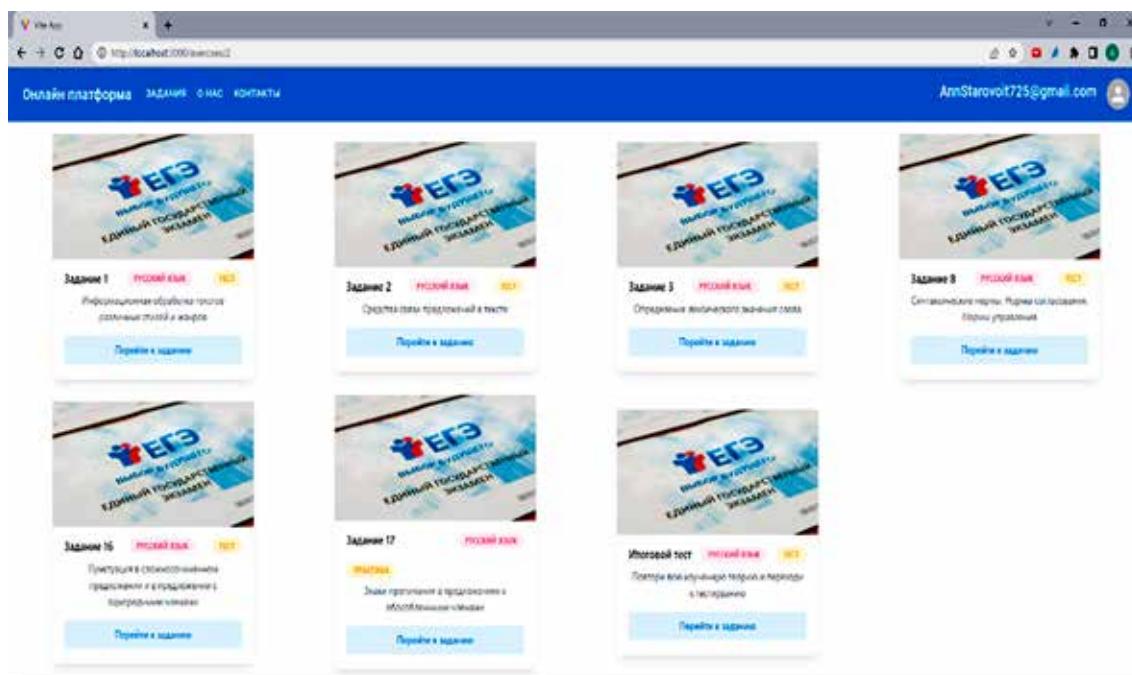


Рис. 1. Онлайн-курс по русскому языку ЕГЭ

Первый модуль курса содержит: введение: приветствие обучающегося, краткий курс по записи ответов и навигации. Модуль разделен на две части: 1-я часть – это теоретические основы, которые необходимо изучить для выполнения заданий, 2-я часть – практические задания [7]. В частности, в теории опубликован список подчинительных и сочинительных союзов, частиц, местоимений, производных предлогов, наречий, вводных слов и конструкций. После изучения теории становится доступно скачивание файла со всей теорией, представлен алгоритм решения данного задания.

Теория на портал загружена в виде текста и видео, одна видеолекция содержит разбор 5 заданий, а практическая часть в виде теста и ввода ответа содержит 8 заданий, за каждое верно выполненное задание можно набрать 1 балл, можно повторно решить задание и получить балл.

Второй модуль тоже разделен на две части: 1-я часть – необходимые теоретические основы: слова с точки зрения количества значений – многозначные и однозначные, общеупотребительная лексика и лексика, ограниченная в употреблении, стилистически окрашенная лексика, тематическая лексика, морфологические признаки самостоятельных и служебных частей речи, синтаксис простого и сложного предложения, стили и типы речи. Представлен алгоритм выполнения задания: определить жанр и стиль текста, выделить темы и идеи

текста, определить формы речи, выделить стилистические особенности. Содержится одна видеолекция с разбором двух заданий по представленному алгоритму. 2-я, практическая часть представлена в виде тестов и открытых ответов, всего 10 загруженных заданий.

В третьем модуле 1-я часть посвящена лексическому значению слова: однозначное, многозначное – прямое и переносное значение, представлен алгоритм решения задания: внимательно прочитать задание, изучить лексическое значение слова, исключить все варианты, которые не подходят под выбранное лексическое значение слова, обратить внимание на примеры, подставить примеры в текст, записать ответ. В теоретической части представлена одна видеолекция, содержащая разбор 3 заданий. 2-я часть содержит 12 тестовых заданий, за каждое верно выполненное задание можно набрать 1 балл, можно повторно решить задание и получить балл.

Четвертый модуль состоит из 13 частей. В 1-й части ошибки объясняются в строгом порядке: от простых к сложным: нарушение в построении предложения с несогласованным приложением; нарушение связи между подлежащим и сказуемым.

Для учеников подготовлены два варианта разбора ошибок: текстовый и видеоформат.

Важно отметить, что после каждого разбора теории предлагается 3–4 тестовых задания для закрепления изученного материала.

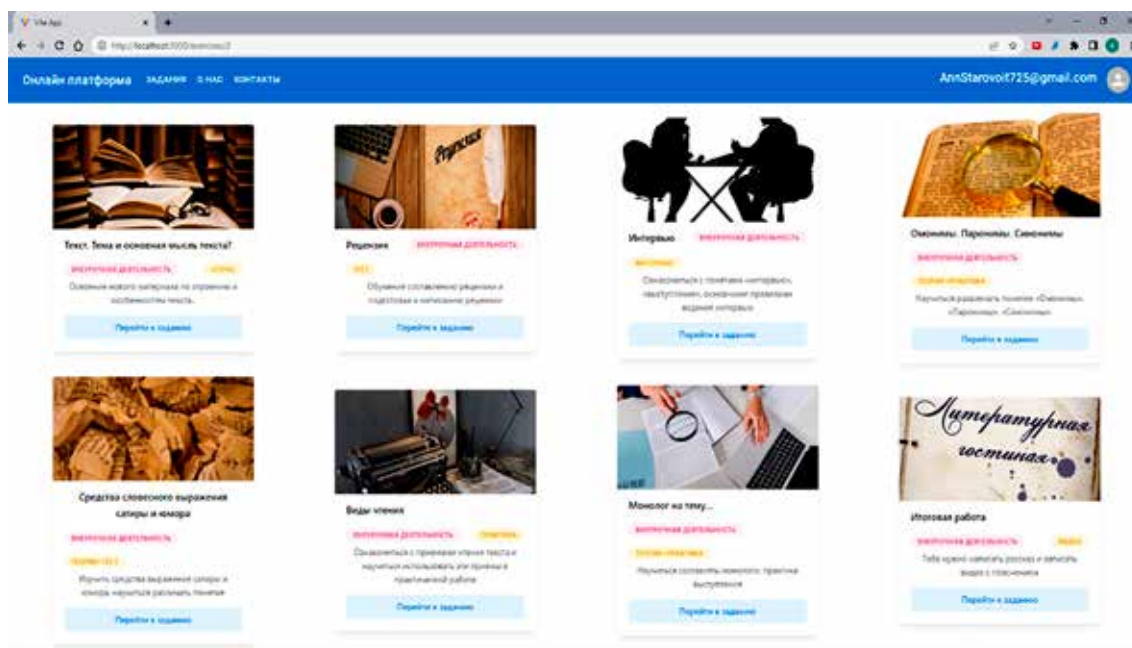


Рис. 2. Курс «Анализ текста»

Второй блок содержит 12 уроков, рассмотрение ошибок: неправильное употребление падежной формы существительного с предлогом; ошибка в построении предложения с косвенной речью [7]. Формат представления заданий совпадает с первым блоком, также представлены и задания для закрепления.

Пятый блок содержит 12 уроков на изучение следующих ошибок: нарушение видовременной соотнесенности глагольных форм; нарушение в построении предложения с причастным оборотом; ошибка в построении предложения с однородными членами [7]. Формат представления заданий совпадает с форматом, представленным в первом блоке, также представлены и задания для закрепления.

Шестой модуль – разбор 17 заданий, состоит из 2 шагов: 1-й – разбор причастных и деепричастных оборотов; 2-й – посвящен закреплению информации, изученной в 1-й шаге, содержит 15 тестовых заданий.

Седьмой модуль – итоговый тест по пройденному материалу, для прохождения тестовой части выделяется 40 минут, количество вопросов – 12. Школьник может повторно проходить модуль, при каждом прохождении формируется новая оценка.

Общее время прохождения курса – 6 часов, курс включает 9 видеоуроков, 82 тестовых задания, максимальное количество баллов – 137.

На образовательной платформе также представлен курс, посвященный анализу текста, направленного на формирование компетенций, необходимых для написания сочинения в формате ЕГЭ по русскому языку. Курс «Анализ текста» включает в себя 8 блоков: «Текст. Тема и основная мысль текста», «Рецензия», «Интервью», «Омонимы. Паронимы. Синонимы», «Средства словесного выражения сатиры и юмора», «Виды чтения», «Монолог на тему...», «Итоговая работа» (рис. 2).

Информация представлена в виде видеолекций и презентаций, на портал загружены 5 видео и 3 презентации по темам.

Таким образом, как показал наш педагогический опыт, по завершении курса школьники научатся разделять текст на темы, выполнять последовательный анализ текстов, анализ эмоционального состояния во время чтения текста, структурировать текст, находить аргументы для защиты своей точки зрения. Итоговая работа выставлена на образовательный портал в виде текстового и видеоматериала. Школьник самостоятельно выбирает произведение русской классической литературы, в работе отражает фабулу произведения и анализирует понравившегося героя. Для творческого развития личности обучающиеся создают видеоролик, в котором формируют образ, демонстрируют кульминационные моменты произведения.

Апробация проходила среди учащихся 9–11-х классов, школьникам предлагалось зарегистрироваться на платформе и пройти курсы. Обучающиеся МБОУ «СОШ № 13» г. Барнаула работали на образовательной платформе 3 месяца. Для получения обратной связи обучающиеся заполнили Google форму. Школьники отвечали на 5 вопросов: «Прошел ли ты курс, посвященный ЕГЭ по русскому языку?», «Прошел ли ты курс “Анализ текста”?», «Понравилась подача материала?», «Помогли курсы расширить твой кругозор?», «Какие курсы Вы хотите видеть на портале?». В опросе участвовали 66 школьников: 42 человека обучаются в 9-м классе, 10 человек обучаются в 10-м классе и 14 человек обучаются в 11-м классе.

На первый вопрос: «Прошел ли ты курс, посвященный ЕГЭ по русскому языку?» – 27,1% (19 человек) ответили, что прошли курс до конца; так как в 11-м классе обучаются 14 человек, можно сделать вывод, что курс прошли также учащиеся 9-го, 10-го классов.

На второй вопрос: «Прошел ли ты курс “Анализ текста”?» 98,5% (65 человек) ответили положительно, что свидетельствует об актуальности разработанного контента.

На третий вопрос: «Понравилась подача материала?» 70,8% (46 человек) утверждают, что им понравилась форма подачи материала. На четвертый вопрос: «Помогли курсы расширить твой кругозор?» 92,4% (61 человек) ответили положительно.

На последний вопрос: «Какие курсы Вы хотите видеть на портале?» школьники ответили, что хотели бы видеть дополнительные курсы, посвященные психологии, журналистике, истории Алтая, веб-разработкам, истории современных лет, истории литературы, истории зарубежной литературы, правоведению, черчению, риторике.

Заключение

По результатам опроса можно сделать вывод, что учащиеся заинтересовали разработанный образовательный портал, доступная подача материала, возможность круглосуточного доступа к образовательным материалам. Результаты пробного экзамена по русскому языку в формате ЕГЭ повысились на 20 баллов. Задания, которые

представлены на платформе, учащиеся выполнили верно, набрав максимальное количество баллов.

Использование электронных курсов является эффективным инструментом повышения уровня знаний и мотивации учащихся, у школьников повысился балл на пробном экзамене по русскому языку в формате ЕГЭ, после прохождения курса «Анализ текста» все учащиеся верно сформировали проблему сочинения, верно привели аргументы, подтверждающие проблематику текста. Повысилась логичность изложения материала, улучшилась выразительность речи. Школьники проявили интерес к самостоятельной работе с курсами по предложенным ими направлениям.

В дальнейшем планируется наполнение ресурса курсами различной направленности. Разработка актуальна как для учащихся с целью получения знаний, так и для студентов высших учебных заведений с целью разработки собственных курсов и возможностью модификации платформы. У платформы открытый исходный код, что дает возможность разработчикам модифицировать ее под свои потребности.

Список литературы

1. Закон Российской Федерации «Об информатизации, информационных технологиях и защите информации» от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/ (дата обращения: 12.02.2023).
2. Закон Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» от 21.12.2012 № №273-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (дата обращения: 12.02.2023).
3. Амирханова Л.А., Зенкина С.В., Савельева О.А. Дидактические возможности цифровой образовательной среды «Мобильное электронное образование» // Стандарты и мониторинг в образовании. 2020. № 5. С. 49-56.
4. Вайнштейн Ю.В., Шершнева В.А. Адаптивное электронное обучение в современном образовании // Педагогика. 2020. № 5. С. 48–57.
5. Бороненко Т.А., Федотова В.С. Цифровая образовательная среда школы как основа формирования цифровой грамотности школьников // Педагогика информатики. 2021. № 1. С. 1-17.
6. Гэйбл Э. Цифровая трансформация школьного образования. Международный опыт, тренды, глобальные рекомендации / Пер. с англ.; под науч. ред. П.А. Сергоманова. М.: НИУ ВШЭ, 2019. 108 с.
7. Старовойт А.Н. Создание онлайн курса на платформе stepik: материалы XXIII городской научно-практической конференции молодых ученых. 2022. С. 833-834.

УДК 376:373.2

СОПРОВОЖДЕНИЕ СЕМЬИ НЕГОВОРЯЩЕГО РЕБЕНКА РАННЕГО ВОЗРАСТА В ДОШКОЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

¹Шереметьева Е.В., ²Скрипникова О.Т., ²Носачева С.Б.

¹ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет»,
Челябинск, e-mail: sheremetevaev2@cspu.ru;
²ЧДОУ «Детский сад № 152 ОАО «РЖД», Челябинск,
e-mail: skripnikova-olga@mail.ru, atlantida1970@mail.ru

Сопровождение семьи ребенка раннего возраста группы риска по ОВЗ – государственно значимая задача воспитания следующих поколений российских граждан. Эта проблема исследуется с разных аспектов: клинических, психологических, педагогических. Несмотря на многочисленные публикации, проблема сопровождения семьи в системе образования на сегодняшний день мало изучена в субъект-субъектной парадигме и с позиций семейной центрированности. Кардинальное изменение подходов в системе образования, обозначенное в современных нормативно-правовых актах и тенденциях развития общества в условиях специальной военной операции, предполагает принципиальное укрепление роли семьи в развитии и воспитании детей, увеличение ее ответственности. Цель данного исследования – создать систему взаимодействия дошкольной образовательной организации с семьей ребенка раннего возраста группы риска по ОВЗ, способствующей синхронизации физиологических, психофизиологических, возрастных возможностей детей и коммуникативных условий в семье, что, по нашему мнению, окажет положительное влияние на речевое развитие детей. Анкетирование 110 семей позволило выделить запрос родителей на коррекционно-образовательные услуги, определить дидактический потенциал и готовность самих родителей к сотрудничеству с дошкольной образовательной организацией. Результатом стало установление равноправных партнерских отношений образовательной организации с семьями детей раннего возраста группы риска по ОВЗ на основе разработанной стратегии «мягкого ведения семьи», что положительно отразилось на овладении говорящими детьми начальными языковыми средствами общения.

Ключевые слова: ранний возраст, семья, «мягкое ведение семьи», сопровождение семьи, отклонения в овладении речью, группа риска по ОВЗ

ACCOMPANYING THE FAMILY OF A NON-SPEAKING YOUNG CHILD IN A PRESCHOOL EDUCATIONAL ORGANIZATION

¹Sheremeteva E.V., ²Skripnikova O.T., ²Nosacheva S.B.

¹South Ural State Humanitarian and Pedagogical University, Chelyabinsk,
e-mail: sheremetevaev2@cspu.ru;
²Kindergarten № 152 of open joint-stock company “Russian Railways”, Chelyabinsk,
e-mail: skripnikova-olga@mail.ru, atlantida1970@mail.ru

Accompanying the family of a child of an early age at risk for limited health opportunities is a state significant task of educating the next generations of Russian citizens. This problem is investigated from different aspects: clinical, psychological, pedagogical. Despite numerous publications, the problem of accompanying the family in the education system has been little studied today in the subject-subject paradigm and from the standpoint of family centering. The cardinal change in approaches in the education system, outlined in modern regulatory legal acts and trends in the development of society in the context of a special military operation, implies a fundamental strengthening of the role of the family in the development and upbringing of children, an increase in its responsibility. The purpose of this study is to create a system of interaction of a preschool educational organization with the family of a young child at risk for limited health opportunities, contributing to the synchronization of physiological, psychophysiological, age-related opportunities of children and communication conditions in the family. This is, in our opinion, will have a positive impact on the speech development of children. The survey of 110 families made it possible to highlight the request of parents for correctional and educational services, to determine the didactic potential and the readiness of the parents themselves to cooperate with the preschool educational organization. The result was the establishment of equal partnerships between the educational organization and families of young children at risk for HIA based on the strategy of “soft family management” developed by us, which had a positive effect on the mastery of primary language means of communication by non-speaking children.

Keywords: early age, family, “gentle family management,” family escort, deviations in speech acquisition, risk group for limited health opportunities

Сопровождение детей младенческого и раннего возраста – одно из приоритетных направлений модернизации системы образования в Российской Федерации. В этот возрастной период именно в семье зарождается и в дальнейшем определяется личность растущего ребенка. Семья – ключевой

социальный институт воспитания ребенка младенческого и раннего возраста (ст. 38 п. 2 Конституции РФ «забота о детях, их воспитание – равное право и обязанность родителей») [1]. Также в России существует Концепция государственной семейной политики в Российской Федерации

на период до 2025 г., утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 25 августа 2014 г. № 1618-р, направленная на поддержку, укрепление и защиту ценностей семьи.

В глубокой историко-культурной традиции народов, проживающих на территории Российской Федерации, дети с инвалидностью и особенностями развития всегда были гармоничной частью семьи. В современный период времени нам необходимо восстановить традиции, сложившиеся тысячелетиями и частично утерянные в меняющихся социально-экономических условиях XVI–XX вв. Поэтому одной из ключевых тенденций современной системы образования становится инклюзивное образование. По мнению методологов инклюзии С.В. Алехиной, Н.Н. Малофеева, Т.А. Соловьевой, необходимо создать условия взаимодействия между всеми участниками образовательных отношений на всех уровнях образования, способствующие включению детей с ОВЗ и/или инвалидностью как неотъемлемой части социального и гражданского сообщества. Полноправными участниками образовательных отношений являются родители.

Важным потенциальным ресурсом инклюзивного образования является создание принципиально нового образовательного уровня – обучения детей с ОВЗ от нуля до трех лет [2]. В этот возрастной период развития ребенка семья занимает главенствующее место в его жизни. Именно здесь ребенок получает первые свои знания о мире, который его окружает, о социальных нормах поведения. Семьей закладывается фундамент познавательной активности младенца, его коммуникативных умений и навыков. В младенческом и раннем возрасте ребенок впитывает всю информацию, которая каким-либо образом проходит через его аналитические системы.

На современном этапе функционирования российского государства важнейшая роль в социализации ребенка и его становлении полноценным членом общества принадлежит именно семье, как базовой ячейке общества. Первые шаги социализации, становления успешности взаимоотношений в базовом для малыша коллективе – его семье, обусловлены взаимодействием ребенка с множеством внутренних и внешних факторов, в той или иной степени влияющих на его развитие, однако именно родители занимают ключевые позиции в этом процессе. Иначе говоря, основные задачи родителей в семье – это воспитание детей, их социализация, формирование у них духовно-нравственных характеристик. Но для успешно-

го решения этих сложных задач родители сами должны быть знающими, интеллигентными, высокоморальными и духовно развитыми людьми, способными обеспечить формирование подобных ценностей, норм, установок, образцов поведения у своих детей.

К сожалению, в данный период времени снизилось количество здоровых новорожденных. Мы не будем останавливаться на причинах этого факта, однако семья оказывается в сложных и стрессовых для нее условиях поиска специалистов, которые бы вылечили ребенка. Если патология, с которой рождается ребенок, ярко выражена, то родители получают медицинскую помощь и психолого-педагогические консультации в учреждениях здравоохранения и реабилитации. В случаях же неярко выраженной патологии ребенок вроде бы здоров, просто немного по-другому растет, у него невыраженные нарушения тонуса, немного отстает от возрастных нормативов развития, плохо спит или все время спит, особо чувствителен к изменениям погоды или даже времени суток, легко возбудим или чрезмерно «спокоен», часто болеет ОРВИ и т.п. Родители считают, что это его индивидуальные особенности, и уверены, что в помощи специалистов психолого-педагогического профиля не нуждаются.

Важным для родителей прецедентом обращения к специалистам становятся сложности с речестановлением собственного ребенка. И чаще всего в первую очередь родители идут за помощью к неврологу за спасительной, как они считают, медикаментозной стимуляцией. И только потом – к логопеду.

К 2–2,6 годам, но чаще в 3–4 года внутри семьи складывается своя особая среда общения с неговорящим ребенком, не соответствующая его физиологическим, психофизиологическим и возрастным возможностям. Зачастую такие дети уже посещают массовые дошкольные образовательные организации.

Проблемы семей, воспитывающих детей с ограниченными возможностями здоровья, представлены в работах А.В. Аршатского, О.С. Аршатской, Е.Р. Баенской, М.Ю. Ведениной, И.А. Костина, М.М. Либлинга, О.С. Никольской [3]; И.Ю. Левченко, В.В. Ткачевой [4]; И.И. Мамайчук [5]; Л.И. Солнцева, С.М. Хорош [6] и др.

Вопросы взаимодействия родителей с детьми раннего возраста с ОВЗ изучены в исследованиях Е.Р. Баенской [7], О.Г. Приходько [8], Ю.А. Разенковой [9], Е.А. Стребелевой, Г.А. Мишиной [10], О.В. Юговой [11], Г.В. Чиркиной [12].

Таким образом, актуализируется проблема повышения компетентности семьи в воспитании собственных детей группы риска по ограниченным возможностям здоровья (ОВЗ) с целью синхронизации коммуникативных требований и условий семьи физиологическим и психофизиологическим возможностям неговорящего ребенка. Функция психолого-педагогического сопровождения и обучения родителей детей раннего возраста группы риска по ОВЗ становится неотъемлемой частью системы дошкольного образования.

Анализ существующих исследований по этому вопросу показал недостаточность информации по данной проблеме. Была поставлена цель – разработать стратегию взаимодействия дошкольной образовательной организации с семьей ребенка раннего возраста группы риска по ОВЗ, способствующую повышению коррекционно-дидактической компетентности семьи и в итоге синхронизации физиологических, психофизиологических, возрастных возможностей детей и коммуникативных условий в семье, что создаст условия для становления познавательной активности и устной речи неговорящих детей.

Материалы и методы исследования

Основными методами работы с семьей мы определили наглядные методы, метод анкетирования, метод видеонаблюдения, консультирования, беседы.

Для достижения обозначенной цели авторы по запросу образовательной организации в сентябре 2021 г. заключили соглашение о сотрудничестве между ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ» и ЧДОУ «Детский сад № 152 ОАО «РЖД» г. Челябинска, что дало возможность в течение двух лет в начале учебного года проводить анкетирование родителей детей раннего возраста, посещающих группы раннего возраста детского сада.

Анализ более 110 анкет позволил, с одной стороны, определить запрос родителей на коррекционно-образовательные услуги, а, с другой стороны, анализируя уже сам запрос, выделить дидактический, коррекционный потенциал семьи и скрытую готовность к сотрудничеству с ДО. Подчеркнем, что анкетирование проводится с родителями всех детей, зачисленных в группы раннего возраста. В дальнейшем по методике автора выявляется группа риска, в которую входят дети с отклонениями в овладении речью [13]. Отклонения в овладении речью в этот возрастной период могут быть в структуре любого нарушенного развития. Поскольку состояние речевого развития является инте-

гративным показателем нейрофизиологического, физиологического и психологического здоровья растущего ребенка.

Результаты исследования и их обсуждение

Обобщение полученных результатов анализа заполненных родителями анкет [14] позволяет констатировать, что родители лишь частично осознают проблемы развития своих детей, особенно если ребенок не говорит (относится специалистами к группе риска по ОВЗ); перекладывают ответственность за воспитание собственных детей на педагогический коллектив детского сада, считая, что это обязанность детского сада; высказывают запрос на коррекционное сопровождение развития ребенка в детском саду и готовы параллельно посещать частные центры развития для детей раннего возраста; готовы оплачивать услуги, и лишь единицы нуждаются в повышении собственной компетентности в вопросах воспитания и развития детей в условиях семьи.

Выявленный запрос родителей свидетельствует о частичной готовности молодых семей нести ответственность за воспитание собственного ребенка, что может иметь разную причинность: утеря семейных традиций воспитания, связанная с разрывом поколений; отсутствие культуры критического отношения к некачественной и даже небезопасной информации, которую родители находят в интернете; незнание научно обоснованных возрастных особенностей становления ребенка; отсутствие опыта воспитания детей (зачастую в семье один ребенок); в целом невежественность в вопросах развития и тем более развития ребенка группы риска по ОВЗ.

Таким образом, у психолого-педагогического коллектива дошкольной образовательной организации возникает необходимость помочь родителям в воспитании детей раннего возраста группы риска по ОВЗ, зафиксированная ФОП ДО как «построение взаимодействия в форме сотрудничества и установления партнерских отношений с родителями (законными представителями) детей» [15].

Партнерство родителей и педагогов дошкольной организации в образовании детей группы риска по ОВЗ авторами определяется в данных конкретных условиях детского сада как стратегия «мягкого ведения семьи», основная цель которой – синхронизировать коммуникативные требования родителей с возможностями ребенка, а следовательно, способствовать коррекционно-педагогическому воздействию по нормализации позна-

вательной активности и овладения речью. Стратегия «мягкого ведения семьи» – это постепенное, последовательное, естественно складывающееся включение всех ее членов как полноценных участников образовательных отношений в коррекционно-дидактический процесс ДО. Важным мотивационным компонентом такого включения в дидактический и воспитательный процесс детского сада для родителей становится сам ребенок, возможность последовательно наблюдать и проследить возрастание его активности, заинтересованности и в целом результативности коррекционно-педагогического сопровождения.

На первом этапе реализации данной стратегии возникает необходимость дифференцировать детей групп раннего возраста на две подгруппы. Первая подгруппа – это дети с выявленными отклонениями в овладении речью (ООР). Вторая подгруппа – это дети с нормально развивающейся речью. Дифференциация является следствием более глубокого логопедического обследования неговорящих детей по методике автора [13]. Естественным образом сложившаяся ситуация интеграции детей с нормально развивающейся речью и детей с отклонениями в овладении речью в данный возрастной период будет способствовать естественному «обучению» говорящими детьми устной речи детей с ООР. Здесь следует внести ясность, что такая возможность может быть реализована только при условии профессиональной подготовленности к такой интеграции педагогического состава группы.

На втором этапе реализации стратегии «мягкого ведения семьи» регулярно в течение учебного года проводятся интегрированные музыкально-логопедические занятия [16]. При этом с подгруппой детей с ООР работает учитель-логопед, а с подгруппой детей с нормально развивающейся речью проводит занятия воспитатель группы.

Музыкально-логопедические занятия с детьми групп раннего возраста становятся базовыми для стратегии «мягкого ведения семьи». Учитель-логопед, воспитатели групп с разрешения родителей проводят видеозаписи фрагментов этих занятий или целого занятия и, по договоренности с родителями, высылают, используя коммуникативную платформу «ВКонтакте». Родители дома смотрят сами и показывают эти видеозаписи своему ребенку, тем самым стимулируя его на самообучение.

Мы выработали требования к тем видеофрагментам, которые можно высылать родителям. В видеофрагменте должно быть

зафиксировано только социально успешное, соответствующее внешним условиям (или инструкциям ведущего педагога) поведение ребенка, его включение в работу, его довербальные (если ребенок еще не говорит) или вербальные реакции на внешние создаваемые мотивирующие условия. Только те видеофрагменты, в которых ребенок продуктивно активен, успешен, могут способствовать закреплению социально адекватного поведения (умения) в домашних условиях семьи. Такие видеозаписи мы рекомендуем родителям смотреть дома с детьми или даже давать ребенку для самостоятельного просмотра. Вышеописанный метод способствует наглядному, очень доступному обучению родителей и самообучению детей.

Параллельно после каждого музыкально-логопедического занятия родителям предлагается консультация, которая составлена в простой, доступной для понимания форме. Каждая консультация для родителей состоит условно из трех смысловых частей. Первая, практическая часть консультации включает короткие стихотворные строки, легкие попевки из музыкально-логопедического занятия, доступные для наполнения режимных и бытовых моментов или процесса передвижения текстами, организованными соответствующим образом. Вторая, познавательная часть включает игры, при помощи которых родители с легкостью в домашних условиях простимулируют познавательную активность ребенка. Третья часть – это теоретическое консультирование по ключевым параметрам предвербального и вербального развития ребенка и коммуникативным условиям для стимуляции его активности в речевладении.

Хорошо осознавая занятость родителей, авторы сняли небольшие видеоролики, в которых в наглядной форме родителям дается консультация, состоящая из тех же содержательных компонентов, что в письменном формате. Таким образом, у родителей есть выбор, в каком из форматов им удобнее и понятнее читать или смотреть консультацию.

Результат домашней реализации рекомендуемых в консультации максимально простых и доступных заданий родители могут увидеть уже на следующей неделе в видеофрагменте музыкально-логопедического занятия, в повышении различной активности своего ребенка.

Таким образом, родители имеют возможность ежедневно заниматься с ребенком теми же методами и приемами, на том же лексико-семантическом, интонационно-ритмическом материале, что и педагоги детского сада.

Заключение

Такой мягкий формат организации донесения содержания каждой консультации до родителей позволяет в течение учебного года повысить компетентность родителей в воспитании собственных детей, стать гармоничной частью коррекционно-педагогического процесса дошкольной образовательной организации.

В результате ребенок с отклонениями в овладении речью (группы риска по ОВЗ) погружается в подготовленную психолого-педагогическим сопровождением микро-социальную среду, включающую общение с говорящими ровесниками в группе детского сада, требования воспитателей и коммуникативные условия дома, направленно созданные и соответствующие его возможностям.

Таким образом организована и содержательно наполнена пространственно-временная среда ребенка с отклонениями в овладении речью сочетаемыми и регулируемые специалистами вариантами воздействия, способствующими гармонизации общения всего микросоциального окружения с возможностями самого неговорящего ребенка. И тем самым в мягком, ненавязчивом, стимулирующем самостоятельную активность родителей формате созданы условия для повышения их дидактической и коррекционной компетентности. В этом и заключается стратегия «мягкого ведения семьи». Следует еще раз подчеркнуть, что такая работа ведется с родителями всех детей раннего возраста.

К концу учебного года предполагается оценить состояние устной речи детей раннего возраста с отклонениями в овладении речью, оформить и опубликовать консультации для родителей детей группы риска по ограниченным возможностям здоровья, посещающих дошкольную образовательную организацию, разработать и внедрить цифровой вариант консультирования на сайте дошкольной образовательной организации и провести повторное анкетирование родителей с целью определения динамики дидактической готовности к воспитанию собственных детей, а значит, эффективность стратегии «мягкого ведения семьи» в условиях дошкольной образовательной организации.

Список литературы

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ, от 05.02.2014 № 2-ФКЗ, от 01.07.2020 № 11-ФКЗ, от 06.10.2022) // Текст Конституции, включающий новые субъекты Российской Федерации – Донецкая Народная Республика, Луганская Народная Республика, Запорожская область и Херсонская область [Электронный ресурс]. URL: www.pravo.gov.ru (дата обращения: 28.02.23).
2. Концепция развития образования обучающихся с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья до 2030 г. / Под общ. ред. Н.Н. Малофеева. М.: ФГБНУ «ИКП РАО», 2019. 120 с.
3. Никольская О.С., Баенская Е.Р., Либлинг М.М., Костин И.А., Веденина М.Ю., Аршатский А.В., Аршатская О.С. Дети и подростки с аутизмом. Психологическое сопровождение. М.: Теревинф, 2005. 224 с.
4. Качева В.В. Семья ребенка с ограниченными возможностями здоровья: диагностика и консультирование. М.: Национальный книжный центр, 2014. 160 с.
5. Мамайчук И.И. Психолого-педагогическое сопровождение детей с нарушениями в психическом развитии в условиях образовательного учреждения // Вестник Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина. 2013. № 3. С. 37–47.
6. Солнцева Л.И., Хорош С.М. Советы родителям по воспитанию слепых детей раннего возраста. М.: ООО «ИПТК «Логос ВОС», 2003. 56 с.
7. Баенская Е.Р., Суегина О.П. Помощь семье, воспитывающей ребенка с аутизмом раннего и дошкольного возраста: методические рекомендации. М.: ФГБНУ «ИКП РАО», 2021. 56 с.
8. Приходько О.Г. Система ранней помощи детям с ограниченными возможностями здоровья и их родителям. М.: ООО «Деловые и юридические услуги «ЛексПраксис», 2015. 145 с.
9. Разенкова Ю.А. Предупреждение и преодоление трудностей развития общения у детей раннего возраста с ограниченными возможностями здоровья: дис. ... докт. пед. наук. Москва, 2017. 201 с.
10. Стребелева Е.А., Мишина Г.А. Психолого-педагогическая поддержка семьи ребенка с ограниченными возможностями здоровья. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2022. 184 с.
11. Югова О.В. Вариативная модель ранней коррекционно-развивающей помощи детям с ограниченными возможностями и их родителям // Специальное образование. 2017. № 1. С. 53–67.
12. Чиркина Г.В. Роль семьи в коррекции врожденных нарушений развития у детей // Альманах. 2005. № 8. URL: <https://alldef.ru/ru/articles/almanah-8/rol-semi-v-korrekcii-vrozhdennyh> (дата обращения: 24.02.2023).
13. Шереметьева Е.В. Диагностика психоречевого развития ребенка раннего возраста. М.: «НКЦ», 2013. 112 с.
14. Шереметьева Е.В., Пирогова И.Ю., Нестерова Е.С. Запрос семей, воспитывающих детей раннего возраста группы риска по ОВЗ, на коррекционно-образовательные услуги детского сада // Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Семья особого ребенка» (Москва, 28 октября 2021 г.) / Сост. Г.Ю. Одинокова, С.А. Пономарева. М.: ФГБНУ «ИКП РАО», 2021. С. 58–67.
15. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 25 ноября 2022 г. № 1028 «Об утверждении федеральной образовательной программы дошкольного образования» [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/0ebad380fc69dd72b6065672830540ac/download/5518/> (дата обращения: 01.03.23).
16. Шереметьева Е.В. Коррекционно-предупредительное воздействие в раннем возрасте. Система занятий с детьми и их родителями. М.: НКЦ Образование, 2021. 166 с.

УДК 37.01:378.147

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВИЗУАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ВУЗА

Шорина Т.В.

*ФГАОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Казань,
e-mail: shorina.t.v@mail.ru*

В статье раскрывается теоретическое обоснование визуальной составляющей информационных образовательных ресурсов вуза. На основе теоретического анализа систематизированы данные по вопросу отражения визуальной информации в учебной деятельности, определены аспекты наглядности, значимые в условиях современного образования, выделены концептуальные идеи теоретического обоснования визуальной составляющей и условия ее реализации в системе высшего образования. Дополняется реализация традиционного принципа наглядности в обучении возможностями современных средств отображения визуальной информации, при этом акцент делается на формирование опыта информационной деятельности будущего специалиста. Выделяется специфика осуществления визуальной составляющей информационных образовательных ресурсов вуза, базирующаяся на реально-абстрактных и пространственно-временных характеристиках используемых объектов. Детально описывается процесс отображения визуальной составляющей информационных образовательных ресурсов вуза, приводятся практические примеры применения отдельных способов отображения информации, специфичных для разных областей высшего образования, и особенностей организации образовательной деятельности в вузе. На данной основе делается ряд существенных выводов по организации процесса обучения с использованием визуальной составляющей информационных образовательных ресурсов вуза, позволяющих индивидуализированно и в то же время комплексно подходить к формированию профессионально-ориентированного опыта работы в выбранной сфере деятельности.

Ключевые слова: учебная информация, визуальная информация, высшее образование, вуз, визуальная составляющая информационных образовательных ресурсов, цифровой образовательный ресурс, учебно-методический комплекс

THEORETICAL SUBSTANTIATION OF VISUAL COMPONENT OF THE INFORMATION EDUCATIONAL RESOURCES OF UNIVERSITY

Shorina T.V.

Kazan State Power Engineering University, Kazan, e-mail: shorina.t.v@mail.ru

The article reveals the theoretical substantiation of the visual component of the information educational resources of the university. On the basis of a theoretical analysis, data on the reflection of visual information in educational activities are systematized, aspects of visibility that are significant in the conditions of modern education are identified, conceptual ideas of the theoretical substantiation of the visual component and the conditions for its implementation in the higher education system are identified. The implementation of the traditional principle of visibility in teaching is supplemented by the possibilities of modern means of displaying visual information, while the emphasis is on the formation of the experience of information activity of the future specialist. The specificity of the implementation of the visual component of the information educational resources of the university based on the real-abstract and spatio-temporal characteristics of the objects used is highlighted. The process of displaying the visual component of the information educational resources of the university is described in detail, practical examples of the use of individual ways of displaying information specific to areas of higher education, and the features of organizing educational activities at the university are given. On this basis, a number of significant conclusions are made on the organization of the learning process using the visual component of the information educational resources of the university, which allow an individualized and, at the same time, a comprehensive approach to the formation of a professionally oriented experience in the chosen field of activity.

Keywords: educational information, visual information, higher education, university, visual component of information educational resources, digital educational resource, educational and methodological complex

В данном исследовании раскрывается теоретическое обоснование педагогической технологии, связанной с отображением визуальной информации информационными образовательными ресурсами вуза. В педагогической литературе использование в обучении визуальной информации часто рассматривается с позиции технологического подхода [1-4]. Применение технологического подхода к отображению визуальной информации информационными образовательными ресурсами представляет собой

целенаправленную деятельность, гарантирующую достижение требуемого результата обучения – формирования компетенций обработки информации. С позиции ряда авторов (П. Митчел, В.А. Сластенин, Г.К. Селевко и др.) [5], технологический подход к обучению описывается на теоретическом и практическом уровнях.

Цель исследования – обосновать на теоретическом уровне состав и структуру модели визуальной составляющей информационных образовательных ресурсов вуза.



Детализация теоретического обоснования визуальной составляющей информационных образовательных ресурсов вуза

Материалы и методы исследования

Основными методами исследования являются: теоретические – анализ педагогической литературы по проблеме и эмпирические – обобщение и систематизация полученных данных.

Результаты исследования и их обсуждение

Визуальная составляющая информационных образовательных ресурсов вуза, рассматриваемая с позиций технологического подхода, состоит из ряда описаний в контексте формирования не только научно-фундаментального знания, строящегося на общекультурных компетенциях, но и опыта прикладной деятельности, направленного на освоение профессионально значимых способов обработки информации. Кроме того, одним из основных качеств осуществления педагогической деятельности в вузе является системность в отображении учебной информации. Поэтому теоретическое обоснование визуальной составляющей информационных образовательных ресурсов целесообразно раскрывать в рамках системного подхода.

Таким образом, теоретическое обоснование визуальной составляющей информационных образовательных ресурсов вуза включает:

- общие представления о процессе отображения визуальной информации в обучении;
- межпредметное содержание, строящееся на системном характере отражения учебной информации вуза;
- специфику выбранной сферы деятельности, реализуемую на базе гармоничного сочетания фундаментальных и прикладных аспектов требуемого к освоению знания.

Схематическое представление теоретического обоснования визуальной составляющей информационных образовательных ресурсов вуза отображено на рисунке.

К общим представлениям о процессе отображения визуальной информации в обучении относятся: основания предъявления визуальной информации в обучении, которые базируются на наиболее значимых и сложившихся для исследования трактовках. Раскроем первый компонент теоретического обоснования визуальной составляющей информационных образовательных ресурсов вуза и начнем данное описание с рассмотрения терминологического аппарата исследования.

Термин «визуальная составляющая», как правило, применяется к визуальному ряду сопровождения учебной информации. Понятие «визуальная составляющая учебной информации» сформировалось в цифровом обществе. Связано данное понятие с развитием информационных технологий и активным применением цифровых образовательных ресурсов в учебной деятельности. Под «визуальной составляющей информационных образовательных ресурсов» понимается конечный этап преобразования учебной информации к визуальному виду.

Анализ литературы по вопросу предъявления визуальной информации в учебной деятельности находит свои истоки в хорошо раскрытом понятии «наглядность». Считается, что основателем понятия «наглядность» является Я.А. Коменский. Обучение, по Я.А. Коменскому, есть «целенаправленное наблюдение посредством наших органов чувств». Наглядность при этом выполняет следующие важные функции: «является источником знаний, основой чувственного восприятия, основным методом

обучения» [5]. Данная трактовка наглядности рассматривается нами как основа реализации обучения с опорой на визуальную составляющую информационных образовательных ресурсов, однако требуется ее уточнение в контексте построения наглядно-образных и логико-символических моделей, как значимых для данного изложения. А.П. Ланг в исследовании «О понятии наглядности и ее роли в процессе познания и обучения» писал: «Создание наглядно-образных моделей возможно не для всех областей действительности, исследование сложных связей, с применением логического мышления, которые изначально являются ненаглядными, нуждаются в их описании при помощи логико-символических моделей» [5].

Вместе с тем в настоящее время в цифровом обществе выделенные функции наглядности претерпевают существенную трансформацию. Сейчас недостаточно рассматривать информацию просто «как источник знаний», в вузе необходимо учитывать профессионально-ориентированные способы работы с ней [6]. Инновационные возможности визуальной составляющей информационных образовательных ресурсов актуализируют поиск новых путей наглядного отображения информации. В цифровом обществе расширяются возможности представления объектов непосредственного наблюдения. Возможной при этом становится не только демонстрация самих объектов, но и различных аспектов их взаимодействия, кроме того, доступным становится управление данным взаимодействием [5]. Поэтому «визуальность» предполагает управляемое взаимодействие с использованием изображений, схем, таблиц, графиков и др.

Таким образом, визуальная составляющая информационных образовательных ресурсов позволяет во всем многообразии представить изучаемые объекты или явления, выделяя при этом наиболее значимые их аспекты. В основе отображения визуальной составляющей информационных образовательных ресурсов лежит понятие «наглядность» применительно к современной интерпретации в контексте активного использования в обучении информационно-коммуникативных технологий. В вузе значимую роль играет не только формирование определенных знаний и опыта деятельности, в современных условиях требуется формировать информационные компетенции будущего специалиста, который будет способен создавать продукты с использованием знаний передовых технологий в сфере

обработки информации, владеть компетенциями самовыражения с помощью средств мультимедиа, обладать опытом информационной деятельности в выбранной сфере.

Теперь остановимся подробнее на втором компоненте теоретического обоснования. К межпредметному содержанию отнесены: концептуальные идеи, базирующиеся на ведущих для высшего образования принципах обучения, а также на системном подходе к отображению учебной информации. Системность присуща образовательному процессу в целом. Системный подход применительно к визуальной составляющей информационных образовательных ресурсов вуза позволяет обозначить ведущие идеи и конкретизировать вопросы, связанные с ее теоретическим обоснованием. При этом теоретическое обоснование системы «визуальная составляющая информационных образовательных ресурсов вуза» позволяет сформулировать системные цели обучения, которые находят свое отражение в содержании образования, а также применяемых средствах обучения.

Реализация принципа наглядности в современном обучении связана с активным использованием информационных образовательных ресурсов и предполагает целенаправленный и систематический характер отображения в них визуальной информации [5]. При этом реализация принципа наглядности в вузе дополняется принципами фундаментализации и профессионализации. Значимость применения принципа фундаментализации подразумевает нацеленность высшего образования «на овладение универсальными обобщенными знаниями, формирование общенаучной культуры, ознакомление с фундаментальными методами обработки информации». Реализация данного принципа в обучении предполагает сформированность мышления на базе фундаментальных основ научного знания. Высшее образование требует формирования не только научно-фундаментальной системы знания, но и получения в обучении опыта профессиональной деятельности – в этом заключаются основа принципа профессионализации. Реализация данного принципа подразумевает в раскрытии сущности научных законов опираться на их применение в выбранной сфере; в рассмотрении проблемных ситуаций – учитывать специфику профессиональной деятельности; решение практических задач осуществлять в профессионально-ориентированном ключе и др. [5].

Наконец, раскроем третий компонент теоретического обоснования визуальной

составляющей информационных образовательных ресурсов вуза, связанный с учетом специфики выбранной сферы деятельности. Специфические особенности целенаправленного процесса отражения визуальной составляющей информационными образовательными ресурсами вуза заключается в выборе форм и методов обучения, соответственно профессиональной сфере. Отбор характеристик визуальной информации осуществлять на основе используемых средств труда и цифровых особенностей реализации их в профессиональной сфере. Поскольку формирование опыта будущего специалиста протекает в определенной среде, обеспечению качества визуальной составляющей информационных образовательных ресурсов вуза должно уделяться самое пристальное внимание. Активное применение информационных технологий во многих сферах деятельности ведет к необходимости формировать компетенции работы с информацией по выбранному направлению.

Ряд авторов связывают специфичное отображение информации образовательными ресурсами вуза с профессионально-ориентированными элементами выбранной сферы деятельности. Так, для отображения объектов информационными образовательными ресурсами значимо разделение их на динамику во времени или пространстве. В таком случае интересной является позиция Л.Л. Босовой, которая делит мультимедийные составляющие информационных образовательных ресурсов на «динамический реалистический и синтезированный визуальный ряд» (например, видеолaborатории, видеозаписи, 3D-отображение объектов с изменением точки зрения, анимированные истории, 3D-виртуальные модели и др.). Кроме того, Л.Л. Босова разделяет объекты и процессы, отображаемые во временной динамике (например, использование всплывающих подсказок, масштабируемость изображений, панорамные снимки, трехмерные модели и др.) [7].

Наиболее близкой к автору данного исследования является позиция Г.И. Кириловой, которая рассматривает информационные образовательные ресурсы вуза с разделением их на «динамику во времени и динамику в пространстве» [8]. Так, разделение на динамику во времени помогает определить, какие типы объектов предпочтительно отбирать для их отображения (статические или динамические; например, фото и изображение или видео и анимацию). Разделение же на динамику в пространстве позволит определить, какими свойствами

должны обладать объекты (например, 2D или 3D; плоскостные или объемные модели процессов и явлений).

Анализ приведенных источников позволил автору определить ведущие свойства средств обучения с опорой на их реально-абстрактные или пространственно-временные характеристики [9, 10], на основе которых реализуется визуальная составляющая информационных образовательных ресурсов вуза. Для уточнения, какие объекты целесообразно использовать в визуальной информации, требуется знать, к какому направлению обучения относится студент (гуманитарному или техническому). Так, для гуманитарного направления предпочтительно использовать визуальные объекты с опорой на образный характер, а для технического направления – с опорой на символический характер. Для гуманитарного направления визуальная составляющая информационных образовательных ресурсов вуза должна строиться на основе обогащения эмоционального опыта студента, формирование которого осуществляется при активном использовании наглядно-образной информации. Однако для раскрытия законов, механизмов, процессов специфично применение логико-символических моделей, что характерно для технического направления деятельности.

Данное предположение подтвердилось проведенным пилотным исследованием, когда одинаково смоделированная информация была предложена для оценки ее качества обучающимся гуманитарного и технического направлений. Обе группы выделили недостаточность представленной информации, однако в каждой группе она носила профессиональный характер. Так, студенты гуманитарного направления отметили недостаточность статистической информации при удовлетворительном качестве ее визуальных элементов. Студенты технического направления отметили недостаточность технологической информации при хорошем качестве используемых ее визуальных элементов.

Исследования по отображению визуальной информации в учебной деятельности вуза подтверждают, что гуманитарному направлению предпочтительно демонстрировать качественный видеоряд на основе реально-образных визуальных элементов: фотоизображений, видеоизображений, наглядно-образных моделей процессов, элементов деталей, изображений будущей сферы деятельности и др. Для технического направления предпочтительно демонстрировать технико-технологические схемати-

ческие конструкции процессов и явлений, логико-символические, многомерные и иерархические модели, алгоритмы действий, различную детализацию оборудования и др. Естественнонаучное направление опирается на визуальную составляющую информационных образовательных ресурсов той области, в рамках которой оно реализуется. Если естественнонаучная действительность приближена к точным дисциплинам (например, математика, физика), то в отображении информации преобладает символический или формализованный характер отображения объектов. Если естественнонаучная деятельность связана с объектами реального мира (например, биология, геология), то предпочтительнее может быть образный или реальный характер отображения объектов. Но есть естественнонаучные направления, в которых присутствуют практически в равной мере оба типа отношений: наглядно-образный и логико-символический, – примером может служить наука химия, в которой переплетается отображение информации формализованного и образного типов. Таким образом, для естественнонаучного направления можно выделить правило соответствия визуальных элементов логике науки, в рамках которой она излагается, то есть использование визуальной составляющей информационных образовательных ресурсов не должно противоречить устоявшимся подходам и принципам выбранной сферы деятельности.

Динамичное отображение информации характеризуется протяженностью во времени или пространстве. Примером протяженности во времени может служить ресурс, характеризующийся изменением от прошлого к будущему, от причины к следствию и др. Примером протяженности в пространстве может служить ресурс, характеризующийся нелинейным изменением. Например, дедукция, квантовый переход, документ в формате HTML и др. Однако использование динамических характеристик объектов целесообразно только при формировании соответствующих профессиональных компетенций, поскольку воспроизведение объекта в динамичной форме может приводить к перегрузке восприятия. Согласно работам И. П. Павлова, «внимание есть концентрация возбуждения в определенных участках коры головного мозга при одновременном торможении остальных участков» [5], поэтому, когда объект перегружен деталями, обучающийся не может переработать весь объем изображения. Кроме того, в теории информации изучается взаимосвязь между количеством информации, которая поступает обучающемуся, и количеством ин-

формации, им обрабатываемой. Таким образом была получена кривая обучения, где за подъемом следует стабилизация состояния, а затем идет резко выраженный спад в освоении информации. Эти данные должны учитываться в подготовке визуальной составляющей информационных образовательных ресурсов вуза, так как для успешного формирования компетенций работы с профессионально-ориентированной информацией необходим адекватный выбор характеристик средств обучения.

Заключение

Таким образом, авторская позиция, обосновывающая применение визуальной составляющей информационных образовательных ресурсов в вузе, базируется на сложившихся в педагогической литературе трактовках, технологическом и системном подходах к отображению визуальной информации. Системообразующим фактором «визуальной составляющей информационных образовательных ресурсов вуза», рассматриваемой в качестве системы, являются совокупные фундаментальные и прикладные цели, которые находят свое отражение в подготовке современного компетентного специалиста. Особенности отображения учебной информации современными средствами обучения должны осуществляться с акцентом на формирование профессионально-ориентированного опыта выбранной сферы деятельности, достижение которого осуществляется при учете специфики визуальной информации с опорой на реально-абстрактные и пространственно-временные характеристики отображаемых объектов и процессов в учебной деятельности. Целенаправленный, систематический, профессионально-ориентированный характер работы с визуальной информацией информационных образовательных ресурсов вуза позволяет успешно достигать формирования требуемых компетенций специалиста цифрового общества. Положения, лежащие в основе разработки теоретического обоснования визуальной составляющей информационных образовательных ресурсов вуза, могут быть использованы при создании современных цифровых ресурсов, учебно-методических комплексов, в дистанционном обучении, медиаобразовании и др.

Список литературы

1. Сафина Г.Г., Власова В.К. Инновационные технологии саморазвития студентов педагогической магистратуры в контексте индивидуализации обучения // Вестник Казанского государственного университета культуры и искусств. 2022. № 4. С. 20–27.

2. Натальсон А.В. Современные тенденции формирования цифровых компетенций выпускника энергетического вуза // *Russian Journal of Education and Psychology*. 2022. Т. 13. № 3–2. С. 64–68.
3. Кирилова Г.И., Грунис М.Л., Галимова Э.Г., Карденас О.Г. Динамика управления развитием информационной среды образовательных организаций в условиях компетентностного подхода // *Казанский педагогический журнал*. 2018. № 6 (131). С. 31–36.
4. Малацион С.Ф., Куценко С.М. Цифровизация образования: ожидания и риски // *Russian Journal of Education and Psychology*. 2022. Т. 13. № 2–3. С. 34–38.
5. Шорина Т.В. Педагогическая технология визуализации учебной информации в высшей школе: дис. ... канд. пед. наук. Казань, 2017. 181 с.
6. Торкунова Ю.В., Коростелева Д.М., Кривоногова А.Е. Формирование цифровых навыков в электронной информационно-образовательной среде с использованием нейросетевых технологий // *Современное педагогическое образование*. 2020. № 5. С. 107–110.
7. Босова Л.Л., Аквилянов Н.А. Обработка символьных данных: от простого к сложному / *Информатика в школе*. 2022. № 6 (179). С. 5–11.
8. Кирилова Г.И. Принципы информационно-средового подхода к модернизации профессионального образования // *Казанский педагогический журнал*. 2018. № 8. С. 54.
9. Шорина Т.В. Реализация визуальных компонентов информационно-образовательной среды вуза // *Современные наукоемкие технологии*. 2022. № 4. С. 229–235.
10. Шорина Т.В. Сценарное моделирование образовательного процесса вуза на основе визуализации учебной информации // *Дистанционное и виртуальное обучение*. 2015. № 5 (95). С. 38–44.

ОБЗОР

УДК 378.4.147»312»:37.091.321(045):61

**ПРЕПОДАВАТЕЛЬ СОВРЕМЕННОГО
МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА И СПЕЦИФИКА
ЕГО ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ****Махонько М.Н., Шкробова Н.В., Шарипов Д.Г., Шелехова Т.В.***ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Саратов, e-mail: marphed@yandex.ru*

Преподаватель современного медицинского университета в мировой образовательной практике – это педагог, практикующий врач и исследователь одновременно. Педагог формирует положительную мотивацию к обучению у студентов-медиков, несет ответственность за качество их подготовки, обладая профессиональными компетенциями. Преподаватель медицинского университета анализирует, оценивает собственную профессионально-педагогическую деятельность и перестраивает ее согласно изменениям в профессиональной педагогической среде. На сегодняшний день в медицинских университетах развивается обучение, основанное на современных инновационных образовательных технологиях, наряду с традиционными формами обучения. Педагог адаптируется к меняющимся направлениям в современном медицинском образовании, включая область компьютерных технологий, подготавливая студентов-медиков. Цифровые методики дают возможность реализовать многообразные формы сетевого взаимодействия преподавателей и студентов в образовательной среде университета и за ее пределами. Компьютерные технологии используются при изучении всех дисциплин современных медицинских университетов мира. Программное обеспечение разработано для начального, текущего и непрерывного образования студентов-медиков. Образовательные порталы обеспечивают доступ к электронному обучению, способствуют восприятию новой информации, оснащены актуальными материалами для подготовки и использования студентами, что является обязательным условием эффективного образования. К достоверным источникам информации студенты-медики обращаются для получения материала, повышения уровня знаний и совершенствования практики. Во время пандемии COVID-19 во всех странах мира онлайн-обучение позволило продолжить медицинское образование. После пандемии сохранилось внедрение цифровых форматов обучения студентов-медиков. Онлайн-обучение имеет свои плюсы и минусы, при этом оно не может полностью заменить традиционное офлайн-обучение.

Ключевые слова: преподаватель, педагогическая деятельность, студенты-медики, медицинский университет, пандемия COVID-19

**A TEACHER OF A MODERN MEDICAL UNIVERSITY
AND THE SPECIFICS OF HIS PEDAGOGICAL ACTIVITY****Makhonko M.N., Shkrobova N.V., Sharipov D.G., Shelekhova T.V.***Saratov State Medical University named after V.I. Razumovskiy of the Ministry of Health
of the Russian Federation, Saratov, e-mail: marphed@yandex.ru*

The teacher of a modern medical university in the world educational practice is a teacher, a practicing doctor and a researcher at the same time. The teacher forms a positive motivation to study among medical students, is responsible for the quality of their training, having professional competencies. The teacher of the medical university analyzes, evaluates his own professional and pedagogical activity and rebuilds it according to changes in the professional pedagogical environment. Today, medical universities are developing training based on modern innovative educational technologies, along with traditional forms of education. The teacher adapts to the changing trends in modern medical education, including the field of computer technology, preparing medical students. Digital methods make it possible to implement diverse forms of networking between teachers and students in the educational environment of the university and beyond. Computer technologies are used in the study of all disciplines of modern medical universities in the world. The software is designed for primary, current and continuing education of medical students. Educational portals provide access to e-learning, promote the perception of new information, are equipped with relevant materials for the preparation and use of students, which is a prerequisite for effective education. Medical students turn to reliable sources of information to obtain material, increase the level of knowledge and improve practice. During the COVID-19 pandemic in all countries of the world, online training made it possible to continue medical education. After the pandemic, the introduction of digital formats for teaching medical students has been preserved. Online learning has its pros and cons, while it cannot completely replace traditional offline learning.

Keywords: teacher, pedagogical activity, medical students, medical university, COVID-19 pandemic

Личность преподавателя важна, поскольку может оказывать мощное влияние на выбор профессии, академические роли и обязанности, а также возможности профессионального развития [1]. Преподаватель медицины – это практикующий врач, педагог и исследователь одновременно.

Учителя справляются с меняющимися тенденциями в области технологий и отношением студентов к обучению, берут на себя множество обязанностей, подготавливая врачей и медицинских работников будущего [2]. Например, в Финляндии компетентность преподавателя медицинских наук

многогранна и постоянно меняется в соответствии с национальными и международными стандартами здравоохранения [3]. Для всех преподавателей медицинских вузов необходимо уметь анализировать, проектировать, организовывать образовательное пространство как педагогическую реальность [4].

Цель – анализ данных зарубежной и отечественной научно-педагогической литературы о преподавателях современных медицинских университетов и их педагогической деятельности ряда стран до, во время, после пандемии COVID-19.

Материалы и методы исследования

Был проведен поиск и анализ современной иностранной и российской литературы, отвечающей требованиям доказательной медицины и действующей нормативной базы в период с 2018 по 2023 г. Использовались открытые базы научной литературы (PubMed, Cochrane Library, Elsevier, MEDLINE, Elibrary).

Результаты исследования и их обсуждение

Проанализированы сведения 243 научных трудов, из которых были отобраны 46 источников, наиболее корректно отвечающих данной теме.

Уровень медицинского образования напрямую зависит от степени вовлеченности обучающихся в педагогический процесс [5]. Организация учебного процесса строится, исходя из общих положений, включающих проведение лекций, практических, семинарских занятий, самостоятельной работы, текущего и итогового контроля знания, с одной стороны, а с другой – из частных учебных приемов, способов и методов, включающих рассказ, дискуссию, кейс-метод, метод «мозгового штурма», деловую игру, групповой разбор и т.д. Учебный процесс, помимо решений вопросов учебной программы, включает комплекс воспитательных мер в виде коммуникативных и организационных функций; патриотического и правового воспитания; формирования умений и навыков поведения в социальной правовой сфере [6]. В частности, компетентность студентов в Руанде формируется за счет углубленного изучения материала, развития навыков преподавания и уверенности в публичных выступлениях [7].

Педагогическими условиями, которые формируют положительную мотивацию к обучению у студентов-медиков первого года учебы, являются: эффективное использование современных мультимедийных специализированных инструментов (элек-

тронные журналы, специализированные веб-сайты); вовлечение студентов в самостоятельную исследовательскую деятельность; использование современного специализированного программного обеспечения для решения профессиональных задач. Такие методики позволяют интегрировать знания, навыки и умения по нескольким предметам, подготовить студентов к академическим предметам на втором году обучения и максимально приблизить цели обучения к будущей профессиональной деятельности [8].

Е.Р. Зинкевич и соавт. [9] установили, что среди факторов, определяющих отношение представителей профессорско-преподавательского состава клинических кафедр к педагогической деятельности, ведущими являются профессионально-педагогическая подготовка и профессиональная мотивация, от которых зависят ее качество и характер.

Научно-исследовательская деятельность преподавателя медицинского университета неразрывно связана с педагогической и лечебной работой. Установлено, что молодое поколение преподавателей медицинских университетов теряет интерес к научной работе из-за отсутствия материальных и моральных стимулов. Еще одной причиной низкой активности, по их мнению, является слабое знание иностранных языков [10].

Педагогический процесс высшей медицинской школы за последние годы значительно обогатился не только содержательно, но и терминологически. Новые термины скрывают не просто новые названия, а целые технологии с особыми методиками, дидактикой, призванными обеспечить успешность обучения кадров. Внимание педагогического медицинского сообщества концентрируется на интерактивных методах, построенных на использовании электронной информации, цифровых технологиях [11]. В частности, медицинское образование в США представляет собой сложное взаимодействие между преподавателями и обучающимися с целью подготовки компетентных врачей, которые обеспечивают уход за пациентами. Образование врача развивалось на протяжении веков, начиная с ученичества, заканчивая поколениями учителей у постели больного, а в настоящее время развивается обучение, основанное на современных технологиях. Сегодняшнее поколение медицинских студентов получает доступ к информации, сохраняет и использует ее, что является обязательным условием эффективного образования [12].

Качество медицинского образования является ключевым фактором. Результаты исследования, проведенного в Венгрии,

подчеркивают необходимость перехода парадигмы в медицинском образовании от представления исключительно профессиональных знаний к педагогически подготовленной практике и методам обучения, ориентированным на пациента, а также приобретения педагогических знаний в рамках подготовки учителей-медиков [13]. Медицинское образование, основанное на компетенциях, позволяет развивать навыки для обучения на протяжении всей жизни [14]. Медицинские факультеты несут ответственность за выпуск компетентных медицинских работников и, как следствие, обязаны обеспечивать качество и эффективность клинического обучения своих студентов [15].

Обучение с реальными пациентами в клинических условиях лежит в основе профессионального образования в области здравоохранения, являясь важным компонентом клинической подготовки. Клинические учебные пособия формируют профессиональные ценности по мере подготовки к практике. Они знакомят студентов с клинической средой, предоставляя возможности для развития навыков общения, сбора анамнеза, физического обследования, клинических рассуждений, диагностики и ведения пациентов [16]. В Австралии врачам-клиницистам различных специальностей нравится преподавать: они рассматривают это как часть своей работы, но при этом отмечают недостаток времени для преподавания из-за загруженности [17]. Адаптация преподавания к клиническим условиям наиболее успешна, когда учитель и стажер могут работать бок о бок, что позволяет использовать модель когнитивного ученичества [18]. Например, в Германии высокое качество преподавания студентам-медикам на специализированной практике по гематологии обогащает их опыт [19]. Также в Германии по хирургии читается большое количество лекций, проходит обязательная стажировка (практически год) в конце изучения. Классический тип преподавания дополнен многочисленными интерактивными и практико-ориентированными методами обучения и проверкой знаний (обязательные или факультативные семинары/курсы, осмотр и опрос у постели больного, индивидуальные практические занятия, проекты молодых исследователей, научные публикации) [20]. В Чили преподавание и практическая деятельность по специальности «патологическая анатомия» и «офтальмология» были сильными сторонами, о которых сообщили студенты [21].

На медицинском факультете Университета Умм Аль-Кура в Саудовской Аравии в течение многих лет специальность «кли-

ническая фармакология» преподавалась традиционными методами, включая классические лекции и экспериментальные занятия. Недавно внедрена новая учебная программа, основанная на компетенциях и фокусирующаяся на ключевых принципах терапии, основном перечне лекарственных препаратов, их рационального и безопасного назначения, применении знаний в реальных ситуациях, усиленном критическом мышлении и самообучении [22].

В России по дисциплине «оториноларингология» сочетают теоретическую и практическую подготовку с особым учетом специфики учебной и внеклассной деятельности. Для повышения эффективности образовательного процесса применяются компьютерные технологии, которые используются для совершенствования методов диагностики и лечения различных патологических состояний. Мероприятия, проводимые преподавателями студенческого научного кружка, способствуют формированию профессиональных навыков [23]. Дисциплина «неотложная медицина» преподается в 65 % испанских университетов, будь то государственные или частные учреждения [24]. Во Франции на медицинском факультете «Университета Париж VII имени Дени Дидро» при изучении специальностей «интенсивная терапия» и «неотложная медицинская помощь» 98 % студентов были удовлетворены смешанным обучением в течение учебного 2018–2019 года. Из них 25 % студентов посещали традиционные лекции. При смешанном обучении 67 % студентов посещали курсы электронного обучения, а 27 % – интерактивные очные занятия [25].

В ряде стран рентгенологи знакомы с традиционным дидактическим форматом обучения в виде лекций. Существует множество инновационных методов обучения для радиологов, включающих использование технологий реагирования на аудиторию, дистанционное обучение, перевернутый класс и активное обучение [26]. В Индии инновационные методы обучения, включающие интегрированное обучение, и использование упражнений для решения ситуационных задач, и систему обмена рентгенограммами, полезны для развития навыков интерпретации и решения заданий у студентов старших курсов при преподавании радиологии [27]. В США обучение ультразвуковому исследованию с самостоятельным изучением учебных программ повышает его эффективность, уверенность студентов в своих знаниях, особенно когда за ней следуют занятия под руководством преподавателей [28]. Обучение ультразвуковому исследованию в Японии помогает

студентам-медикам изучать базовые предметы, такие как анатомия и физиология, совершенствовать свои навыки физического обследования и приобретать диагностические и процедурные навыки. Технологические достижения, такие как тренажеры, доступные портативные устройства и системы телеультразвука, облегчают обучение ультразвуку [29].

В Англии педагог играет ключевую роль в процессах обучения, формирования ориентированной деятельности, поддержки развития знаний и понимания. Знания приобретаются в процессе взаимодействия с другими людьми, определяются навыками и умениями. Роль преподавателя дистанционного онлайн-обучения отличается от роли педагога, связанной с традиционным контактным обучением. Преподаватель поддерживает студента и контролирует его уровень знаний, в то время как студент, занимающийся онлайн, должен брать на себя большую ответственность за свое собственное обучение [30].

Исследование F. Lorenz и других ученых [31] показало потребность студентов-медиков Венского медицинского университета в большей подготовке преподавательской этики, права и навыков принятия решений в медицинском образовании во время пандемии COVID-19. В Великобритании онлайн-обучение позволило продолжить медицинское образование в беспрецедентные времена данного периода. Использовались онлайн-обучающие платформы, позволяющие учащимся усваивать информацию в свободное время, а затем конструктивно обсуждать этот материал со сверстниками. Дистанционно проводились лекции, применялись платформы с кейсами вопросов и другие онлайн-ресурсы. Была обнаружена значительная разница между временем, проведенным на онлайн-платформах до и во время COVID-19: 7,35% учащихся до и 23,56% учащихся во время пандемии проводили более 15 ч в неделю на цифровых базах [32]. На протяжении пандемии COVID-19 для студентов-урологов в США внедрили веб-платформы для применения серии виртуальных лекций, популярные программы Нью-Йоркского отделения Американской урологической ассоциации [33]. Поскольку данная болезнь повлияла на образование студентов-медиков в Германии, медицинские факультеты столкнулись с проблемой адаптации обучения к цифровым платформам. Они чаще всего ожидали: онлайн-лекций (91,7%), прямых трансляций (67,2%) и реже – инновационных цифровых стратегий обучения, включая серьезные игры (17,3%), упражнения в вир-

туальной реальности (16,7%) [34]. В Германии, Австрии и Швейцарии 92% студентов считали, что их обучение пострадало от коронавирусной инфекции, из них 19% восприняли изменения как полностью негативные. 97% студентов-медиков смогли принять участие в цифровых курсах. Студенты-медики жаловались на отсутствие практического преподавания, а именно контакта с пациентами, преподавателями, коллегами – студентами-медиками, низкое воспринимаемое качество преподавания из-за дубляжа, частой смены семинаров, проблемно-ориентированных учебных групп и очного обучения, отсутствие возможностей взаимодействия и недостаток технического оснащения, такого как знания преподавателей и серверных мощностей, в университетах. В целом почти половина студентов-медиков (42%) оценили внедрение цифрового обучения в своих университетах как хорошее или очень хорошее [35]. В то же время в Германии на факультетах акушерства и гинекологии в течение пандемии COVID-19 качество преподавания практических навыков считалось низким и не эквивалентным стандартной очной учебной программе [36]. В Хорватии студенты медицинских вузов во время пандемии переживали из-за отсутствия практических занятий [37]. В медицинских школах Азиатско-Тихоокеанского региона большинству учителей было трудно проводить дистанционное обучение клиническим навыкам и управлять большими группами студентов на синхронных онлайн-занятиях [38].

В стоматологической школе Университета Юстуса Либиха в Гиссене (Германия) студенты выразили преимущественно позитивный взгляд на внедрение онлайн-обучения – 53,2%, в то время как преподаватели – 38,6% [39]. В Пакистане во время пандемии COVID-19 преподаватели-стоматологи применяли манекены и имитационные устройства на основе виртуальной реальности (Virtual reality, VR) / дополненной реальности (Augmented reality, AR), наряду с тактильными технологиями, при обучении студентов-медиков [40]. В США преподаватели-офтальмологи сотрудничали с другими учреждениями страны и за рубежом в рамках совместных виртуальных учебных программ и семинаров, а для приобретения хирургических навыков больше внимания уделялось учебным инструментам на основе моделирования [41].

Преподаватели кафедры судебной медицины медицинского факультета Российского национального исследовательского медицинского университета имени Н.И. Пирогова в период коронавируса подготовили материал, эквивалентный очным занятиям,

в электронном формате; составили, разработали инструкции и алгоритмы для студентов и преподавателей по циклу и освоению неаккредитованных или пропущенных занятий в удаленном формате; образовали группы в мессенджерах; организовали онлайн-занятия с использованием приложений для конференц-связи; записали полный курс лекций; создали возможности онлайн-тестирования уровня начальных и приобретенных знаний студентов на двух языках (на русском и английском) [42].

Учителя Тюбингенского университета в Баден-Вюртемберге (Германия) после пандемии COVID-19 считают, что при обучении студентов в будущем следует внедрять онлайн-лекции, совместную работу, прямую трансляцию и онлайн-чаты; преподавать в цифровых форматах, таких как телемедицина, включая дистанционное взаимодействие пациента и врача [43]. Во Франции онлайн-обучение во время карантина из-за COVID-19 внезапно стало основной формой медицинского образования, которая использовалась до тех пор, пока продолжалась пандемия. Менее половины учащихся и преподавателей сочли, что они получили или обеспечили подготовку такого же уровня и качества, как на обычных курсах. Около трети считали, что это онлайн-обучение должно продолжаться и после кризиса [44]. В медицинской школе Национального университета Тунцзи Китая на протяжении COVID-19 преподаватели и студенты мужского пола продемонстрировали лучшую адаптивность к онлайн-обучению, чем их коллеги-женщины. Хотя онлайн-обучение имеет преимущества, оно все еще не может полностью заменить традиционное офлайн-обучение [45].

К сильным сторонам виртуального обучения во время пандемии COVID-19 во всем мире относятся разнообразие доступных веб-ресурсов. Были разработаны новые интерактивные формы виртуального обучения, позволяющие студентам взаимодействовать с пациентами, не выходя из дома. Преподавание в открытом доступе с участием медицинских экспертов позволило студентам оставаться в курсе последних достижений медицины и восстановить знания, утраченные из-за приостановки занятий в университете и прикрепления к клинике. Доказано, что наставничество со стороны сверстников является ценным инструментом для студентов-медиков с целью расширения знаний и оказания психологической поддержки. Слабые стороны виртуального обучения включали технические проблемы, проблемы с конфиденциальностью, снижение вовлеченности учащихся и потерю оце-

нок. Было установлено, что во время пандемии это негативно сказалось на психическом благополучии учащихся. Было также отмечено, что неравенство услуг виртуального обучения во всем мире приводит к различиям в медицинском образовании [46].

Заключение

Преподаватель медицинского университета, занимаясь педагогической, лечебной и научно-исследовательской деятельностью, играет ключевую роль в процессах обучения будущих врачей. Важным условием успешной реализации учебного процесса является его непрерывность, особенно во время пандемии, с активным участием преподавателей и студентов-медиков. Наличие традиционных методов обучения, веб-платформ в медицинских университетах, создание и внедрение инновационных технологий, разработка комплексов мероприятий, позволивших продолжить образование в ковидное и постковидное время, реализовали многообразные формы взаимодействия преподавателей и студентов-медиков в образовательной среде.

Список литературы

1. Steinert Y., O'Sullivan P.S., Irby D.M. Strengthening teachers' professional identities through faculty development // *Academic Medicine*. 2019. Vol. 94, Is. 7. P. 963–968. DOI: 10.1097/ACM.0000000000002695.
2. Jain A., Baviskar M.P., Narawne S., Kunkulol R. Is the medical teacher's mental health neglected? Effects of perceived student attitudes and behaviors on mental health and lifestyle of teachers in a rural university of Western Maharashtra in India // *Journal of Family Medicine and Primary Care*. 2020. Vol. 9, Is. 12. P. 6046–6050. DOI: 10.4103/jfmpc.jfmpc_1463_20.
3. Kuivila H.-M., Mikkonen K., Sjogren T., Koivula M., Koskimaki M., Mannisto M., Lukkarila P., Kaariainen M. Health science student teachers' perceptions of teacher competence: a qualitative study // *Nurse Education Today*. 2020. Vol. 84, Is. 4. P. 104210. DOI: 10.1016/j.nedt.2019.104210.
4. Жолудова А.Н., Полякова О.В. Формирование педагогической компетенции в рамках профессионального стандарта «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования» // *Личность в меняющемся мире: здоровье, адаптация, развитие*. 2018. Т. 6. № 1 (20). С. 41–54. DOI: 10.23888/humJ2018141-54.
5. Карандеева А.М., Анохина Ж.А., Насонова Н.А., Соболева М.Ю. Проблема активизации учебной деятельности в высшей школе // *Colloquium-journal*. 2019. Vol. 3 (27). P. 27–29. DOI: 10.24411/2520-6990-2019-10017.
6. Стюф Я.В., Тулегенов В.В., Филиппова М.С. Некоторые особенности преподавания правоведения в медицинском вузе // *Судебно-медицинская экспертиза*. 2021. Т. 64, № 5. С. 61–64. DOI: 10.17116/sudmed20216405161.
7. Nshimiyimana A., Cartledge P.T. Peer-teaching at the University of Rwanda – a qualitative study based on self-determination theory // *BMC Medical Education*. 2020. Vol. 20. Suppl. 1. P. 230. DOI: 10.1186/s12909-020-02142-0.
8. Morokhovets H.Y., Uvarkina O.V., Bieliaieva O.M., Lysanets Y.V., Senkevych H.A., Stetsenko S.A. Development of motivation towards education in medical students // *Wiadomosci Lekarskie*. 2019. Vol. 72, Is. 1. P. 7–11.

9. Зинкевич Е.Р., Кульбах О.С., Заварзина Н.Ю. Отношение к педагогической деятельности преподавателей клинических дисциплин в медицинском университете // *Russian Journal of Education and Psychology*. 2021. Vol. 12, Is. 2. P. 7–20. DOI: 10.12731/2658-4034-2021-12-2-7-20.
10. Koichueva S.M. The sociological aspects of scientific pedagogic activities of medical university lecturer // *Problems of social hygiene, public health and history of medicine*. 2021. Vol. 29, Is. 3. P. 537–541. DOI: 10.32687/0869-866X-2021-29-3-537-541.
11. Шведов Г.И., Бережнова Т.А., Селютин О.А., Шведова В.Г., Плужников Ю.Д., Муковнина М.Д., Кузьменко Н.Ю., Занина И.А., Бредихина Т.А. Актуальные вопросы высшего фармацевтического образования на факультете в медицинском университете // *Journal of new medical technologies*. 2019. Is. 1. P. 187–192. DOI: 10.24411/2075-4094-2019-16226.
12. Rogers L.S., Cohen M.S. Medical education in pediatric and congenital heart disease: a focus on generational learning and technology in education // *Progress in Pediatric Cardiology*. 2020. Vol. 59. P. 101305. DOI: 10.1016/j.ppedcard.2020.101305.
13. Varga Z., Poto Z., Czopf L., Fuzesi Z. Do we need special pedagogy in medical schools? Attitudes of teachers and students in Hungary: a cross-sectional study // *BMC Medical Education*. 2020. Vol. 20 (1). P. 472. DOI: 10.1186/s12909-020-02385-x.
14. Richardson D., Kinnear B., Hauer K.E., Turner T.L., Warm E.J., Hall A.K., Ross S., Thoma B., Melle E.V. Growth mindset in competency-based medical education // *Medical Teacher*. 2021. Vol. 43 (7). P. 751–757. DOI: 10.1080/0142159X.2021.1928036.
15. Blitz J., De Villiers M., Schalkwyk S.V. Implications for faculty development for emerging clinical teachers at distributed sites: a qualitative interpretivist study // *Rural and Remote Health*. 2018. Vol. 18, Is. 2. P. 4482. DOI: 10.22605/RRH4482.
16. Burgess A., van Diggele C., Roberts C., Mellis C. Key tips for teaching in the clinical setting // *BMC Medical Education*. 2020. Vol. 20. suppl. 2. P. 463. DOI: 10.1186/s12909-020-02283-2.
17. Lan N.S.R., Nasim S., Gan S.K., Chew G.T. Clinicians' perceptions of medical student teaching in a tertiary hospital // *Education for health (Abingdon)*. 2022. Vol. 35 (1). P. 16–19. DOI: 10.4103/efh.efh_312_21.
18. Hunt J.I., Brannan E.H., Hudziak V.B. Adapting teaching to the clinical setting // *The Psychiatric clinics of North America*. 2021. Vol. 44, Is. 2. P. 197–205. DOI: 10.1016/j.psc.2020.12.003.
19. Weide R., Thomalla J., van Roye C., Chakurakal G., Heymanns J., Koppler H., Feiten S., Nickel J.-A., Schmidberger H., Theobald M., Lutz C. Curricular course for medical students at a hematology and oncology specialty practice, 2010–2022 // *GMS Journal for Medical Education*. 2022. Vol. 39, Is. 4. Doc 40 (20220915). DOI: 10.3205/zma001561.
20. Kraus A., Infanger M., Chiapponi C., Piatek S., Zardo P., Udelnow A., Hab H.-J., Meyer F. Surgical teaching at the medical school Otto-von-Guericke university of Magdeburg – basic conceptual description // *Polski przegląd chirurgiczny*. 2018. Vol. 90, Is. 3. P. 37–42. DOI: 10.5604/01.3001.0011.8173.
21. Gonzalez C., Ahtamon A., Brokering W., Budge M.C., Cadagan M.J., Jofre P., Munoz N., Ocampo X., Pizarro F., Reyes N., San-Martin P., Silva M.P., Ugarte M.G., Vega E., Vergara L., Yuri F., Kleinstuber K., de Los Angeles Avaria M., Riquelme A. Perception of the educational environment in residents of medical specialties in Chilean universities // *Revista medica de Chile*. 2022. Vol. 150 (3). P. 381–390. DOI: 10.4067/S0034-98872022000300381.
22. Alsanosim S.M. A new vision of teaching clinical pharmacology and therapeutics for undergraduate medical students // *Advances in Medical Education and Practice*. 2022. Vol. 13. P. 567–575. DOI: 10.2147/AMEP.S359704.
23. Kryukov A.I., Palchun V.T., Gurov A.V., Ogorodnikov D.S., Kucherov A.G., Doronina O.M. The pedagogical activities at the department of otorhinolaryngology of the faculty of general medicine // *Vestnik Otorinolaringologii*. 2018. Vol. 83, Is. 1. P. 18–22. DOI: 10.17116/otorino201883118-22.
24. Allen A.J., White A.B., Bacon D.R., Dallaghan G.L.B., Jordan S.G. Commentary on ultrasound instruction in undergraduate medical education: perspective from two students // *Advances in Medical Education and Practice*. 2023. Vol. 14. P. 1–7. DOI: 10.2147/AMEP.S388044.
25. Kameda T., Taniguchi N., Konno K., Koibuchi H., Omoto K., Itoh K. Ultrasonography in undergraduate medical education: a comprehensive review and the education program implemented at Jichi medical university // *Journal of Medical Ultrasonics*. 2022. Vol. 49, Is. 2. P. 217–230. DOI: 10.1007/s10396-021-01178-z.
26. Crow J., Murray J.-A. Online distance learning in biomedical sciences: community, belonging and presence // *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2020. Vol. 1235. P. 165–178. DOI: 10.1007/978-3-030-37639-0_10.
27. Repullo D., Miro O., Nogue R., Coll-Vinent B. Characteristics, content, and instructors in emergency and urgent medicine courses in the medical departments of Spanish universities. *Emergencias*. 2022. Vol. 34 (4). P. 298–304.
28. Vodovar D., Ricard J.D., Zafrani L., Weiss E., Desrantes E., Roux D. Assessment of a newly implemented blended teaching of intensive care and emergency medicine at Paris-Diderot University // *Revue de Medecine Interne*. 2020. Vol. 41, Is. 6. P. 368–374. DOI: 10.1016/j.revmed.2019.12.021.
29. Sivarajah R.T., Curci N.E., Johnson E.M., Lam D.L., Lee J.T., Richardson M.L. A review of innovative teaching methods // *Academic Radiology*. 2019. Vol. 26, Is. 1. P. 101–113. DOI: 10.1016/j.acra.2018.03.025.
30. Singh C.S., Sethuraman K.R., Ehzumalai G., Adkoli B.V. Effectiveness of problem-solving exercises in radiology education for undergraduates // *The National medical journal of India*. 2019. Vol. 32, Is. 2. P. 103–106. DOI: 10.4103/0970-258X.275353.
31. Faihs L., Neumann-Opitz C., Kainberger F., Druml C. Ethics teaching in medical school: the perception of medical students // *Wiener klinische Wochenschrift*. 2022. Is. 1–8. DOI: 10.1007/s00508-022-02127-7.
32. Dost S., Hossain A., Shehab M., Abdelwahed A., Al-Nusair L. Perceptions of medical students towards online teaching during the COVID-19 pandemic: a national cross-sectional survey of 2721 UK medical students // *BMJ Open*. 2020. Vol. 106 Is. 11. P. e042378. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-042378.
33. Smigelski M., Movassaghi M., Small A. Urology virtual education programs during the COVID-19 pandemic // *Current Urology Reports*. 2020. Vol. 21, Is. 12. P. 50. DOI: 10.1007/s11934-020-01004-y.
34. Loda T., Löffler T., Erschens R., Zipfel S., Herrmann-Werner A. Medical education in times of COVID-19: German students' expectations – a cross-sectional study // *PLOS ONE*. 2020. Vol. 15, Is. 11. P. e0241660. DOI: 10.1371/journal.pone.0241660.
35. Hertling S.F., Back D.A., Eckhart N., Kaiser M., Graul I. How far has the digitization of medical teaching progressed in times of COVID-19? A multinational survey among medical students and lecturers in german-speaking central Europe // *BMC Medical Education*. 2022. Vol. 22. Suppl. 1. P. 387. DOI: 10.1186/s12909-022-03470-z.
36. Riedel M., Amann N., Recker F., Hennigs A., Heublein S., Meyer B., Karge A., Eisenkolb G., Lammert J., Graf A., Klein E., Weiss M., Riedel F. The COVID-19 pandemic and its impact on medical teaching in obstetrics and gynecology- a nationwide expert survey among teaching coordinators at german university hospitals // *PLOS ONE*. 2022. Vol. 17, Is. 8. P. e0269562. DOI: 10.1371/journal.pone.0269562.
37. Puljak L., Civljak M., Haramina A., Malisa S., Cavic D., Klinec D., Aranza D., Mesaric J., Skitarelic N., Zoranic S., Majstorovic D., Neuberger M., Miksic S., Ivanisevic K. Attitudes and concerns of undergraduate university health sciences students in Croatia regarding complete switch to e-learning during CO-

VID-19 pandemic: a survey // *BMC Medical Education*. 2020. Vol. 20. Suppl. 1. P. 416. DOI: 10.1186/s12909-020-02343-7.

38. Chan E., Khong M.L., Torda A., Tanner J.A., Velan G.M., Wong G.T.C. Medical teachers' experience of emergency remote teaching during the COVID-19 pandemic: a cross-institutional study // *BMC Medical Education*. 2022. Vol. 22. Suppl. 1. P. 303. DOI: 10.1186/s12909-022-03367-x.

39. Schlenz M.A., Schmidt A., Wostmann B., Kramer N., Schulz-Weidner N. Students' and lecturers' perspective on the implementation of online learning in dental education due to SARS-CoV-2 (COVID-19): a cross-sectional study // *BMC Medical Education*. 2020. Vol. 20. Suppl. 1. P. 354. DOI: 10.1186/s12909-020-02266-3.

40. Haroon Z., Azad A.A., Sharif M., Aslam A., Arshad K., Rafiq S. COVID-19 era: challenges and solutions in dental education // *Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan*. 2020. Vol. 30, Is. 10. P. 129–131. DOI: 10.29271/jcpsp.2020.supp2.129.

41. Mishra K., Boland M.V., Woreta F.A. Incorporating a virtual curriculum into ophthalmology education in the coronavirus disease-2019 era // *Current Opinion in Ophthalmology*. 2020. Vol. 31, Is. 5. P. 380–385. DOI: 10.1097/ICU.0000000000000681.

42. Kildyushov E.M., Egorova E.V. Distance teaching of forensic medicine at the department of medical university during the COVID-19 pandemic // *Sudebno-Meditsinskaya Ekspertisa*. 2022. Vol. 65, Is. 6. P. 66–69. DOI: 10.17116/sudmed20226506166.

43. Herrmann-Werner A., Erschens R., Zipfel S., Loda T. Medical education in times of COVID-19: survey on teachers' perspectives from a German medical faculty // *GMS Journal for Medical Education*. 2021. Vol. 38, Is. 5. P. Doc93. DOI: 10.3205/zma001489.

44. Motte-Signoret E., Labbe A., Benoist G., Linglart A., Gajdos V., Lapillonne A. Perception of medical education by learners and teachers during the COVID-19 pandemic: a cross-sectional survey of online teaching // *Medical Education Online*. 2021. Vol. 26, Is. 1. P. 1919042. DOI: 10.1080/10872981.2021.1919042.

45. Song Y., Wang S., Liu Y., Liu X., Peng A. Online education at the medical School of Tongji University during the COVID-19 pandemic: a cross-sectional study // *BMC Medical Education*. 2021. Vol. 21. Suppl. 1. P. 512. DOI: 10.1186/s12909-021-02951-x.

46. Wilcha R.-J. Effectiveness of virtual medical teaching during the COVID-19 crisis: systematic review // *JMIR Medical Education*. 2020. Vol. 6, Is. 2. P. e20963. DOI: 10.2196/20963.