
СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ 6, 2021
Часть 1
ISSN 1812–7320

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 1,021
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,305

Журнал издается с 2003 г.
12 выпусков в год

Электронная версия журнала

top-technologies.ru/ru

Правила для авторов:

top-technologies.ru/ru/rules/index

Подписной индекс по электронному каталогу «Почта России» – ПА037

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, Горбатько 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.п.н., профессор, Жеребило Т.В. (Грозный); 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, Иванов Г.С. (Москва); д.х.н., профессор, Ивашкевич А.Н. (Москва); д.ф.-м.н., профессор, Ижуткин 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, Кузлякина В.В. (Владивосток); д.т.н., доцент, Кузяков 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, Магис 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, Скрыпник О.Н. (Иркутск); д.п.н., профессор, Собянин 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, Хола 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)

«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 = 1,021.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,305.

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 – 29.06.2021

Дата выхода номера – 29.07.2021

Формат 60×90 1/8

Типография

ООО «Научно-издательский центр Академия Естествознания»

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

Техническая редакция и верстка

Байгузова Л.М.

Корректор

Галенкина Е.С., Дудкина Н.А.

Способ печати – оперативный

Распространение по свободной цене

Усл. печ. л. 28,88

Тираж 1000 экз.

Заказ СНТ 2021/6

Подписной индекс ПА037

© ООО ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки (05.02.02, 05.02.04, 05.02.07, 05.02.09, 05.02.10, 05.02.11, 05.02.13, 05.02.18, 05.02.22, 05.13.06, 05.13.10, 05.13.11, 05.13.17, 05.13.18)

СТАТЬИ

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА МАССООБМЕНА В ОКРЕСТНОСТИ КАПЛИ С УЧЁТОМ ОБЪЁМНОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ <i>Ахметов Р.Г., Ложкина Е.В.</i>	9
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ РЕЦЕПТУРНЫХ КОМПОНЕНТОВ ШОКОЛАДНЫХ МАСС В ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ДИСПЕРГАТОРАХ <i>Беззубцева М.М., Волков В.С., Ружьев В.А., Петропавлова С.В.</i>	17
АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ <i>Кобзев А.А., Лекарва А.В., Сидорова О.С.</i>	23
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ФУНКЦИЙ МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ МНОГОТОЧЕЧНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ <i>Ковалев И.В., Ковалев Д.И., Лосев В.В., Сарамуд М.В., Тынченко Я.А.</i>	29
ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ <i>Колесникова О.В., Рупинец И.С., Лелюхин В.Е.</i>	39
КЛАССИФИКАЦИЯ СКАНИРОВАННЫХ ДОКУМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОСЕТИ <i>Котюжанский Л.А., Четверкин Н.В., Протасевич А.А., Кочеров Р.В., Рыжкова Н.Г.</i>	45
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕБ-ПОРТАЛА «ЦИФРОВОЙ ДАГЕСТАН» ДЛЯ АНАЛИЗА РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ РЕГИОНА <i>Магомедова С.Р., Касимова Т.М.</i>	50
АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КЛАСТЕРОВ ПРЕДПРИЯТИЙ СЕКТОРА МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С БАНКОВСКИМ СЕКТОРОМ <i>Макарова Е.А., Габдуллина Э.Р., Солнцев О.В.</i>	55
ПРИМЕНЕНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЧИСЛЕННОГО МЕТОДА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОДСИСТЕМ «ПРОЦЕССОР-ПАМЯТЬ» НА БАЗЕ СЕТИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ОТНОСИТЕЛЬНЫМИ ПРИОРИТЕТАМИ <i>Мартенс-Атюшев Д.С., Мартышкин А.И.</i>	61
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНТРОПИИ ВЗАИМОСВЯЗИ В АНАЛИЗЕ ТЕКСТОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ <i>Марченко А.Д., Тырсин А.Н.</i>	67
ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МАРТЕНСИТНОСТАРЕЮЩЕЙ СТАЛИ НА УСТАЛОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПАРАМЕТРЫ МИКРОДЕФОРМАЦИИ <i>Мыльников В.В., Шетулов Д.И., Мясников А.М.</i>	74
ОРГАНИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАБОТОДАТЕЛЕЙ И ВЫПУСКНИКОВ ДПИ НГТУ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА С ЦЕЛЬЮ ТРУДОУСТРОЙСТВА <i>Наумова Е.Г., Кулигина Н.О., Нажимова Н.А.</i>	79
ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ЛАБОРАТОРИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ <i>Перухин М.Ю., Васильева М.Ю., Кадырова Г.К.</i>	84

РАСПОЗНАВАНИЕ РУКОПИСНОГО ТЕКСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ <i>Скрытников А.В., Денисенко В.В., Хитров Е.Г., Евтеева К.С., Савченко И.И.</i>	91
К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ СКВАЖИН-КАНДИДАТОВ НА ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРИЧИНАМ ОТКЛОНЕНИЯ <i>Хакимов Р.Ф.</i>	96
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕКУЩЕГО УРОВНЯ ЖИДКОСТИ С ПОМОЩЬЮ УДАЛЕННОГО ВИДЕОАНАЛИЗА <i>Шустова К.П.</i>	102
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ БАЗАМИ ДАННЫХ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ХРАНИЛИЩА РЕПОЗИТОРИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ <i>Ямашкин С.А., Скворцов М.А., Большакова М.В., Ямашкин А.А.</i>	108
АЛГОРИТМИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ КАЧЕСТВА ЧАСОВЫХ МЕХАНИЗМОВ <i>Яшин В.Н., Халикова Е.А.</i>	114

Педагогические науки (13.00.01, 13.00.02, 13.00.03, 13.00.04, 13.00.05, 13.00.08)

СТАТЬИ

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ КАК СОСТАВЛЯЮЩИЙ КОМПОНЕНТ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ И ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА <i>Алексеев С.Н., Гайворонская Т.В., Дробот Н.Н.</i>	118
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ОБУЧЕНИЯ СЛУШАТЕЛЕЙ ФАКУЛЬТЕТА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ К ДЕЙСТВИЯМ, СВЯЗАННЫМ С НЕСЕНИЕМ СЛУЖБЫ В УСЛОВИЯХ МАССОВОГО ПРЕБЫВАНИЯ ЛЮДЕЙ <i>Антонов М.Е., Чичин С.В.</i>	124
ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИЛИНГВАЛЬНОГО ПОДХОДА ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА <i>Баранова Т.А., Кобичева А.М., Токарева Е.Ю.</i>	129
ПЕРЕВОД ТРАДИЦИОННЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ В ДИСТАНЦИОННЫЙ ФОРМАТ <i>Быков А.А., Киселева О.М.</i>	136
К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ТьюТОРА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СИСТЕМЕ ДУАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ <i>Евтушенко И.В., Евтушенко А.И., Евтушенко Д.И.</i>	141
ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАВЫКОВ ЧЕРЕЗ ПРОЕКТНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ У СТУДЕНТОВ АРХИТЕКТУРНО-ДИЗАЙНЕРСКОГО ПРОФИЛЯ <i>Иванова О.Г., Копьёва А.В., Масловская О.В.</i>	146
ПРИМЕНЕНИЕ ИГРОВОГО МЕТОДА НА ЗАНЯТИЯХ СО СТУДЕНТАМИ ВУЗА ПО ЛЫЖНОЙ ПОДГОТОВКЕ <i>Канатина Р.Б., Собянин Ф.И., Аванесов В.С., Леонтьев А.С., Гасюк Д.С., Покопилова А.А.</i>	153
ФОРМИРОВАНИЕ ДУХОВНО-НРАВСТВЕННОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТОВ <i>Кузнецов В.В.</i>	160
ОПЫТ ФОРМИРОВАНИЯ НАДПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАВЫКОВ У СТУДЕНТОВ ПЕДВУЗА В РАМКАХ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ» В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ <i>Кузнецова Н.А.</i>	165

ИСТОРИЯ ОЛИМПИЙСКИХ ИГР КАК МЕЖДУНАРОДНОГО СПОРТИВНОГО СОРЕВНОВАНИЯ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В РАЗВИТИИ МИРОВОГО СООБЩЕСТВА	
<i>Мотцулев М.Г., Егорычева Е.В.</i>	170
ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ	
<i>Сафарова Н.А., Мамедова Л.В.</i>	176
ФОРМИРОВАНИЕ УМЕНИЙ ТВОРЧЕСКОГО РАССКАЗЫВАНИЯ У ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С ОБЩИМ НЕДОРАЗВИТИЕМ РЕЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕСОЧНОЙ ТЕРАПИИ	
<i>Семенова Т.Н.</i>	181
КАМПУС: СУЩНОСТЬ ПОНЯТИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ТИПОВ	
<i>Сергеева С.В., Дианова Ю.А.</i>	186
РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТЕГРАЦИИ МАРКЕТИНГОВОГО ПОДХОДА В ПРОЦЕСС ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ ВУЗА	
<i>Смирнов А.А., Баянкин О.В., Валынкин Р.О., Шеенко Е.И.</i>	191
ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО ПАКЕТА PSPP (PROGRAM FOR STATISTICAL ANALYSIS OF SAMPLED DATA) В КУРСЕ «МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАТИКА»	
<i>Степанова О.А., Диденко Г.А., Касюк С.Т.</i>	197
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ЦИКЛОВ В УПРАЖНЕНИИ ГИРЕВОГО СПОРТА «ТОЛЧОК ДВУХ ГИРЬ ПО ДЛИННОМУ ЦИКЛУ»	
<i>Тихонов В.Ф.</i>	203
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ В ВУЗЕ: ПРИЧИНЫ СНИЖЕНИЯ АКТИВНОСТИ	
<i>Ханов Т.А., Баширов А.В.</i>	209
СОПРОВОЖДЕНИЕ ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА С ОТКЛОНЕНИЯМИ В ОВЛАДЕНИИ РЕЧЬЮ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРА ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ, МЕДИЦИНСКОЙ И СОЦИАЛЬНОЙ ПОМОЩИ	
<i>Шереметьева Е.В., Беспоместных О.А.</i>	215
МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫСТУПЛЕНИЯ КОМАНД НА ОСНОВЕ РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ В КОМАНДНЫХ ВИДАХ СПОРТА С УЧЕТОМ ФАКТОРА ВЛИЯНИЯ СВОЕГО ПОЛЯ	
<i>Юшкин В.Н., Марченко С.С., Стрижакова Е.А., Заяц О.А., Назарова Ю.Н., Шумакова Р.И.</i>	221

Психологические науки (13.00.04)

СТАТЬИ

ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛИЧНОСТИ У СПОРТСМЕНОВ СИЛОВЫХ ВИДОВ СПОРТА	
<i>Волкова К.Р., Разживин О.А., Петров Р.Е., Галиуллина А.Т.</i>	226

CONTENTS

Technical sciences 05.02.02, 05.02.04, 05.02.07, 05.02.09, 05.02.10, 05.02.11, 05.02.13, 05.02.18, 05.02.22, 05.13.06, 05.13.10, 05.13.11, 05.13.17, 05.13.18)

ARTICLES

COMPUTER MODELING OF THE MASS EXCHANGE PROCESS IN THE NEIGHBORHOOD OF A DROP TAKING INTO ACCOUNT A VOLUME NONLINEAR CHEMICAL REACTION <i>Akhmetov R.G., Lozhkina E.V.</i>	9
INVESTIGATION OF THE PROCESS OF GRINDING OF PRESCRIPTION COMPONENTS OF CHOCOLATE MASSES IN ELECTROMECHANICAL DISPERSANTS <i>Bezzubtseva M.M., Volkov V.S., Ruzhev V.A., Petropavlova S.V.</i>	17
ANALYSIS OF NEURAL NETWORK TRAINING ALGORITHMS <i>Kobzev A.A., Lekareva O.V., Sidorova O.S.</i>	23
MATHEMATICAL MODELING AND ALGORITHMIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES MONITORING FUNCTIONS BASED ON MULTI-POINT MEASURING SYSTEMS <i>Kovalev I.V., Kovalev D.I., Losev V.V., Saramud M.V., Tynchenko Ya.A.</i>	29
DIGITAL TWINS IN OPERATING CONTROL AUTOMATION ENGINEERING PRODUCTION <i>Kolesnikova O.V., Rupinets I.S., Lelyukhin V.E.</i>	39
CLASSIFICATION OF SCANNED DOCUMENTS USING A CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK <i>Kotyuzhanskiy L.A., Chetverkin N.V., Protasevich A.A., Kocherov R.V., Ryzhkova N.G.</i>	45
DESIGNING THE WEB PORTAL «DIGITAL DAGESTAN» FOR ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF THE DIGITAL ECONOMY OF MUNICIPAL EDUCATIONS OF THE REGION <i>Magomedova S.R., Kasimova T.M.</i>	50
AGENT-BASED MODEL OF FUNCTIONING OF CLUSTERS OF SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES IN INTERACTING WITH THE BANK SECTOR <i>Makarova E.A., Gabdullina E.R., Solntsev O.V.</i>	55
APPLICATION AND IMPROVEMENT OF THE NUMERICAL METHOD FOR MODELING «PROCESSOR-MEMORY» SUBSYSTEMS BASED ON A QUEUING NETWORK WITH RELATIVE PRIORITIES <i>Martens-Atyushev D.S., Martyshkin A.I.</i>	61
USE OF RELATIVE ENTROPY IN ANALYSIS OF TEXTS ON NATURAL LANGUAGE <i>Marchenko A.D., Tyrsin A.N.</i>	67
INFLUENCE OF HEAT TREATMENT MODES OF MARTENSITE AGING STEEL ON FATIGUE CHARACTERISTICS AND MICRODEFORMATION PARAMETERS <i>Mylnikov V.V., Shetulov D.I., Myasnikov A.M.</i>	74
ORGANIZATION OF INTERACTION BETWEEN EMPLOYERS AND GRADUATES OF DPI NNSTU N.A. R.E. ALEKSEEV FOR THE PURPOSE OF EMPLOYMENT <i>Naumova E.G., Kuligina N.O., Nazhimova N.A.</i>	79
DIGITAL TWIN OF THE LABORATORY OF CONTROL SYSTEMS OF CHEMICAL-TECHNOLOGICAL PROCESSES <i>Perukhin M.Yu., Vasileva M.Yu., Kadyrova G.K.</i>	84
RECOGNITION OF HANDWRITTEN TEXT USING NEURAL NETWORKS <i>Skrypnikov A.V., Denisenko V.V., Khitrov E.G., Savchenko I.I., Evteeva K.S.</i>	91

TO THE QUESTION OF SOFTWARE DEVELOPMENT FOR THE CLASSIFICATION
OF WELL-CANDIDATES FOR GEOLOGICAL AND TECHNICAL ACTIONS
BY REJECTION REASONS

Khakimov R.F. 96

DESIGNING A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR CONTROL OF THE CURRENT
LIQUID LEVEL USING REMOTE VIDEO ANALYSIS

Shustova K.P. 102

COMPARATIVE ANALYSIS OF APPROACHES TO DATABASE MANAGEMENT
FOR ORGANIZING A REPOSITORY OF NEURAL NETWORK MODELS

Yamashkin S.A., Skvortsov M.A., Bolshakova M.V., Yamashkin A.A. 108

ALGORITHMIZATION OF METHODS FOR OPTIMIZING THE QUALITY OF CLOCKWORK

Yashin V.N., Khalikova E.A. 114

Pedagogical sciences (13.00.01, 13.00.02, 13.00.03, 13.00.04, 13.00.05, 13.00.08)

ARTICLES

TESTS AS A COMPONENT OF KNOWLEDGE CONTROL AND TRAINING
OF MEDICAL UNIVERSITY STUDENTS

Alekseenko S.N., Gayvoronskaya T.V., Drobot N.N. 118

IDENTIFICATION OF PRIORITY DIRECTIONS FOR TRAINING OF STUDENTS
OF THE FACULTY OF VOCATIONAL TRAINING FOR ACTIONS RELATED
TO SERVICE IN CONDITIONS OF MASS STAY OF PEOPLE

Antonov M.E., Chichin S.V. 124

APPLICATION OF THE MULTILINGUAL APPROACH IN TRAINING STUDENTS
OF A TECHNICAL UNIVERSITY

Baranova T.A., Kobicheva A.M., Tokareva E.Yu. 129

TRANSLATION OF TRADITIONAL LABORATORY WORK INTO A REMOTE FORMAT

Bykov A.A., Kiseleva O.M. 136

TO THE QUESTION OF THE FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCIES
OF A TUTOR OF ADDITIONAL EDUCATION IN THE SYSTEM OF DUAL EDUCATION

Evtushenko I.V., Evtushenko A.I., Evtushenko D.I. 141

FORMATION OF PROFESSIONAL SKILLS THROUGH DESIGN ACTIVITIES AMONG
STUDENTS OF ARCHITECTURAL AND DESIGN PROFILES

Ivanova O.G., Kopeva A.V., Maslovskaya O.V. 146

APPLYING GAMIFICATION TECHNIQUES TO SKI LESSONS FOR UNIVERSITY STUDENTS

Kanapina R.B., Sobyenin F.I., Avanesov V.S., Leontev A.S., Gasyuk D.S., Pokotilova A.A. 153

FORMATION OF THE SPIRITUAL AND MORAL CULTURE OF STUDENTS

Kuznetsov V.V. 160

EXPERIENCE IN THE FORMATION OF SUPRA-PROFESSIONAL SKILLS OF PEDAGOGICAL
UNIVERSITY STUDENTS IN THE FRAMEWORK OF THE DISCIPLINE «PHYSICAL CULTURE
AND SPORT» IN THE CONTEXT OF DISTANCE LEARNING

Kuznetsova N.A. 165

HISTORY OF OLYMPIC GAMES AS AN INTERNATIONAL SPORTS COMPETITION
AND THEIR IMPORTANCE IN THE DEVELOPMENT OF THE WORLD COMMUNITY

Mottulev M.G., Egorycheva E.V. 170

PROJECT ACTIVITY AS A MEANS OF FORMING UNIVERSAL EDUCATIONAL ACTIONS <i>Safarova N.A., Mamedova L.V.</i>	176
FORMATION OF CREATIVE STORYTELLING SKILLS IN OLDER PRESCHOOL CHILDREN WITH GENERAL SPEECH UNDERDEVELOPMENT USING ELEMENTS OF SAND THERAPY <i>Semenova T.N.</i>	181
CAMPUS: THE ESSENCE OF THE CONCEPT AND CLASSIFICATION OF TYPES <i>Sergeeva S.V., Dianova Yu.A.</i>	186
RESULTS OF INTEGRATION OF THE MARKETING APPROACH IN THE PROCESS OF PHYSICAL EDUCATION OF UNIVERSITY STUDENTS <i>Smirnov A.A., Bayankin O.V., Valynkin R.O., Sheenko E.I.</i>	191
APPLICATION OF THE STATISTICAL PACKAGE PSPP (PROGRAM FOR STATISTICAL ANALYSIS OF SAMPLED DATA) FOR COURSE «MEDICAL COMPUTER SCIENCE» <i>Stepanova O.A., Didenko G.A., Kasyuk S.T.</i>	197
FEATURES OF RESPIRATORY CYCLES FORMATION IN «LONG CYCLE» EXERCISE OF KETTLEBELL LIFTING SPORTS <i>Tikhonov V.F.</i>	203
SCIENTIFIC RESEARCH WORK OF STUDENTS AT THE UNIVERSITY: REASONS OF REDUCED ACTIVITY <i>Khanov T.A., Bashirov A.V.</i>	209
SUPPORT OF YOUNG CHILDREN WITH DEVIATIONS IN SPEECH IN THE CONDITIONS OF THE CENTER FOR PSYCHOLOGICAL, PEDAGOGICAL, MEDICAL AND SOCIAL ASSISTANCE <i>Sheremeteva E.V., Bepomestnykh O.A.</i>	215
MODELING THE RESULTS OF THE PERFORMANCE OF TEAMS BASED ON THE RATING SCORE IN TEAM SPORTS, TAKING INTO ACCOUNT THE INFLUENCE FACTOR OF HOME FIELD <i>Yushkin V.N., Marchenko S.S., Strizhakova E.A., Zayats O.A., Nazarova Yu.N., Shumakova R.I.</i>	221

Psychological sciences (13.00.04)

ARTICLES

GENDER FEATURES OF THE MANIFESTATION OF PSYCHOLOGICAL PERSONALITY TRAITS IN FEMALE ATHLETES OF STRENGTH SPORTS <i>Volkova K.R., Razzhivin O.A., Petrov R.E., Galiullina A.T.</i>	226
--	-----

СТАТЬИ

УДК 517.956.226:519.624:66.011

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА МАССООБМЕНА
В ОКРЕСТНОСТИ КАПЛИ С УЧЁТОМ ОБЪЁМНОЙ
НЕЛИНЕЙНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ**

Ахметов Р.Г., Ложкина Е.В.

*ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы», Уфа,
e-mail: akhmetov051@bk.ru, lenalozhkina15@gmail.com*

Исследуется задача о массообмене вне капли, обтекаемой потоком жидкости при наличии гомогенной химической реакции. Особенности задачи: 1) малые числа Рейнольдса, 2) большие значения диффузионного числа Пекле Pe , 3) большие значения константы скорости объёмной химической реакции k_v . Этот случай, когда числа Pe , k_v – соизмеримы, наиболее трудный для исследования. Задача сводится к исследованию полулинейного эллиптического уравнения со слабой нелинейностью. Это соответствует нелинейной химической реакции в среде вне капли. Малый параметр $\varepsilon = \frac{1}{Pe}$, что соответствует большим числам Пекле. При этом задача носит бисингулярный характер. Ранее был исследован случай объёмной химической реакции первого порядка (линейная задача). В бисингулярных задачах эффективным становится метод согласования асимптотических разложений. В окрестности капли естественным образом возникают несколько пограничных слоёв. В этом случае между соседними областями требуется задание условий согласования. В диффузионном пограничном слое получены главные члены асимптотик решений задачи. В работе показано, что в окрестности задней критической точки решение задачи существенно носит слабо нелинейный характер. Это влияет на характер массообмена и в следе за каплей.

Ключевые слова: асимптотическое разложение, конвективная диффузия, метод согласования, число Пекле

**COMPUTER MODELING OF THE MASS EXCHANGE PROCESS
IN THE NEIGHBORHOOD OF A DROP TAKING INTO ACCOUNT
A VOLUME NONLINEAR CHEMICAL REACTION**

Akhmetov R.G., Lozhkina E.V.

*Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla, Ufa,
e-mail: akhmetov051@bk.ru, lenalozhkina15@gmail.com*

The problem of mass transfer outside a droplet in a fluid flow in the presence of a homogeneous chemical reaction is investigated. Features of the problem: 1) small Reynolds numbers, 2) large values of the diffusion Peclet number Pe , 3) large values of the rate constant of the volumetric chemical reaction k_v . This case, when the numbers Pe , k_v – are comparable, is the most difficult for research. The problem is reduced to the study of a semilinear elliptic equation with a weak nonlinearity. This corresponds to a nonlinear chemical reaction in a medium outside the droplet. Small parameter $\varepsilon = 1 / Pe$, which corresponds to large Peclet numbers. In this case, the problem is bisingular in nature. Previously, the case of a first-order volumetric chemical reaction (linear problem) was investigated. In bisingular problems, the method of matching asymptotic expansions becomes effective. Several boundary layers naturally arise in the vicinity of the drop. In this case, between neighboring areas, it is required to set the conditions of matching. In the diffusion boundary layer, the leading terms of the asymptotics of the solutions of the problem are obtained. It is shown in the work that in the vicinity of the rear critical point the solution of the problem is essentially weakly nonlinear. This affects the nature of mass transfer in the wake of the drop.

Keywords: asymptotic expansions, convective diffusion, matching method, Peclet number

Распределение концентрации удовлетворяет уравнению [1]

$$\Delta C = Pe(\bar{V}, \nabla)C + k_v F(C), \quad (1)$$

где число Пекле $Pe = aU / D$, k_v – константа скорости объёмной химической реакции, Δ – оператор Лапласа. Поле скоростей \bar{V} определяется [1] функцией тока $\psi(r, \theta)$. Исследуется решение уравнения (1), удовлетворяющее граничным условиям

$$C = 1 \text{ при } r = 1; C \rightarrow 0 \text{ при } r \rightarrow \infty. \quad (2)$$

В случае, когда числа Pe , k_v – соизмеримы, наиболее трудный для исследования

(величина $\mu = k_v / Pe$ – постоянная). Задача сводится к исследованию полулинейного эллиптического уравнения со слабой нелинейностью, величина $\mu = k_v / Pe$ – постоянная. В случае $F(u) \equiv u$ асимптотика всюду вне капли построена в работе [1].

Задача массообмена тонкой капли в протяженном потоке исследована в работе [2], а в простом сдвиговом потоке в [3], при больших числах Пекле в [4], в нелинейном объёмном потоке в [5]. В случаях деформированных капель задачи теплопереноса исследованы в работах [6–8]. А задачам конвективного массопереноса с переменными коэффициентами посвящены работы [9–10].

Пусть функция $F(u)$ удовлетворяет условиям

$$(A): F: R^1 \rightarrow R^1, F(0) = 0 \text{ и } 0 \leq F'(u) \quad (3)$$

и справедливо разложение

$$F(u) = u + F_2 u^2 + F_3 u^3 + \dots + F_k u^k + O(u^{k+1}) \quad (4)$$

при $u \rightarrow 0$ и для некоторого $k > 1$.

Уравнение (1), с учетом обозначений $\varepsilon = Pe^{-1/2}$ и $\mu = k_\nu/Pe$, приводим к виду

$$\varepsilon^2 \Delta C - \frac{1}{r^2 \sin \theta} \left(\frac{\partial C}{\partial r} \frac{\partial \psi}{\partial \theta} - \frac{\partial C}{\partial \theta} \frac{\partial \psi}{\partial r} \right) - \mu_0 F(C) = 0. \quad (5)$$

Цель исследования: построение асимптотики решения в малой окрестности капли, сначала в диффузионном пограничном слое исследуется асимптотика по малому параметру, далее вблизи точки стекания жидкости с капли исследуется асимптотика по пространственной переменной. Здесь используется техника исследования асимптотики средствами абстрактной математики в среде MAPLE и построена асимптотика на бесконечности. Далее, проводится компьютерное моделирование решений краевой задачи, используя построенную асимптотику. А затем в окрестности задней критической точки методом сращивания получен главный член асимптотики по параметру ε .

Диффузионный пограничный слой

В диффузионном пограничном слое асимптотика ищется в переменных $x = \varepsilon^{-1}(r-1), \theta$. Тогда главный член $c_0(x, \theta)$ строится как решение задачи

$$\frac{\partial^2 c_0}{\partial x^2} - \frac{x \cos \theta}{\lambda + 1} \frac{\partial c_0}{\partial x} + \frac{\sin \theta}{2(\lambda + 1)} \frac{\partial c_0}{\partial \theta} - \mu_0 F(c_0(x, \theta)) = 0. \quad (6)$$

$$c_0(0, \theta) = 1; c_0(x, \theta) \rightarrow 0 \text{ при } x \rightarrow \infty, \frac{\partial c_0}{\partial \theta}(x, \pi) = 0. \quad (7)$$

В случае, когда $F(v_0)$ удовлетворяет условиям (3), (4), при $\theta \rightarrow 0$ для определения $v_0(x)$ получаем задачу

$$v_0''(x) - x v_0'(x) - \mu F(v_0) = 0, \quad (8)$$

$$v_0(0) = 1, v_0(x) = O(1) \text{ при } x \rightarrow \infty. \quad (9)$$

где $\mu = \frac{\mu_0}{2}$. Справедлива теорема:

Теорема 1. Пусть выполнены условия (3) и (4). Тогда при $x \rightarrow \infty$ для решения уравнения (8) справедливо асимптотическое представление

$$v_0(x) = \sum_{j=1, i=0}^N c_{j,i} x^{-ij-2i} + O(x^{-N}), \quad (10)$$

где

$$c_{1,0} = const, c_{1,1} = \frac{c_{1,0}(-\mu^2 - \mu)}{2}, c_{1,2} = \frac{-c_{1,1}(\mu^2 + 5\mu + 6)}{4}, \dots,$$

$$c_{2,0} = F_2 c_{1,0}^2, c_{2,1} = \frac{2\mu F_2 c_{1,0} c_{1,1} - (4\mu^2 + 2\mu) c_{2,0}}{\mu + 2},$$

$$c_{2,2} = \frac{2\mu F_2 c_{1,1} c_{1,2} + \mu F_2 c_{1,1}^2 - (4\mu^2 + 10\mu + 6) c_{2,1}}{\mu + 4}, \dots, c_{3,0} = \frac{c_{1,0} (F_3 c_{1,0}^2 + 2F_2 c_{2,0})}{2},$$

$$c_{3,1} = \frac{3\mu F_3 c_{1,0} c_{1,1} + 2\mu F_2 c_{1,0} c_{2,1} + 2\mu F_2 c_{1,1} c_{2,0} - (9\mu^2 + 3\mu) c_{2,0}}{2\mu + 2},$$

$$c_{3,2} = \frac{3\mu F_3 c_{1,0}^2 c_{1,2} + 3\mu F_3 c_{1,0} c_{1,1}^2 + 2\mu F_2 c_{1,1} c_{2,1} + 2\mu F_2 c_{1,0} c_{2,2} - (9\mu^2 + 15\mu + 6) c_{3,1}}{2\mu + 4}, \dots,$$

$$c_{4,0} = \frac{\mu F_4 c_{1,0}^4 + 3F_3 c_{1,0}^2 c_{2,0} + F_2 c_{2,0}^2 + 2F_2 c_{1,0} c_{3,0}}{3}, \dots,$$

$$c_{4,2} = \frac{6\mu F_3 c_{1,0} c_{1,1} c_{3,0} + 4\mu F_4 c_{1,0}^3 c_{1,1} + 3\mu F_3 c_{1,0}^2 c_{2,1} + 2\mu F_2 c_{2,0} c_{2,1}}{3\mu + 2} +$$

$$+ \frac{2\mu F_2 c_{1,0} c_{3,1} + 2\mu F_2 c_{1,1} c_{3,0} - (16\mu^2 + 4\mu) c_{4,0}}{3\mu + 2}, \text{ и выполняются условия}$$

$$v_0(x) > 0; v_0'(x) < 0 \text{ для } x > 0.$$

Доказательство теоремы. Сначала строится формальное асимптотическое решение вида (10). Для получения коэффициентов разложения применяются символьные вычисления в среде MAPLE.

Для начала в программе Maple набираем ряд для нахождения производных:

$$\begin{aligned} > u \cdot x \rightarrow c_{1,0} \cdot x^{-\mu} + c_{1,1} \cdot x^{-\mu-2} + c_{1,2} \cdot x^{-\mu-4} + c_{2,0} \cdot x^{-2\mu} + c_{2,1} \cdot x^{-2\mu-2} + \\ &+ c_{2,2} \cdot x^{-2\mu-4} + c_{3,0} \cdot x^{-3\mu} + c_{3,1} \cdot x^{-3\mu-2} + c_{3,2} \cdot x^{-3\mu-4} + c_{4,0} \cdot x^{-4\mu} + c_{4,1} \cdot x^{-4\mu-2}; \\ x \rightarrow c_{1,0} x^{-\mu} + c_{1,1} x^{-\mu-2} + c_{1,2} x^{-\mu-4} + c_{2,0} x^{-2\mu} + c_{2,1} x^{-2\mu-2} + c_{2,2} x^{-2\mu-4} + c_{3,0} x^{-3\mu} + \\ &+ c_{3,1} x^{-3\mu-2} + c_{3,2} x^{-3\mu-4} + c_{4,0} x^{-4\mu} + c_{4,1} x^{-4\mu-2}. \end{aligned}$$

Находим производную ряда:

$$\begin{aligned} > du := x \rightarrow \text{diff}(u(x), x): \\ > du(x); \\ -\frac{c_{1,0} x^{-\mu} \mu}{x} + \frac{c_{1,1} x^{-\mu-2} (-\mu-2)}{x} + \frac{c_{1,2} x^{-\mu-4} (-\mu-4)}{x} - \frac{2c_{2,0} x^{-2\mu} \mu}{x} + \frac{c_{2,1} x^{-2\mu-2} (-2\mu-2)}{x} + \\ &+ \frac{c_{2,2} x^{-2\mu-4} (-2\mu-4)}{x} - \frac{3c_{3,0} x^{-3\mu} \mu}{x} + \frac{c_{3,1} x^{-3\mu-2} (-3\mu-2)}{x} + \frac{c_{3,2} x^{-3\mu-4} (-3\mu-4)}{x} - \\ &-\frac{4c_{4,0} x^{-4\mu} \mu}{x} + \frac{c_{4,1} x^{-4\mu-2} (-4\mu-2)}{x}. \end{aligned}$$

Вторая производная ряда находится:

$$\begin{aligned} > d2u := x \rightarrow \text{diff}(du(x), x): \\ > d2u(x); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \frac{c_{1,0}x^{-\mu}\mu^2}{x^2} + \frac{c_{1,0}x^{-\mu}\mu}{x^2} + \frac{c_{1,1}x^{-\mu-2}(-\mu-2)^2}{x^2} - \frac{c_{1,1}x^{-\mu-2}(-\mu-2)}{x^2} + \frac{c_{1,2}x^{-\mu-4}(-\mu-4)^2}{x^2} - \\ & - \frac{c_{1,2}x^{-\mu-4}(-\mu-4)}{x^2} + \frac{4c_{2,0}x^{-2\mu}\mu^2}{x^2} + \frac{2c_{2,0}x^{-2\mu}\mu}{x^2} + \frac{c_{2,1}x^{-2\mu-2}(-2\mu-2)^2}{x^2} - \\ & - \frac{c_{2,1}x^{-2\mu-2}(-2\mu-2)}{x^2} + \frac{c_{2,2}x^{-2\mu-4}(-2\mu-4)^2}{x^2} - \frac{c_{2,2}x^{-2\mu-4}(-2\mu-4)}{x^2} + \frac{9c_{3,0}x^{-3\mu}\mu^2}{x^2} + \\ & + \frac{3c_{3,0}x^{-3\mu}\mu}{x^2} + \frac{c_{3,1}x^{-3\mu-2}(-3\mu-2)^2}{x^2} - \frac{c_{3,1}x^{-3\mu-2}(-3\mu-2)}{x^2} + \frac{c_{3,2}x^{-3\mu-4}(-3\mu-4)^2}{x^2} - \\ & - \frac{c_{3,2}x^{-3\mu-4}(-3\mu-4)}{x^2} + \frac{16c_{4,0}x^{-4\mu}\mu^2}{x^2} + \frac{4c_{4,0}x^{-4\mu}\mu}{x^2} + \frac{c_{4,1}x^{-4\mu-2}(-4\mu-2)^2}{x^2} - \\ & - \frac{c_{4,1}x^{-4\mu-2}(-4\mu-2)}{x^2}. \end{aligned}$$

Введем повторно ряд:

$$\begin{aligned} & > f := c_{1,0} \cdot x^{-\mu} + c_{1,1} \cdot x^{-\mu-2} + c_{1,2} \cdot x^{-\mu-4} + c_{2,0} \cdot x^{-2\mu} + c_{2,1} \cdot x^{-2\mu-2} \\ & + c_{2,2} \cdot x^{-2\mu-4} + c_{3,0} \cdot x^{-3\mu} + c_{3,1} \cdot x^{-3\mu-2} + c_{3,2} \cdot x^{-3\mu-4} + c_{4,0} \cdot x^{-4\mu} + c_{4,1} \cdot x^{-4\mu-2}; \\ & c_{1,0}x^{-\mu} + c_{1,1}x^{-\mu-2} + c_{1,2}x^{-\mu-4} + c_{2,0}x^{-2\mu} + c_{2,1}x^{-2\mu-2} + c_{2,2}x^{-2\mu-4} + c_{3,0}x^{-3\mu} \\ & + c_{3,1}x^{-3\mu-2} + c_{3,2}x^{-3\mu-4} + c_{4,0}x^{-4\mu} + c_{4,1}x^{-4\mu-2}. \end{aligned}$$

Далее возводим набранный ряд в квадрат:

$$\begin{aligned} & > \text{expand}((f)^2); \\ & \frac{c_{1,0}^2}{(x^\mu)^2} + \frac{2c_{1,0}c_{1,1}}{(x^\mu)^2 x^2} + \frac{2c_{1,0}c_{1,2}}{(x^\mu)^2 x^4} + \frac{c_{1,1}^2}{(x^\mu)^2 x^4} + \dots + \frac{2c_{1,0}c_{2,0}}{(x^\mu)^3} + \frac{2c_{1,0}c_{2,1}}{(x^\mu)^3 x^2} + \frac{2c_{1,1}c_{2,0}}{(x^\mu)^3 x^2} + \frac{2c_{1,0}c_{2,2}}{(x^\mu)^3 x^4} + \\ & + \frac{2c_{1,2}c_{2,0}}{(x^\mu)^3 x^4} + \frac{2c_{1,1}c_{2,1}}{(x^\mu)^3 x^4} + \dots + \frac{2c_{1,0}c_{3,0}}{(x^\mu)^4} + \frac{c_{2,0}^2}{(x^\mu)^4} + \frac{2c_{1,1}c_{3,0}}{(x^\mu)^4 x^2} + \frac{2c_{2,0}c_{2,1}}{(x^\mu)^4 x^2} + \dots \end{aligned}$$

Возводим ряд в куб:

$$\begin{aligned} & > \text{expand}((f)^3); \\ & \frac{c_{1,0}^3}{(x^\mu)^3} + \frac{3c_{1,0}^2c_{1,1}}{(x^\mu)^3 x^2} + \frac{3c_{1,0}^2c_{1,2}}{(x^\mu)^3 x^4} + \frac{3c_{1,0}c_{1,1}^2}{(x^\mu)^3 x^4} + \dots + \frac{3c_{1,0}^2c_{2,0}}{(x^\mu)^4} + \frac{3c_{1,0}^2c_{2,1}}{(x^\mu)^4 x^2} + \frac{6c_{1,0}c_{1,1}c_{2,0}}{(x^\mu)^4 x^2} + \dots \end{aligned}$$

Возводим ряд в четвертую степень:

$$> \text{expand}\left((f)^4\right);$$

$$\frac{c_{1,0}^4}{(x^\mu)^4} + \frac{4c_{1,0}^3c_{1,1}}{(x^\mu)^4x^2} + \frac{6c_{1,0}^2c_{1,1}^2}{(x^\mu)^4x^4} + \dots$$

Набираем уравнение:

$$> \text{eq} := g \rightarrow d2u(x) - x \cdot du(x) - \mu \cdot (f + F_2 \cdot f^2 + F_3 \cdot f^3 + F_4 \cdot f^4);$$

$$g \rightarrow d2u(x) - xdu(x) - \mu(f + F_2f^2 + F_3f^3 + F_4f^4).$$

Подставляем все найденные выражения в уравнение:

$$> \text{expand}\left(\text{eq}(g)\right);$$

$$\begin{aligned} & \frac{c_{1,0}\mu}{x^\mu x^2} + \frac{c_{1,0}\mu^2}{x^\mu x^2} + \frac{2c_{1,1}}{x^\mu x^2} + \frac{6c_{1,1}}{x^\mu x^4} + \frac{5\mu c_{1,1}}{x^\mu x^4} + \frac{\mu^2 c_{1,1}}{x^\mu x^4} + \frac{4c_{1,2}}{x^\mu x^4} + \dots + \frac{c_{2,0}\mu}{(x^\mu)^2} - \frac{\mu F_2 c_{1,0}^2}{(x^\mu)^2} + \frac{2c_{2,1}}{(x^\mu)^2 x^2} + \\ & + \frac{\mu c_{2,1}}{(x^\mu)^2 x^2} + \frac{2\mu c_{2,0}}{(x^\mu)^2 x^2} + \frac{4c_{2,0}\mu^2}{(x^\mu)^2 x^2} - \frac{2\mu F_2 c_{1,0}c_{1,1}}{(x^\mu)^2 x^2} - \frac{2\mu F_2 c_{1,0}c_{1,2}}{(x^\mu)^2 x^4} + \frac{4c_{2,2}}{(x^\mu)^2 x^4} + \frac{6c_{2,1}}{(x^\mu)^2 x^4} + \\ & + \frac{10\mu c_{2,1}}{(x^\mu)^2 x^4} + \frac{\mu c_{2,2}}{(x^\mu)^2 x^4} + \frac{4c_{2,1}\mu^2}{(x^\mu)^2 x^4} - \frac{\mu F_2 c_{1,1}^2}{(x^\mu)^2 x^4} + \dots + \frac{2c_{3,0}\mu}{(x^\mu)^3} - \frac{\mu F_3 c_{1,0}^3}{(x^\mu)^3} - \frac{2\mu F_2 c_{1,0}c_{2,0}}{(x^\mu)^3} - \\ & - \frac{2\mu F_2 c_{1,0}c_{2,1}}{(x^\mu)^3 x^2} + \frac{9c_{3,0}\mu^2}{(x^\mu)^3 x^2} + \frac{3\mu c_{3,0}}{(x^\mu)^3 x^2} + \frac{2\mu c_{3,1}}{(x^\mu)^3 x^2} - \frac{2\mu F_2 c_{1,1}c_{2,0}}{(x^\mu)^3 x^2} + \frac{2c_{3,1}}{(x^\mu)^3 x^2} - \frac{2\mu F_2 c_{1,1}c_{2,1}}{(x^\mu)^3 x^4} - \\ & - \frac{2\mu F_2 c_{1,0}c_{2,2}}{(x^\mu)^3 x^4} + \frac{9c_{3,1}\mu^2}{(x^\mu)^3 x^4} + \frac{15\mu c_{3,1}}{(x^\mu)^3 x^4} + \frac{2\mu c_{3,2}}{(x^\mu)^3 x^4} + \frac{4c_{3,2}}{(x^\mu)^3 x^4} + \frac{6c_{3,1}}{(x^\mu)^3 x^4} - \frac{3\mu F_3 c_{1,0}c_{1,1}^2}{(x^\mu)^3 x^4} - \\ & - \frac{2\mu F_2 c_{1,2}c_{2,0}}{(x^\mu)^3 x^4} + \dots + \frac{3\mu c_{4,0}}{(x^\mu)^4} - \frac{2\mu F_2 c_{1,0}c_{3,0}}{(x^\mu)^4} - \frac{3\mu F_3 c_{1,0}^2c_{2,0}}{(x^\mu)^4} - \frac{\mu F_2 c_{2,0}^2}{(x^\mu)^4} - \frac{\mu F_4 c_{1,0}^4}{(x^\mu)^4} + \dots \end{aligned}$$

Из конечного выражения приравняем коэффициенты при одинаковых степенях x и получаем равенства для определения коэффициентов $c_{j,i}$:

$$> c_{1,1} := \text{coeff}\left(\text{eq}(g), (x^{-\mu} \cdot x^{-2})\right);$$

$$c_{1,1} = \frac{1}{2}(-\mu^2 c_{1,0} - \mu c_{1,0})$$

$$> c_{1,2} := \text{coeff}\left(\text{eq}(g), (x^{-\mu} \cdot x^{-4})\right);$$

$$c_{1,2} = \frac{1}{4}(-\mu^2 c_{1,1} - 5\mu c_{1,1} - 6c_{1,1})$$

$$> c_{2,0} := \text{coeff}(eq(g), (x^{-2\mu}));$$

$$c_{2,0} = F_2 c_{1,0}^2$$

$$> c_{2,1} := \text{coeff}(eq(g), (x^{-2\mu} \cdot x^{-2}));$$

$$c_{2,1} = \frac{1}{\mu + 2} (2\mu F_2 c_{1,0} c_{1,1} - 2\mu c_{2,0} - 4\mu^2 c_{2,0})$$

$$> c_{2,2} := \text{coeff}(eq(g), (x^{-2\mu} \cdot x^{-4}));$$

$$c_{2,2} = \frac{1}{\mu + 4} (2\mu F_2 c_{1,1} c_{1,2} + \mu F_2 c_{1,1}^2 - 4\mu^2 c_{2,1} - 10\mu c_{2,1} - 6c_{2,1})$$

$$> c_{3,0} := \text{coeff}(eq(g), (x^{-3\mu}));$$

$$c_{3,0} = \frac{1}{2} (F_3 c_{1,0}^3 + 2F_2 c_{1,0} c_{2,0})$$

$$> c_{3,1} := \text{coeff}(eq(g), (x^{-3\mu} \cdot x^{-2}));$$

$$c_{3,1} = \frac{1}{2\mu + 2} (3\mu F_3 c_{1,0} c_{1,1} + 2\mu F_2 c_{1,0} c_{2,1} + 2\mu F_2 c_{1,1} c_{2,0} - 9\mu^2 c_{2,0} - 3\mu c_{2,0})$$

$$> c_{3,2} := \text{coeff}(eq(g), (x^{-3\mu} \cdot x^{-4}));$$

$$c_{3,2} = \frac{1}{2\mu + 4} (3\mu F_3 c_{1,0}^2 c_{1,2} + 3\mu F_3 c_{1,0} c_{1,1}^2 + 2\mu F_2 c_{1,1} c_{2,1} + 2\mu F_2 c_{1,0} c_{2,2} - 9\mu^2 c_{3,1} - 15\mu c_{3,1} - 6c_{3,1})$$

$$> c_{4,0} := \text{coeff}(eq(g), (x^{-4\mu}));$$

$$c_{4,0} = \frac{1}{3} (F_4 c_{1,0}^4 + 3F_3 c_{1,0}^2 c_{2,0} + 2F_2 c_{1,0} c_{3,0} + F_2 c_{2,0}^2)$$

$$> c_{4,1} := \text{coeff}(eq(g), (x^{-4\mu} \cdot x^{-2}));$$

$$c_{4,1} = \frac{1}{3\mu + 2} (6\mu F_3 c_{1,0} c_{1,1} c_{3,0} + 4\mu F_4 c_{1,0}^3 c_{1,1} + 3\mu F_3 c_{1,0}^2 c_{2,1} + 2\mu F_2 c_{2,0} c_{2,1} + \\ + 2\mu F_2 c_{1,0} c_{3,1} + 2\mu F_2 c_{1,1} c_{3,0} - 16\mu^2 c_{4,0} - 4\mu c_{4,0})$$

... ..

Функция $v_0(x)$ ищется в виде суммы

$$v_0(x) = v_N(x) + w(x), \quad (11)$$

где

$$v_N(x) = \sum_{j=1, i=0}^N c_{j,i} x^{-\mu j - 2i} \quad (12)$$

для $x \geq 2$, $v_N(x) \in C(x \geq 0)$, $\max\{\mu j + 2i\} = N$, $N \leq k$.

Подставляя сумму (11) в уравнение (8), мы получаем задачу

$$Lw - \mu(F(w + v_N) - F(v_N)) = h_N(x), \quad (13)$$

$$w(x) \rightarrow 0, w'(x) \rightarrow 0, x \rightarrow \infty, \quad (14)$$

где

$$|h_N(x)| \leq Mx^{-N}. \quad (15)$$

Дальнейшее доказательство состоит в следующем. Аналогично работе [11] в левой части уравнения (13) выделяем линейную часть, а нелинейную часть переносим вправо.

$$w''(x) - xw'(x) - \mu F'(\hat{v}_N(x))w(x) = \mu R(\hat{v}_N(x), w(x)) + h_N(x), \quad (16)$$

где

$$R(\hat{v}_N, w, x) = F(w(x) + \hat{v}_N(x)) - F(\hat{v}_N(x)) - \mu F'(\hat{v}_N(x))w(x),$$

$$R(\hat{v}_N(x), w(x)) = O(F''(\hat{v}_N(x))w^2(x)). \quad (17)$$

Для доказательства существования решения уравнения (16) исследуется однородное уравнение, затем задача сводится к решению интегрального уравнения.

Область задней критической точки

Решение задачи в пограничном слое задней критической точки строится в переменных $x = \varepsilon^{-1}(\lambda + 1)^{\frac{1}{2}}(r - 1)$, $\xi = \varepsilon^{-1}(\lambda + 1)^{\frac{1}{2}}\theta$. Главный член асимптотики строится как решение уравнения

$$\frac{\partial^2 u(x, \xi)}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 u(x, \xi)}{\partial x^2} - t \frac{\partial u(x, \xi)}{\partial x} + \left(\frac{\xi}{2} + \frac{1}{\xi}\right) \frac{\partial u(x, \xi)}{\partial \xi} - \mu(\lambda + 1)F(u(x, \xi)) = 0, \quad (18)$$

удовлетворяющее граничным условиям

$$u(0, \xi) = 0; \quad \frac{\partial u(x, \xi)}{\partial \xi} = 0 \quad \text{при } \xi = 0 \quad (19)$$

и условию согласования

$$u(x, \xi) - u_1(x) \rightarrow 0 \quad \text{при } \xi \rightarrow \infty. \quad (20)$$

Функция $u_1(x)$, построенная в теореме 1, удовлетворяет всем требуемым условиям (18)–(20).

Численное моделирование

Переходим к решению краевой задачи (8), (9). Здесь следует учесть, что в полученных разложениях (10) есть произвольная константа $c_{1,0}$. Для того чтобы удовлетворить первому из ограниченных условий (9), то есть $v(0) = 1$, применяем теорему о непрерывной зависимости решения от параметров. Уравнение (8) перепишем в виде системы

$$\begin{cases} v'(x) = z(x) \\ z'(x) = xz(x) + \mu F(v(x)) \end{cases} \quad (21)$$

Из условий устойчивости явных схем [12] следует, что следует интегрировать назад (т.е. с шагом $h < 0$). Начальные условия для системы (21) имеют вид

$$v(X_0) = v_0, \quad z(X_0) = z_0, \quad (22)$$

где постоянные v_0, z_0 определяются из выражения (10) и ее производной

$$v_0 = c_{1,0}x^{-\mu} + c_{1,1}x^{-\mu-2} + c_{1,2}x^{-\mu-4} + c_{2,0}x^{-2\mu} + c_{2,1}x^{-2\mu-2} + c_{2,2}x^{-2\mu-4} + \dots,$$

$$z_0 = -\mu c_{1,0}x^{-\mu-1} + (-\mu - 2)c_{1,1}x^{-\mu-3} + (-\mu - 4)c_{1,2}x^{-\mu-5} + (-2\mu)c_{2,0}x^{-2\mu-1} +$$

$$+ (-2\mu - 2)c_{2,1}x^{-2\mu-3} + (-2\mu - 4)c_{2,2}x^{-2\mu-5} + \dots$$

В качестве промежутка для $c_{1,0}$ зададим (a, b) , где, например, $a = 0,01, b = 20$. Далее используем цикл с предусловием. Условие для цикла задаем: $|y_0 - 1| > \varepsilon$, где $y_0 = v_0(0)$. После указываем значение $x = 150$ и переходим к коэффициентам, которые задаются из формулы (10), а коэффициент $c_{1,0}$ находим методом половинного деления, т.е. $c_{1,0} = \frac{a+b}{2}$ и далее уточняем приближения.

Рассмотрим случай, когда $F(u) = u \cdot \cos(u)$. Методом Рунге – Кутты получены следующие результаты:

$$\mu = 0,5, y = 1,0000; z = -0,3427; c = 0,9540;$$

$$\mu = 1, y = 1,0000; z = -0,6272; c = 0,9345;$$

$$\mu = 3, y = 1,0000; z = -1,3495; c = 1,7560;$$

$$\mu = 4,5, y = 0,9999; z = -1,7173; c = 4,6988;$$

$$\mu = 5,5, y = 1,0000; z = -1,9253; c = 10,4955;$$

$$\mu = 6, y = 1,0001; z = -2,0216; c = 16,2519.$$

Заключение

В работе показано, что в окрестности задней критической точки решение задачи существенно носит слабо нелинейный характер. Данный результат получен методом согласования асимптотики решения с асимптотикой решения в диффузионном пограничном слое.

Список литературы

1. Животягин А.Ф. Влияние гомогенной химической реакции на распределение концентрации в диффузионном следе капли // Вест. Моск. ун-та. Сер. 1. Математика и механика. 1980. № 6. С. 73–78.
2. Favelukis M., Lavrenteva O.M., Nir A. On the evolution and breakup of slender drops in an extensional flow. Phys. Fluids. 2012. Vol. 24. P. 043101.
3. Favelukis M. On the diffusion around a slender drop in a simple shear flow, Can. J. Chem. Eng. 2017. Vol. 95. P. 1626–1630.
4. Favelukis M. Mass transfer around slender drops in an extensional flow: inertial effects at large Peclet numbers. Can. J. Chem. Eng. 2015. Vol. 93. P. 2274–2285.
5. Favelukis M. Mass transfer around a slender drop in a nonlinear extensional flow, Nonlinear Eng. 2019. Vol. 8. P. 117–126.
6. Favelukis M., Lavrenteva O.M. Mass transfer around oblate spheroidal drops in biaxial stretching motion. The Canadian Journal. 2013. Vol. 92. No. 5. P. 964–972.
7. Zhao J.F., Zhang L., Li Z.D., Qin W.T. Topological structure evolution of flow and temperature fields in deformable drop Marangoni migration in microgravity. International Journal of Heat and Mass Transfer. 2011. Vol. 54. No. 21. P. 4655–4663. DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2011.06.012.
8. Zhang Sh., Duan L., Kang Q. Experimental research on thermocapillary migration of drops by using digital holographic interferometry. Exp. Fluids. 2016. Vol. 57. No. 7. P. 113.
9. Полянин А.Д. Точные решения в невязном виде нелинейных уравнений конвективного массо- и теплопереноса с переменными коэффициентами // Вестник Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ». 2019. Т. 8. № 5. С. 415–427.
10. Полянин А.Д. Редукции и новые точные решения уравнений конвективного тепло- и массопереноса с нелинейным источником // Вестник Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ». 2018. Т. 7. № 6. С. 458–469.
11. Akhmetov R.G. Asymptotics of Solution for a Problem of Convective Diffusion with Volume Reaction Near a Spherical Drop. Proceedings of the Steclov Institute of Mathematics, Suppl. 1. 2003. P. S8–S12.
12. Ахметов Р.Г., Милокова А.В. Асимптотические решения задачи конвективной диффузии внутри капли, обтекаемой потоком жидкости // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 9. С. 29–34.

УДК 663.031

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ РЕЦЕПТУРНЫХ КОМПОНЕНТОВ ШОКОЛАДНЫХ МАСС В ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ДИСПЕРГАТОРАХ

Беззубцева М.М., Волков В.С., Ружьев В.А., Петропавлова С.В.
*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
Санкт-Петербург, e-mail: eopietvapk@mail.ru*

В современных условиях в связи с удорожанием импортного сырья какао-бобов приоритетными становятся исследования по оптимизации аппаратурно-технологических схем шоколадного производства. В статье представлены результаты исследований процесса измельчения дисперсной фазы шоколадных масс (смеси сахара и какао) на аппарате нового типа – электромеханическом диспергаторе (ЭМД), конструктивная схема которого и принцип действия представляют предмет изобретения и защищены патентом РФ. Выявлено, что используемые в настоящее время на предприятиях отрасли аппаратурно-технологические схемы с многостадийной операцией измельчения способствуют переизмельчению материала и перераспределению гранулометрического состава частиц в область мелких фракций. Доказано, что присутствие фракций размером менее 10 мкм вызывает в процессе приготовления шоколадных масс перерасход какао-масла. Мелкие частицы увеличивают адсорбционную поверхность, что и вызывает перерасход этого дорогостоящего импортного сырья, добавляемого согласно рецептуре к полуфабрикату для достижения требуемой технологией вязкости. Кроме того, внедрение дополнительного оборудования приводит к удорожанию производства, снижению показателя энергоэффективности, повышению энергоемкости производимой продукции и в конечном итоге повышению цен на готовые шоколадные изделия. Результаты исследований показали, что одностадийное измельчение в ЭМД позволяет получить продукт с заданным технологией гранулометрическим составом, что способствует улучшению качества и экономии дорогого импортного ингредиента – какао-масла. Сокращение стадий диспергирования также способствует снижению себестоимости готового шоколада.

Ключевые слова: электромеханический диспергатор, компоненты шоколадных масс, оптимальный диапазон дисперсности

INVESTIGATION OF THE PROCESS OF GRINDING OF PRESCRIPTION COMPONENTS OF CHOCOLATE MASSES IN ELECTROMECHANICAL DISPERSANTS

Bezsubtseva M.M., Volkov V.S., Ruzhev V.A., Petropavlova S.V.
Saint-Petersburg State Agrarian University, Saint-Petersburg, e-mail: eopietvapk@mail.ru

In modern conditions, due to the rise in the price of imported raw materials of cocoa beans, research on the optimization of hardware and technological schemes of chocolate production is becoming a priority. The article presents the results of studies of the process of grinding the dispersed phase of chocolate masses (a mixture of sugar and cocoa) on a new type of apparatus – an electromechanical dispersant (EMD), the design scheme of which and the principle of operation are the subject of the invention and are protected by a patent of the Russian Federation. It is revealed that the hardware and technological schemes currently used at the enterprises of the industry with a multi-stage grinding operation contribute to the re-grinding of the material and the redistribution of the particle size distribution in the area of small fractions. It is proved that the presence of fractions with a size of less than 10 microns causes an overspend of cocoa butter in the process of preparing chocolate masses. Fine particles increase the adsorption surface, which causes an overspend of this expensive imported raw material, which is added according to the recipe to the semi-finished product to achieve the viscosity required by the technology. In addition, the introduction of additional equipment leads to an increase in the cost of production, a decrease in energy efficiency, an increase in the energy intensity of the products produced and, ultimately, an increase in the prices of finished chocolate products. The results of the research showed that the single-stage grinding in the EMD allows you to get the product in the specified technology granulometric composition, which helps to improve the quality and save expensive imported ingredient-cocoa butter. Reducing the dispersion stages also helps to reduce the cost of finished chocolate.

Keywords: electromechanical dispersant, chocolate mass components, optimal dispersion range

Согласно аналитике Центра отраслевой экспертизы, производство шоколада – это одна из немногих подотраслей АПК, где Россия экспортирует брендированный продукт с добавленной стоимостью, сделанный из зарубежных ингредиентов. На производные какао-бобов приходится до 80% сырьевой себестоимости кондитерских изделий. Согласно исследованию Россельхозбанка, потребление шоколада сократилось на более чем на 10% – с семи до шести килограммов на человека в год.

Агентство ИКАР понизило прогноз производства сахара в России в сезоне 2020/21 до 5,0–5,4 млн т против 5,6–6,0 млн т [1]. Приоритетным направлением снижения себестоимости такой социально значимой продукции, как шоколадные изделия, в современных условиях является оптимизация аппаратурно-технологических схем производства с разработкой и внедрением импортозамещающих технологий и энергоэффективного оборудования отечественного производства.



Рис. 1. Операционная схема производства

Цель исследования: улучшение качества и снижение себестоимости шоколадных изделий путем внедрения в аппаратно-технологическую схему производства энергоэффективного электромеханического диспергатора отечественной разработки.

Материалы и методы исследования

Исследования основаны на теории создания управляемых диспергирующих нагрузок в измельчителях с постоянным электромагнитным полем, использованы методы анализа, синтеза, экспериментально-статистического анализа, а также цифровые информационные технологии.

Результаты исследования и их обсуждение

В России шоколад должен содержать не менее 35% какао-продуктов. В связи

с удорожанием импортных поставок какао-бобов некоторые производители решают эту проблему путем замены ингредиентов и вместо дорожающих какао-масел используют растительные масла со схожей температурой плавления, что, несомненно, снижает как вкусовые достоинства готового шоколада, так и его пищевую ценность. Между тем, как показали исследования, использование несовершенного механического оборудования для размала какао-бобов априори предусматривает необходимость использования в технологической схеме производства многостадийности операции измельчения [2]. Введение в аппаратно-технологическую схему дополнительного оборудования (мельниц среднего и тонкого помола, классификаторов) является вынужденной мерой, обусловленной требованием стандарта к регламентированному значению

степени измельчения частиц дисперсной фазы. Многостадийность операции измельчения вызывает переизмельчение материала и перераспределение гранулометрического состава частиц в область мелких фракций. Доказано, что присутствие фракций размером менее 10 мкм вызывает в процессе приготовления шоколадных масс перерасход какао-масла. Мелкие частицы увеличивают адсорбционную поверхность, что и вызывает перерасход какао-масла, добавляемого к полуфабрикату для достижения требуемой технологией вязкости продукта. Кроме того, внедрение дополнительного оборудования приводит к удорожанию производства, снижению показателя энергоэффективности, повышению энергоемкости производимой продукции и в конечном итоге повышению цен на готовые шоколадные изделия.

Приоритетным направлением снижения цен на шоколадные изделия является внедрение в аппаратно-технологические линии предприятий инновационных технологий и энергоэффективного оборудования для переработки основных ингредиентов шоколада – какао-бобов и сахара [3, 4]. При этом необходимо отметить, что на себестоимость шоколада в значительной мере оказывает влияние и показатель энергоэффективности его производства.

Выявлено, что наибольшие затраты энергии в линиях производства приходится на многочисленные стадии измельчения (рис. 1).

Фракционный состав продукции, приготовленной по схемам классических линий переработки какао-бобов, представлен в таблице.

Фракционный состав продукции, приготовленной по схемам классических линий переработки какао-бобов

Размер фракции, мкм	Массовая доля частиц (%)		
	Wiener	ПКБ МПП	Классическим способом
63–30	2,0	2,8	2,8
30–10	24,2	25,2	29,5
менее 10	73,8	72,0	67,7
степень измельчения, %	98,0	97,8	97,8

Анализ представленных данных свидетельствует о недопустимо высоком содержании частиц размером менее 10 мкм. Этот показатель не регламентирован стандартом, но влияет на перерасход дорогостоящего импортного сырья [5]. При уменьшении размера частиц от 10 до 2 мкм удельная поверхность возрастает в 5 раз [6, 7].

С целью интенсификации процессов, сокращения стадий диспергирования и улучшения качественных показателей шоколадных масс при одновременном повышении энергоэффективности производства разработан электромеханический диспергатор (ЭМД), представленный на рис. 2.

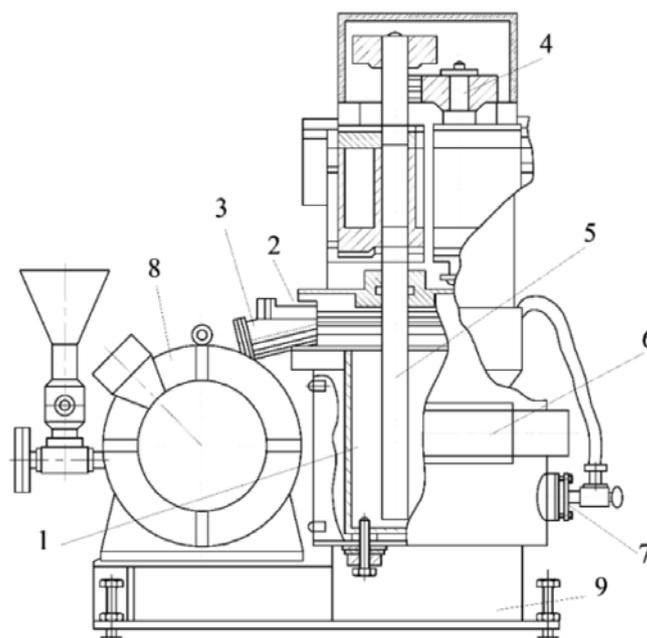


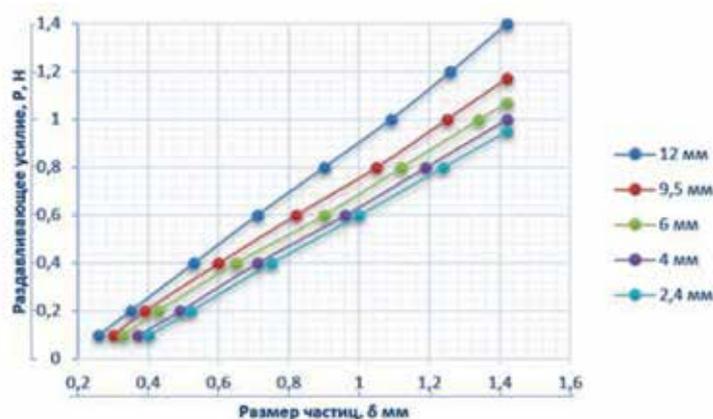
Рис. 2. Конструкция ЭМД (Патент РФ № 2007094) [8]: 1 – корпус; 2 – рабочий объем; 3, 4 – штуцера; 5 – ротор; 6, 7 – электромагнит с обмоткой управления; 8 – насосный агрегат; 9 – основание

Преимуществом ЭМД является возможность тонкого и надежного управления энергетическими и силовыми условиями, обеспечивающими рациональный расход энергии на проведение процесса измельчения материалов [9]. Основным исходным параметром для энергоэффективного диспергирования является зависимость раздавливающего усилия P частиц измельчаемого продукта от конструктивных размеров и режимных параметров ЭМД. Для установления значений этих параметров проведены исследования на копре 5033А по стандартным методикам с погрешностью не более 1% [10].

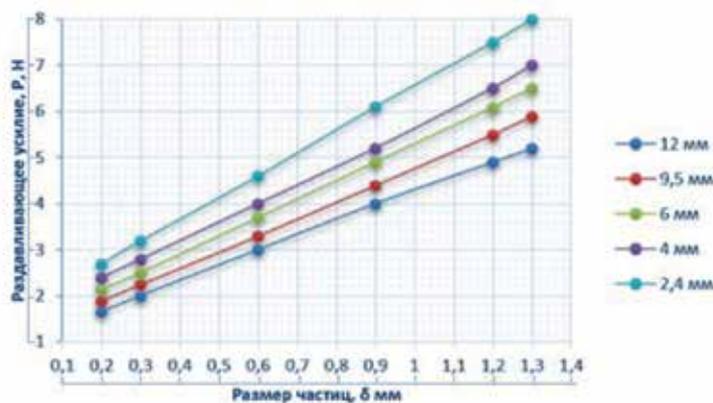
Результаты исследований представлены на рис. 3.

Поиск рациональных силовых и энергетических режимов работы ЭМД и их согласование с условиями разрушения частиц дисперсной фазы полуфабрикатов шоколадной массы – смеси сахара и какао

проводили с использованием программного комплекса ANSYS по алгоритму расчета и методологической базе, опубликованных в работах [2, 9]. Выявлено, что основным параметром, влияющим на силовые условия измельчения материала, является величина индукции электромагнитного поля в рабочем объеме ЭМД, которую в экспериментальных исследованиях определяли портативным миллитесламетром ТПУ. Погрешность прибора, обусловленная возможной неверной ориентацией зонда, лежит в пределах $\pm 0,25\%$. Адекватность математических моделей [9] и результатов экспериментальных исследований, проведенных по методике [2], устанавливали на экспериментальных стендах «Электромагнит ФЛ-ЭМД 3», моделирующим физико-механические процессы в рабочих объемах ЭМД и, в частности, силовые контакты между ферромагнитными размольными элементами в их магнитооживленном слое.



а)



б)

Рис. 3. Зависимость раздавливающего усилия P , создаваемого размольными элементами сферической формы с диаметрами $d = 2-12$ мм от размера частиц δ (а) какао, (б) сахара

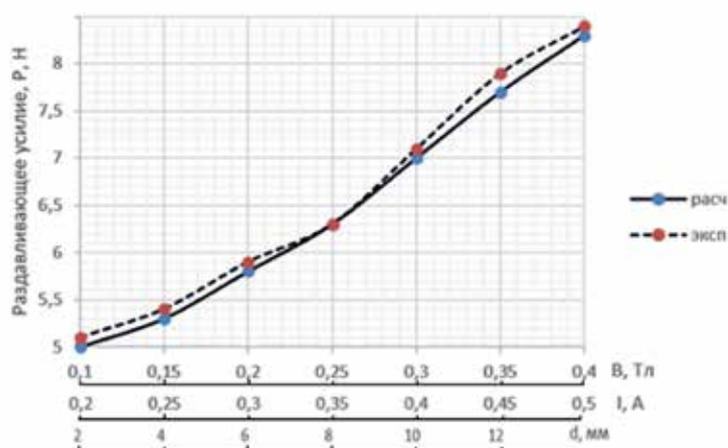


Рис. 4. Зависимость силовых взаимодействий между размольными элементами ЭМД от величины силы тока (I) в обмотке управления, индукции (B) электромагнитного поля и размера ферромагнитных элементов шарообразной формы (d)

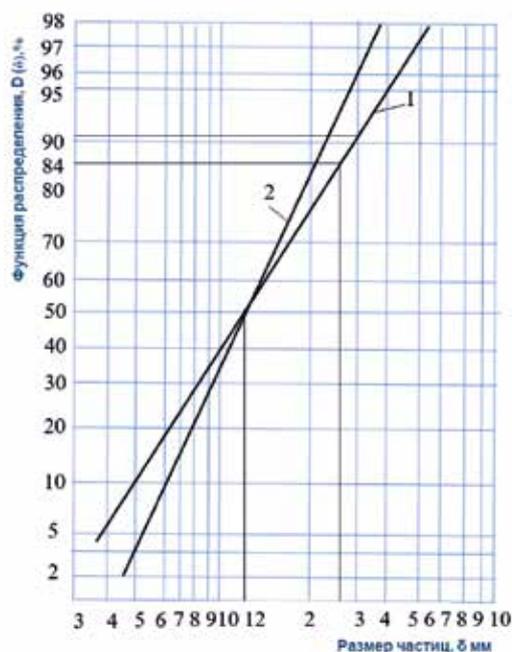


Рис. 5. Функции распределения частиц шоколадной массы при значениях электромагнитной индукции $B, Тл$: 1 – $B = 0,15 Тл$; 2 – $B = 0,25 Тл$

В результате теоретических и экспериментальных исследований получены функциональные зависимости силовых нагрузок от параметров магнитного поля в рабочем объеме ЭМД и установлен рациональный диапазон силовых контактов в системе шар-частица-шар для условий энергоэффективной механоактивации дисперсной фазы шоколадной массы (рис. 4).

Методом экспериментально-статистического анализа [2] установлено, что сред-

нее квадратическое отклонение расчетных и фактических значений на всем интервале измерений составляет не более 1,95%.

Результаты исследований процесса измельчения смеси сахара и какао с показателем $n_s = 2$ [2, 5] выборочно представлены на рис. 5 при значениях индукции 0,15 и 0,25 Тл.

Гранулометрический состав продуктов помола определяли лазерным анализатором частиц ЛАСКА Т(Д) спосо-

бом лазерной дифракции с соблюдением ГОСТ Р 54052-2010 [11]. Погрешность измерений составляла не более 0,4%. Выявлено, что переработка полуфабриката при значениях электромагнитной индукции в рабочем объеме аппарата $B = 0,25$ Тл, частоте вращения ротора $20,4\text{с}^{-1}$, коэффициенте заполнения рабочего объема мелющими феррошарами диаметром 12 мм $K = 0,4$, позволяет получить продукт с высоким показателем однородности $\vartheta = 1,66$ [12] и степенью измельчения $D = 96\%$, что отвечает требованиям технологии приготовления сортов десертного шоколада. При этом установлено, что массовая доля частиц в диапазоне дисперсности от 10 до 30 мкм увеличивается до 66% за счет уменьшения массовой доли частиц размером менее 10 мкм, что и способствует экономии дорогого импортного ингредиента – какао-масла и, соответственно, снижению себестоимости готового шоколада. По сравнению с классическим способом производства доля частиц в диапазоне дисперсности от 10 до 30 мкм увеличивается примерно в 2 раза (таблица).

Согласно теории способа электромагнитной механоактивации [2, 9] в электромагнитном режиме работы при $B = 0,15$ Тл не соблюдается условие равномерной и целенаправленной (с разностью скоростей) переориентации феррочастиц (размольных элементов магнитооживленного слоя) в рабочем объеме ЭДМ, т.е. не достигается основное условие равномерного распределения силового поля в зоне обработки продукта.

Заключение

Представленные в статье результаты исследований доказывают, что высокий показатель селективности представленного в статье способа дезинтеграции обеспечивается возможностью установления необходимых силовых и энергетических параметров в магнитооживленном слое размольных элементов (ферротел) относитель-

но прочности диспергируемых материалов. На конкретной технологии измельчения шоколадных масс показана перспективность внедрения ЭМД в аппаратурно-технологические схемы переработки сырьевых продуктов, технологии которых предусматривают получение готовых изделий (или их полуфабрикатов) с гранулометрическим составом частиц в узком и оптимальном диапазоне дисперсности.

Список литературы

1. Анализ импортных поставок какао-сырья в Россию. Выпуск: апрель, 2021 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://roif-expert.ru/food/kofe-kakao/gynok-kakao-syr-ya/analiz-importnyh-postavok-kakao-syr-ya-v-rossiyu.html> (дата обращения: 22.05.2021).
2. Беззубцева М.М., Волков В.С. Методология исследований способа электромеханического диспергирования: монография. СПб.: СПбГАУ, 2021. 189 с.
3. Черных И.А., Калманович С.А., Красина И.Б., Вербицкая Е.А., Красин П.С. Новые технологии переработки какао-продуктов и получения шоколада: монография. Краснодар: Изд. ФГБОУ ВПО «КубГУ», 2015. 144 с.
4. Tarasenko N.A., Plomodyalo R.L., Krasina I.B., Nikonovich Y.N., Krasin P.S. Variation of granulometric composition of dietary fibers by milling them in a vertical mill. *Journal of Industrial Pollution Control*. 2017. Vol. 33. Issue 1. P. 1067–1074.
5. Какао, шоколад, пралине. Пер. с нем.; под ред. Т.П. Ермаковой. М.: Пищевая промышленность, 2006. 320 с.
6. Юшина Ю.К., Вострикова Н.Л., Становова И.А. Экспресс-методы анализа пищевых продуктов // *Пищевая промышленность*, 2011. № 4. С. 32–33.
7. Хопунов Э.А. Основы дезинтеграции руд и техногенных материалов (теория, эксперимент, технологии): монография. М.: РУСАЙТ, 2016. 474 с.
8. Беззубцева М.М., Беззубцев А.Е., Азаров Н.Н., Азаров Ю.Н. Электромеханическое устройство для обработки шоколадных масс // Патент России № 2007094, 1994. Бюл. № 3.
9. Bezzubtseva M.M., Volkov V.S., Krishtopa N.Yu., Mastepanenko M.A., and Gabrielyan Sh.Zh. The Challenge of Sustainability in Agricultural Systems. 2021. Vol. 2. P. 929–939.
10. ГОСТ 108-2014. Какао-порошок. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2019. 8 с.
11. ГОСТ Р 54052-2010 Изделия кондитерские. Методы определения степени измельчения шоколада, шоколадных изделий, полуфабрикатов производства шоколада, какао и глазури. М.: Стандартинформ, 2012. 8 с.
12. Колмогоров А.Н. О логарифмически нормальном законе распределения размеров частиц при дроблении // *ДАН СССР*. 1941. Т. 31. С. 99–101.

УДК 004.896:004.032.26:62-503.57

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

¹Кобзев А.А., ²Лекарева А.В., ³Сидорова О.С.

¹ФГБОУ «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», Владимир, e-mail: kobzev42@mail.ru;

²ООО «ФС Сервис», Владимир, e-mail: tasya671@rambler.ru;

³ИП «Сидорова Оксана Сергеевна», Владимир, e-mail: sidorovao1994@mail.ru

Современный этап развития и проектирования систем управления характеризуется сложностью объектов и технологических процессов управления, непосредственно систем управления и неопределенностью возмущений. При этом установление аналитических зависимостей алгоритмов контуров адаптации не всегда возможно. В этой связи все большее применение получают контуры управления и регуляторы и контуры адаптации, построенные на основе нейронных сетей. Одним из основных вопросов при построении НС является процедура ее обучения. Здесь возможны два подхода: 1) предварительное обучение на симуляторе системы управления и возмущения; 2) в составе непосредственно системы управления, как правило, на основе моделей. В работе анализируются алгоритмы обучения нейронных систем в функции ошибки на основе градиентных методов первого порядка с различными функциями активации. Рассматривались следующие алгоритмы обучения: Backpropagation (MFE); quickProp; Rprop; Nesterov Accelerated Gradient (NAG); AdaDelta; Adam; NAdam при различных значениях коэффициентов вычислительных процедур. Точность работы алгоритмов оценивалась по абсолютной ошибке аппроксимации рассматриваемых функций в режиме онлайн-обучения нейронной сети при ее стационарных параметрах, а также в составе адаптивной САУ. Три функции: сигмоидальная, SoftPlus, ReLU – рассматривались в качестве функций активации в скрытых слоях нейронной сети. Анализ ведется для характерного управляющего и возмущающего воздействия систем автоматического управления – синусоидального сигнала. Даются рекомендации по выбору алгоритмов и функций активации.

Ключевые слова: нейронная сеть, алгоритм, обучение, ошибка, функция активации

ANALYSIS OF NEURAL NETWORK TRAINING ALGORITHMS

¹Kobzev A.A., ²Lekareva O.V., ³Sidorova O.S.

¹Vladimir State University named after Alexander Grigorevich and Nikolai Grigorevich Stoletovs, Vladimir, e-mail: kobzev42@mail.ru;

²AO «Computer Technologies», Vladimir, e-mail: tasya671@mail.ru;

³IP Sidorova O.S., Vladimir, e-mail: sidorovao1994@mail.ru

The current stage of development and design of control systems is characterized by the complexity of objects and technological processes of control, control systems themselves and the uncertainty of disturbances. At the same time, it is not always possible to establish the analytical dependencies of the algorithms of the adaptation contours. In this regard, control loops and regulators and adaptation loops built on the basis of neural networks are increasingly used. One of the main issues in the construction of the NS is the procedure for its training. There are two possible hies here: 1) preliminary training on the simulator of the control system and perturbation; 2) as part of the control system itself, usually based on models. The paper analyzes algorithms for training neural systems in the error function based on first-order gradient methods with various activation functions. The following learning algorithms were considered: Backpropagation (MFE); quickProp; Rprop; Nesterov Accelerated Gradient (NAG); AdaDelta; Adam; NAdam for different values of coefficients of computational procedures. The accuracy of the algorithms was estimated by the absolute error of the approximation of the functions under consideration in the online training mode of the neural network with its stationary parameters, as well as in the adaptive ACS. Three functions were considered as activation functions in the hidden layers of the neural network: sigmoid, SoftPlus, and ReLU. The analysis is carried out for the characteristic control and disturbing influence of automatic control systems – a sinusoidal signal. Recommendations on the choice of algorithms and activation functions are given.

Keywords: neural network, algorithm, training, error, activation function

Нейронные сети (НС) получают все большее применение в различных системах управления, сбора и обработки информации, принятия решений и др. Характерные области применения, реализации и функции, выполняемые НС: 1) оптимальный фильтр объекта управления; 2) регулятор; 3) модель объекта управления; 4) комбинированный регулятор – регулятор типа П, ПИ, ПИД в сочетании с регулятором с нечеткой логикой; 5) регуляторы другого типа; 6) распознаватель или классификатор образов; 7) модуль принятия решений. Преимущества контроллеров, построенных с применением НС, в таких системах определяются следующими факторами: 1) быстрдействие;

2) универсальность; 3) обучаемость; 4) отказоустойчивость; 5) простота применения.

В контексте нейронной сети обучение рассматривается как процесс настройки весов связей между нейронами из условия минимизации требуемого параметра оптимизируемой системы или процесса управления. По закону изменения параметров сети методы обучения делятся на детерминированные методы и стохастические. Первые основаны на коррекции параметров сети по текущим характеристикам величин входных, фактических и желаемых выходных сигналов. В классе детерминированных методов выделяются следующие основные подклассы в части алгоритмов

обучения [1–3]: 1) по правилу Хэбба и Хопфилда; 2) методом выстраивания показателей; 3) коррекции по ошибке (желаемый вход-выход для всех ситуаций) и др.

Цель исследования: провести анализ алгоритмов настройки нейронной сети на основе градиентных методов первого порядка. При этом оценить влияние различных функций активации на показатели процесса настройки. Процесс настройки анализируется для типового входного воздействия систем автоматического управления – гармоническом входном сигнале.

Материалы и методы исследования

Методы обучения нейронных сетей. Рассмотрим аналитическое представление градиентных алгоритмов первого порядка, подлежащих анализу эффективности процесса обучения [4–6]. Эти алгоритмы основаны на коррекции параметров нейронной сети в функции градиента. В эту группу алгоритмов входят: метод градиентного спуска, метод моментов с регуляризацией, метод quickProp, метод rProp, метод сопряженных градиентов, метод NAG, метод AdaGrad (AdaptiveGradient), метод AdaDelta, метод Adam.

Градиентный метод первого порядка. Общий алгоритм обучения, реализуемый градиентными методами первого порядка, предусматривает следующую последовательность процедур.

1. Инициализация весов нейронной сети W .
2. Вычисление текущей ошибки $E(h(X, W), C)$.
3. Если значение ошибки находится в допустимом диапазоне, то коррекция параметров сети не требуется – конец работы.
4. Вычисление значения градиента функции потерь: $\Delta^* E(h(X, W), C)$, здесь и далее Δ^* – градиент функции.
5. Вычисление изменения параметров: $\Delta W_t = \eta \Delta^* E$.
7. Коррекция параметров сети $W_t = W_{t-1} - \Delta W_t$. Здесь и далее индекс « t » обозначает текущую итерацию, индекс « $t-1$ » – предыдущую.
8. Переход на п. 2.

Параметр η (скорость обучения) определяет величину шага процесса оптимизации, значение данного параметра находится в диапазоне $0 < \eta < 1$.

Согласно п. 4 определяем градиент функции потерь по выражению

$$\Delta^*(W) = \left[\frac{\partial E}{\partial w_1}, \dots, \frac{\partial E}{\partial w_k} \right],$$

где k – общее количество весов сети.

Составляющие определяются

$$\frac{\partial E}{\partial w_{ij}} = \frac{\partial E}{\partial y_j} \frac{\partial y_j}{\partial s_j} \frac{\partial s_j}{\partial w_{ij}},$$

где E – функция потерь; w_{ij} – вес связи нейронов i и j ; y_j – выход нейрона j ; s_j – состояние нейрона j .

Ошибки определены только для нейронов выходного слоя. Ошибки в скрытых и выходном слое соответственно определяются:

$$- \text{ для выходного слоя } \delta_i = \frac{\partial E}{\partial y_i};$$

$$- \text{ для скрытого слоя } \delta_i = \frac{\partial y_i}{\partial s_i} \sum_j \delta_j w_{ij}.$$

Совокупность процедур определения градиента функции потерь методом обратного распространения ошибки:

- 1) вычисление состояния нейронов s всех слоев сети – прямой проход;
- 2) определение $\delta_i = \frac{\partial E}{\partial y_i}$ для выходного слоя;
- 3) вычисление для скрытых слоев δ_i в обратном порядке – обратный проход;
- 4) определение $\Delta^* E = \partial E / \partial W = y \delta^T$ для каждого слоя и вычисление.

Метод обучения на основе обратного распространения ошибки (Backpropagation) предусматривает базовую последовательность процедур с учетом алгоритма обратного распространения ошибки.

На основе базового метода разработаны его модификации, состоящие в коррекции поправок при вычислении поправки ΔW_t . Ниже приведем только результирующие выражения [4].

Метод моментов с регуляризацией. Классический метод градиентного спуска может «застывать» в локальных минимумах функции потерь E , для предотвращения данных событий, широкое распространение получила модификация данного метода с использованием стратегии mini-batch и «моментов». Формально это описывается добавлением слагаемого к изменению весов:

$$\Delta W_t = \eta \Delta^* E + \mu W_{t-1},$$

где μ – коэффициент момента.

Одна из модификаций метода состоит в применении регуляризации, которая для борьбы с переобучением налагает штраф на чрезмерный рост значений весов:

$$\Delta W_t = \eta (\Delta^* E + \rho W_{t-1}) + \mu W_{t-1},$$

где ρ – коэффициент регуляризации.

Для увеличения скорости сходимости процесса обучения можно ввести адаптивный коэффициент обучения, изменяемый

на каждой итерации t в зависимости от изменения ошибки E .

Метод quick Prop. Отличие данного метода от рассмотренного выше состоит в том, что параметр момента μ и коэффициент скорости обучения η задаются индивидуально для каждого параметра. Изменение параметров описывается соотношением

$$\Delta W_t = \eta(\Delta^* E + \rho W_{t-1}) + \mu W_{t-1}.$$

Метод r Prop. Является модификацией рассмотренного выше quickProp, в которой применяется стратегия *full-batch*. При этом параметр скорости обучения η рассчитывается для каждого веса индивидуально. Изменение параметров весов определяется соотношением

$$\Delta W_t = \eta(\text{sign}(\Delta^* E) + \rho W_{t-1}) + \mu W_{t-1}.$$

Метод сопряженных градиентов. Основан на специальном выборе направления изменения параметров, являющимся ортогональным к предыдущим направлениям. Изменение весов в этом случае имеет вид

$$\Delta W_t = \eta(p + \mu W_{t-1}) + \mu W_{t-1}.$$

Коэффициент скорости обучения η , направление изменения параметров p , коэффициент сопряжения β вычисляются на каждом шаге путем решения задачи оптимизации:

$$\min_{\eta} E(\Delta W(\eta)).$$

Для компенсации накапливающейся погрешности предусмотрен сброс сопряженного направления, т.е. $\beta = 0$, $p = \Delta^* E$ через каждые n циклов, число которых выбирается в зависимости от количества параметров сети.

Метод Nesterov's Accelerated Gradient (NAG). Здесь градиент вычисляется относительно сдвинутых на значение момента весов

$$\Delta W_t = \eta(\Delta^* E(W_{t-1} + W_{t-1}) + \rho W_{t-1}) + \mu \Delta W_{t-1}.$$

Метод Adaptive Gradient (AdaGrad). В группе адаптивных оптимизационных алгоритмов (Adagrad, RMSProp, Adadelta, Adam, NAdam) реализована динамическая модификация скорости обучения. Обновления производятся для значений признаков, представленных в меньшинстве, а более слабые обновления – для часто встречаемых значений. Этот принцип реализуется за счет того, что скорость обучения здесь фактически вычисляется отдельно для каждого из параметров на каждом шаге/такте обучения. При этом учитывается история значений градиентов g_t . Выражение для изменения весов имеет вид

$$\Delta W_t = \eta(g_t + \rho W_{t-1}) + \mu \Delta W_{t-1}.$$

Метод AdaDelta. Является модификацией метода Adagrad и также учитывает историю значений градиента и историю изменения весов, однако при этом вместо полной суммы обновлений используется усреднённый по истории квадрат градиента (как экспоненциально затухающее бегущее среднее). Изменение весов аналогично.

Метод Adam (adaptive moment stimulation). Сочетает в себе и идею накопления движения, и идею более слабого обновления весов для типичных признаков. Здесь используются «свои» аналитические выражения для коррекции градиента ошибки. Изменение весов аналогично.

Метод N Adam. Данный метод представляет собой модификацию метода Adam. Предусматривает коррекцию параметра учета истории значений градиентов g_t .

Функции активации. Выходной сигнал нейрона определяется непосредственно видом функции активации. Наибольшее распространение получила функция активации в виде логистического сигмоида, обладающая всеми свойствами, необходимыми для нелинейности в нейронной сети: ограниченность (стремление к нулю при $x \rightarrow -\infty$ и к единице при $x \rightarrow \infty$), дифференцируемость на всём диапазоне определения, малые вычислительные затраты на определение производной. Однако эксперименты Глоро и Бенджи с глубокими сетями с функцией активации в виде сигмоида, показали, что последний уровень сети очень быстро насыщается, и преодолеть эту ситуацию насыщения очень сложно [7].

Еще одной широко распространённой функцией активации является гиперболический тангенс. В отличие от сигмоида, функция гиперболического тангенса имеет более «крутые» характеристики в части нарастания и убывания выходного значения. При этом значение аргумента равно нулю является самой нестабильной промежуточной точкой, т.е. можно легко оттолкнуться от нуля и начать менять аргумент в любую сторону. Данный вид функции активации очень часто используется в области компьютерного зрения. Однако такие функции активации характеризуются недостаточно точным отражением состояния нейрона, т.е., по сути, они дают бинарный выходной сигнал, например активация нейрона «с силой 5» (для сигмоида выходное значение будет 0,9933) слабо отличается от активации «с силой 10» (выходное значение 0,99995). Позднее были разработаны такие функции, как логарифмическая и ReLU. Данные функции имеют сходные выходные характеристики. Однако для вычисления производной функции ReLU требуется

лишь одно сравнение, то есть ReLU-сети при одних и тех же вычислительных затратах на обучение могут быть значительно больше по размеру.

Дальнейшее развитие этого направления – различные модификации и обобщения функции ReLU, – Leaky ReLU, Parameterized ReLU, ELU.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассматривались следующие алгоритмы обучения: Backpropagation (MFE); quickProp; Rprop; Nesterov Accelerated Gradient (NAG); AdaDelta; Adam; NAdam. Точность работы алгоритмов оценивалась по абсолютной ошибке аппроксимации рассматриваемых функций в режиме онлайн-обучения нейронной сети при её стационарных параметрах, а также в составе адаптивной САУ [6–8]. В качестве параметров нейрон-

ной сети установлены: 1) количество слоев нейронной сети – 4; 2) количество нейронов в 1-м слое – 2; 3) количество нейронов в скрытых слоях – 10, 15 соответственно; 4) количество нейронов в выходном слое – 1; 5) дискретизация сети – 0,01 с; 6) функция активации в выходном слое – линейная. В качестве функций активации в скрытых слоях нейронной сети рассматривались три функции:

$$y = 1/(1 + \exp(-s));$$

$$\text{SoftPlus} = \log(1 + \exp(s));$$

$$\text{ReLU if}(s \geq 0) y = s; \text{ else} y = 0.$$

В таблице представлены основные параметры алгоритмов обучения, используемые в процессе исследования.

На рис. 1–3 представлены ошибки обучения при аппроксимации функции вида $y = A \sin(\omega t + \varphi)$ и различных функциях активации.

Параметры алгоритмов обучения

Алгоритм обучения	Сигмоидальная функция активации	SoftPlus	ReLU
Backpropagation	$\eta = 0,5; \mu = 0,1; \rho = 0$	$\eta = 0,5; \mu = 0,1; \rho = 0$	$\eta = 0,5; \mu = 0,1; \rho = 0$
quickProp	$\eta = 0,8; \mu = 0; \rho = 0$	не стабилен	$\eta = 0,77; \mu = 0; \rho = 0$
Rprop	$\eta = 0,5; a = 1,01; b = 0,3; \mu = 0; \rho = 0$	$\eta = 0,5; a = 1,01; b = 0,3; \mu = 0; \rho = 0$	$\eta = 0,5; a = 1,01; b = 0,3; \mu = 0; \rho = 0$
NAG	$\eta = 0,5; m = 0,3; p = 0,5; \mu = 0; \rho = 0$	$\eta = 0,5; m = 0,3; p = 0,5; \mu = 0; \rho = 0$	$\eta = 0,5; m = 0,3; p = 0,5; \mu = 0; \rho = 0$
RMSprop	$\eta = 0,03; \alpha = 0,4; \mu = 0; \rho = 0$	$\eta = 0,03; \alpha = 0,2; \mu = 0; \rho = 0$	$\eta = 0,3; \alpha = 0,2; \mu = 0; \rho = 0$
AdaDelta	$\eta = 0,5; \mu = 0; \rho = 0$	$\eta = 0,5; \mu = 0; \rho = 0$	$\eta = 0,5; \mu = 0; \rho = 0$
Adam	$\eta = 0,7; \mu = 0; \rho = 0$	$\eta = 0,5; \mu = 0; \rho = 0$	$\eta = 0,7; \mu = 0; \rho = 0$
NAdam	$\eta = 0,8; \mu = 0; \rho = 0$	$\eta = 0,8; \mu = 0; \rho = 0$	$\eta = 0,8; \mu = 0; \rho = 0$

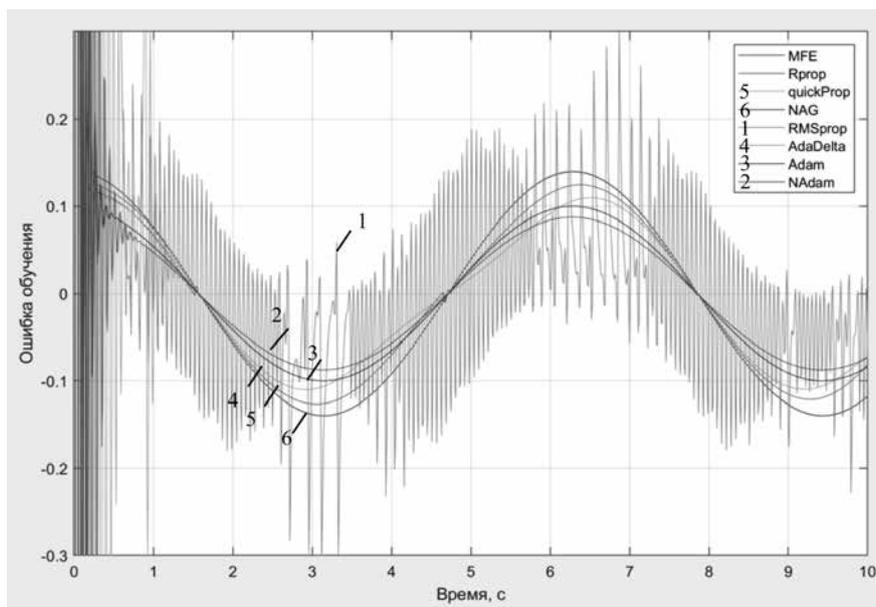


Рис. 1. Ошибки обучения нейронной сети при сигмоидальной функции активации

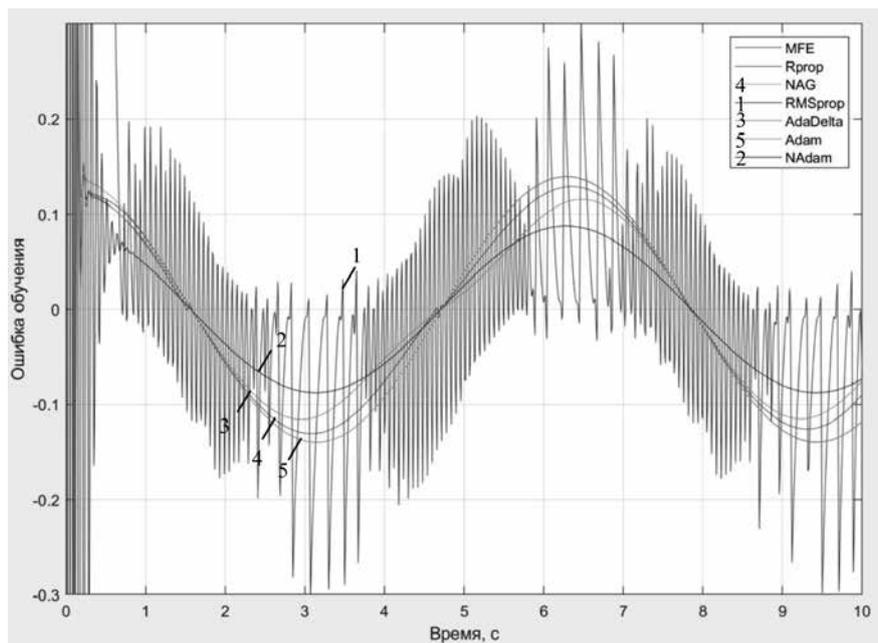


Рис. 2. Ошибки обучения нейронной сети при функции активации SoftPlus

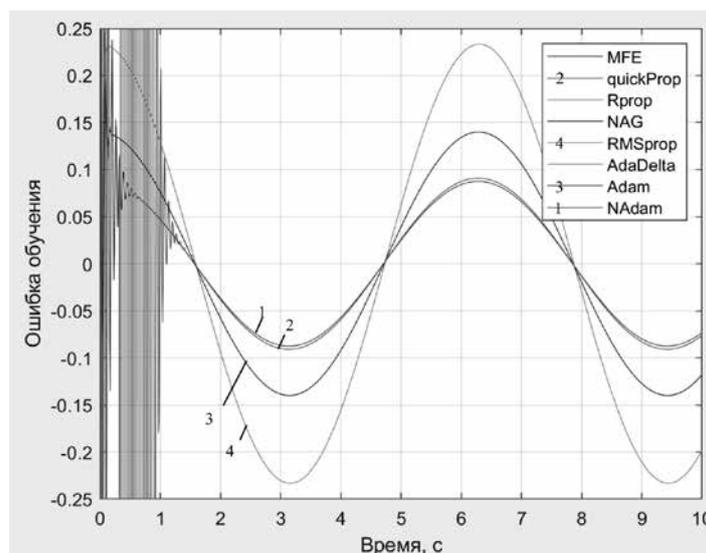


Рис. 3. Ошибки обучения нейронной сети при функции активации ReLU

Заключение

Результаты исследования показали, что рассматриваемые методы обладают примерно одинаковыми точностными характеристиками. Однако метод quickProp при использовании функции активации SoftPlus имел нестабильный характер процесса обучения, при этом варьированием параметров алгоритма не удалось обеспечить сходимость процесса обучения. При использовании метода RMSprop функциями акти-

вации в виде сигмоиды и SoftPlus ошибки обучения имеет колебательный характер. В целом анализ результатов исследования свидетельствует о том, что методы Adam и NAdam с применением ReLU функции активации в скрытых слоях демонстрируют лучшие значения скорости сходимости обучения и меньшую вероятность застревания алгоритма в локальном минимуме, а также меньшие значения ошибки обучения. Наиболее целесообразным является использование метода NAdam.

Список литературы

1. Хайкин С. Нейронные сети. М.: ООО «ИД. Вильямс», 2017. 1104 с.
2. Еременко Ю.И., Глушенко А.И. О разработке метода выбора структуры нейронной сети для решения задачи адаптации параметров линейных регуляторов // Управление большими системами: сборник трудов. 2016. № 62. С. 75–123.
3. Wu C., Liu J., Jing X., Li H., Wu L. Adaptive Fuzzy Control for Nonlinear Networked Control Systems. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems. 2017. Vol. 47. № 8. P. 2420–2430.
4. Борисов Е.С. О методах обучения многослойных нейронных сетей. Ч. 2: Градиентные методы первого порядка. 2016. 17 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://mechanoid.kiev.ua> (дата обращения: 22.05.2021).
5. Sheela K.G., Deepa S.N. Review on Methods to Fix Number of Hidden Neurons in Neural Networks. Mathematical Problems in Engineering. 2013. P. 1–11.
6. Каширина И.Л., Демченко М.В. Исследование и сравнительный анализ методов оптимизации, используемых при обучении нейронной сети // Вестник Воронежского государственного университета. 2018. № 4. С. 123–132.
7. Hagan M.T., Demuth H.B. Neural networks for control. Proceedings of the American Control Conference. San Diego, USA, 1999. Vol. 3. P. 1642–1656.
8. Кобзев А.А., Монахов Ю.М., Лекарева А.В. Реализация комплементарной коррекции в системах автоматического управления траекторными перемещениями технологических объектов с использованием нейросетевого регулятора // Динамика сложных систем – XXI век. 2017. Т. 11. № 4. С. 121–130.

УДК 62-932.2

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ФУНКЦИЙ МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ МНОГОТОЧЕЧНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

^{1,2,3}Ковалев И.В., ²Ковалев Д.И., ³Лосев В.В., ^{1,3}Сарамуд М.В., ³Тынченко Я.А.

¹Сибирский федеральный университет, Красноярск, e-mail: kovalev.fsu@mail.ru;

²Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, e-mail: grimm7jow@gmail.com;

³Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, Красноярск, e-mail: basilos@mail.ru, msaramud@gmail.com, t080801@yandex.ru

В статье представлены результаты математического моделирования и алгоритмизации функций мониторинга технологических процессов на основе многоточечных измерительных систем. При построении моделей выполнен учет технологических параметров, влияющих на качество реализации главной функции объекта управления и требующих измерения и контроля, включая концентрацию веществ и взвешенных частиц. Анализ технологического процесса предполагает содержательное описание объекта, который, в свою очередь, может выступать в качестве технологического объекта управления при постановке задачи автоматизации технологического процесса сжигания топлива на тепловых электростанциях. Транспортировка дымовых газов и взвешенных частиц в атмосферу, сопровождающаяся изменением физических (температура, скорость) и химических (концентрация веществ) параметров потоков газов, требует введения в структуру АСУ непрерывно функционирующих подсистем оперативной диагностики, основанных на алгоритмах обработки и анализа аналоговых и дискретных сигналов. Поэтому для программно-аппаратных комплексов автоматизации контроля и диагностирования с использованием различных критериев при измерении и регистрации данных от датчиков разработана эффективная методика многоточечных измерений на основе мультиверсионного подхода к формированию измеряемых параметров технологического процесса. В результате выполненного анализа определяются места размещения датчиков для отбора проб, а также количество и относительное расположение точек размещения. Полученный план размещения датчиков многоточечной измерительной системы позволяет реализовать мультиверсионное голосование при формировании результирующего значения измеряемых параметров технологического процесса, основанное на получении N -го количества измеряемых данных. K – обобщенный критерий качества технологического процесса рассчитывается по $n-1$ входам.

Ключевые слова: технологический процесс, автоматизация, математическое моделирование, алгоритмизация, многоточечная измерительная система, мониторинг, мультиверсионное голосование

MATHEMATICAL MODELING AND ALGORITHMIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES MONITORING FUNCTIONS BASED ON MULTI-POINT MEASURING SYSTEMS

^{1,2,3}Kovalev I.V., ²Kovalev D.I., ³Losev V.V., ^{1,3}Saramud M.V., ³Tynchenko Ya.A.

¹Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: kovalev.fsu@mail.ru;

²Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, e-mail: grimm7jow@gmail.com;

³Siberian State University of Science and Technologies named after academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk, e-mail: basilos@mail.ru, msaramud@gmail.com, t080801@yandex.ru

The article presents the results of mathematical modeling and algorithmization of monitoring functions of technological processes based on multi-point measuring systems. When constructing the models, the technological parameters that affect the quality of the implementation of the main function of the control object and require measurement and control, including the concentration of substances and suspended particles, were taken into account. The analysis of the technological process presupposes a meaningful description of the object, which, in turn, can act as a technological control object when setting the task of automating the technological process of fuel combustion at thermal power plants. The transportation of flue gases and suspended particles into the atmosphere, accompanied by a change in the physical (temperature, velocity) and chemical (concentration of substances) parameters of gas flows, requires the introduction of continuously functioning operational diagnostic subsystems into the structure of the ACS, based on algorithms for processing and analyzing analog and discrete signals. Therefore, for hardware and software systems for automation of control and diagnostics using various criteria for measuring and recording data from sensors, an effective method of multipoint measurements has been developed based on a multiversion approach to the formation of measured parameters of the technological process. As a result of the analysis performed, the locations of the sensors for sampling are determined, as well as the number and relative locations of the measuring points. The resulting plan for the placement of the sensors of the multipoint measuring system makes it possible to implement multiversion voting in the formation of the resulting value of the measured parameters of the technological process, based on the receipt of the N -th amount of measured data. K -generalized quality criterion of the technological process is calculated by $n-1$ inputs.

Keywords: technological process, automation, mathematical modeling, algorithmization, multi-point measuring system, monitoring, multi-version voting

Сегодня существует множество энергетических установок, технологические процессы которых требуют обеспечения высокой информационной надежности функционирования измерительно-диагностических систем [1]. Так как протекаю-

щие в технологическом оборудовании процессы имеют жесткие ограничения (или допустимый уровень) различных экологически вредных выбросов, требуется реализация отказоустойчивых специализированных программных моделей и систем, работающих в режиме реального времени [2]. В работе [1] предлагается расширить функции автоматизированных систем управления технологическими комплексами за счет оперативного контроля предаварийных состояний технологических агрегатов и неисправностей контрольно-измерительных приборов по косвенным признакам. Это достигается введением в их структуру непрерывно функционирующих подсистем оперативной диагностики, основанных на алгоритмах обработки и анализа аналоговых и дискретных сигналов. Для таких программно-аппаратных комплексов автоматизация контроля и диагностирования с использованием различных критериев при измерении и регистрации данных от датчиков является одной из важных задач, для решения которой эффективным является применение многоточечных измерений на основе мультиверсионного подхода к формированию измеряемых параметров технологического процесса [3].

Существуют различные технологии мониторинга, обеспеченные разнообразными инструментальными средствами, в том числе актуальными программно-аппаратными

комплексами [4]. Системы, которые передают данные на персональные компьютеры в режиме реального времени, возможно, предлагают наилучшие решения проблем, связанных с мониторингом выбросов [5]. Их возможности по обработке, хранению, отображению и печати данных обеспечивают необходимые требования к мониторингу технологических процессов. На рис. 1 представлен типовой программно-аппаратный комплекс мониторинга экологически вредных выбросов тепловых электростанций (ТЭС). Однако экологические стандарты требуют модернизации действующих производств и технологических процессов ТЭС с применением современных отказоустойчивых систем автоматизации мониторинга. Например, в работе [6] авторы приводят несколько вариантов модернизации автоматизированных систем управления котловых агрегатов с использованием контроллеров серии БАЗИС производства АО «Экорсурс» (г. Воронеж).

Отметим, что главной функцией ТЭС является получение электрической энергии путем преобразования тепловой энергии, обеспеченной сжиганием подготовленного топлива. В силу конструктивных особенностей технологического оборудования ТЭС, реализуемых регламентов, качества топлива КПД ТЭС остается достаточно низким, т.е. не все выделяемое в процессе сжигания тепло совершает полезную работу [7, 8].

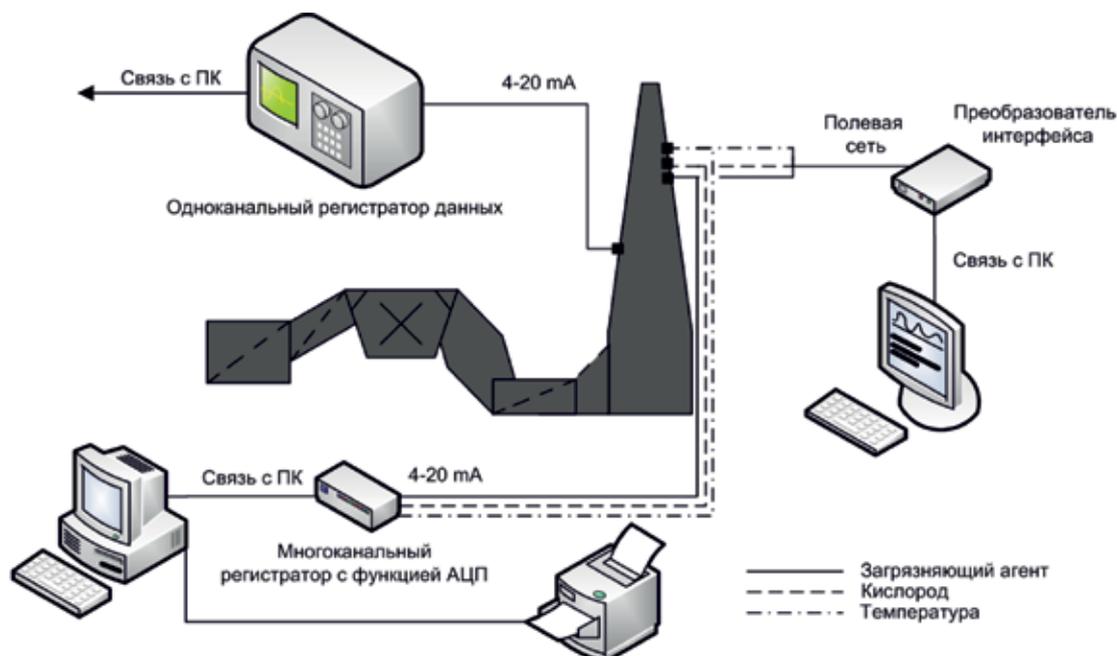


Рис. 1. Схема мониторинга параметров ТЭС с применением программно-аппаратных технологий

Таким образом, побочным продуктом горения с точки зрения неиспользования остаточного тепла являются дымовые (топочные) газы. В большинстве реализуемых процессов ТЭС эти газы имеют низкопотенциальное тепло. В процессе сжигания топлива они отводятся через систему дымоходов с возможными схемами теплообмена и рассеиваются в атмосфере [9].

Технология отвода дымовых газов в атмосферу использует как естественную, так и принудительную тягу. Также на процесс отвода дымовых газов оказывают влияние конструкционные особенности дымоходов, которые влияют на потоки газов [8]. Это важно учитывать при математическом моделировании и алгоритмизации функций мониторинга технологических процессов на основе многоточечных измерительных систем.

С точки зрения анализа качества протекания технологических процессов отметим, что показателями качества реализации главной функции ТЭС являются: содержание оксидов серы и азота, взвешенных частиц и пыли, скорость движения потока дымовых газов, содержание остаточного кислорода и т.д. [10–12]. Таким образом, отвод дымовых газов и взвешенных частиц представляет технологический процесс, сопровождаемый рядом параметров, требующих автоматизации измерения и контроля, в том числе концентраций веществ [13]. Повышение информационной надежности автоматизированных алгоритмов диагностики и контроля необходимо для решения задач управления процессом, так как обратная связь от системы непрерывного мониторинга может использоваться в системах управления ТП, например использование мониторинга дыма или угарного газа для управления подачей воздуха в автоматизированных установках для сжигания.

Постановка задачи

На сегодняшний день развитие технические средства автоматизации, высокие вычислительные мощности конечных устройств, широкие возможности промышленных коммуникационных протоколов, а также облачные технологии и вычисления позволили разработчикам и интеграторам автоматизированных систем мониторинга сосредоточиться на разработке программных моделей и конечных образцов программного обеспечения.

Современное производство или объекты теплоэнергетики все без исключения имеют системы класса SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных).

Их разрабатывают как отечественные, так и зарубежные компании. Ранее авторы рассматривали возможности распространенных отечественных SCADA-систем, таких как «Круг 2000» от компании НПФ «Круг» и МастерSCADA от компании «ИнСАТ», имеющих большое количество внедрений, в том числе на объектах теплоэнергетики [14]. SCADA – это программный комплекс, предназначенный для разработки и обеспечения функционирования в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления. Таким образом, SCADA может являться частью АСУ ТП, АСКУЭ, системы экологического мониторинга, научного эксперимента, автоматизации зданий и сооружений и т.д. Фактически SCADA-системы используются во всех производственных системах, где требуется обеспечивать операторский контроль технологических процессов в реальном времени [11].

Поскольку параметры мониторинга являются выходными параметрами ряда технологических процессов, то данные программные системы нашли широкое применение в построении систем мониторинга ТЭС, обеспечивая эффективную систему сопровождения технологического процесса отвода дымовых газов и взвешенных частиц.

При постановке задачи математического моделирования и алгоритмизации функций мониторинга технологических процессов на основе многоточечных измерительных систем необходимо учитывать ряд деталей общего процесса отбора и анализа проб, который связан со следующими параметрами [15]:

- географическое положение предприятия;
- точка (или точки) внутри канала или дымохода, где должен находиться пробоотборный зонд;
- время отбора пробы относительно рабочих условий технологического процесса (особенно важно для периодических или циклических ТП);
- продолжительность периода выборки;
- обеспечение целостности образца при извлечении, обработке и транспортировке.

При этом вопрос репрезентативной выборки имеет решающее значение. Отборные пробы сопровождаются испытаниями, основанными на различных методах анализа. Следует отметить, что для задачи непрерывного мониторинга выбросов применяются приборы и системы, основанные на различных физических принципах.

Таким образом, анализ технологического процесса предполагает содержательное

описание объекта, который, в свою очередь, может выступать в качестве технологического объекта управления при постановке задачи автоматизации технологического процесса сжигания топлива [16].

Математическое моделирование технологического объекта

В качестве объекта моделирования рассматривается канал отвода дымовых газов и взвешенных частиц, возникающих в процессе сжигания подготовленного топлива (рис. 2), который имеет конструктивные особенности (профиль, высота), наличия дутьевых вентиляторов, скрубберов, электрофильтров, заслонок и т.д. [8]. При этом объектом моделирования выступает участок канала, где осуществляется непрерывный мониторинг (отбор проб) и измерение параметров технологического процесса отвода дымовых газов и взвешенных частиц (рис. 2). Процесс отвода дымовых газов и взвешенных частиц протекает следующим образом. В процессе сжигания топлива возникают продукты горения – это дымовые газы и взвешенные частицы (шлак). Шлак удаляется через холодное устье топочной установки. Дымовые газы из топочной камеры (потки) отводятся либо принудительно, через систему дутьевых вентиляторов, либо естественно, через дымоходы в дымовую трубу.

Таким образом, через дымовую трубу осуществляется транспортировка дымовых газов и взвешенных частиц в атмосферу [17], сопровождающаяся изменением физических (температура, скорость) и химических (концентрация веществ) параметров потоков газов (c_v).

Качественные характеристики данного технологического процесса требуют контроля его протекания, что обусловлено измерением параметров технологического процесса, необходимых для оценки полноты сгорания подготовленного топлива, количества неиспользованной теплоты (q_v), контроль выбросов, не превышающих установленные нормы.

В качестве параметров данного процесса могут выступать: температура уходящих газов, скорость уходящих газов, температура газов в местах отбора проб, среднее содержание кислорода в дымовых газах, концентрация веществ, содержание взвешенных частиц до и после фильтрации. Таким образом, становится возможным описать функциональную зависимость показателя, отражающего качественные характеристики процесса, через параметры технологического процесса:

$$q_v = f(T_v, V_v, C_v), \quad (1)$$

где q_v – количество неиспользованной теплоты, МДж; T_v – температура уходящих га-

зов, C^0 ; V_v – скорость движения дымовых газов, м/с; C_v – концентрации газов и веществ в дымовых газах, г/м³.

Поскольку моделируемый объект, как и прочие элементы системы, основан на объемном принципе действия, то возникает проблема выбора места измерения параметров в объемном пространстве, а также количества точек отбора проб.

В отличие от измерения газообразных выбросов, которое обычно может проводиться с точностью до нескольких процентов, измерение выбросов твердых частиц гораздо сложнее. Это происходит главным образом из-за неправильного распределения концентрации частиц в канале, связанного с неоднородностью скорости газа. Это также частично связано с трудностями отбора проб. Различия в концентрации частиц от точки к точке внутри канала или дымохода могут возникнуть по нескольким причинам. К ним относятся неполное перемешивание на выходе из соединения, если два газовых потока несут различные нагрузки частиц, или неполное перемешивание на выходе из точки, где воздух просочился в поток технологического газа. Поскольку воздух может быть относительно прохладным, эту проблему следует обнаруживать во время предварительного измерения температуры газа. Тогда может потребоваться закрыть утечку или переместить место отбора проб. Другими факторами снижения информационной надежности диагностических датчиков, которые нарушают равномерность распределения частиц, являются седиментация [18] и инерционные эффекты, когда газ проходит вокруг изгибов или препятствий для потока.

Нерепрезентативный отбор проб может возникнуть из-за неоднородных условий в объекте моделирования при использовании неадекватного количества точек отбора проб для отражения этих условий. Альтернативно, это может возникнуть из-за того, что состав газа каким-то образом изменяется в процессе отбора проб (концентрация частиц изменяется).

Седиментация под действием силы тяжести более крупных частиц может привести к накоплению более высоких концентраций вдоль дна горизонтальных каналов. Конечная скорость U сфер диаметром d и плотностью ρ определяется соотношением

$$U = \rho d^2 K_s g / 18 \eta, \quad (2)$$

где K_s – поправка на скольжение, которая наиболее важна для мелких частиц, g – ускорение силы тяжести, а η – вязкость газа. В этом уравнении плотность газа предполагается пренебрежимо малой по сравнению с плотностью частиц [19].

Таблица 1

Предельные скорости (м/с) сфер разных размеров и плотности 2000 кг/м³ в воздухе

Диаметр (мкм)	Температура	
	15°C	200°C
5	$1,5 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-3}$
10	$6,1 \times 10^{-3}$	$4,2 \times 10^{-3}$
20	$2,4 \times 10^{-3}$	$1,7 \times 10^{-3}$
50	$1,4 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-3}$
70	$2,6 \times 10^{-3}$	$2,0 \times 10^{-3}$
100	$4,6 \times 10^{-3}$	$3,7 \times 10^{-3}$
250	1,2	1,1
500	3,2	3,3

Реальные частицы, как правило, не являются сферическими, и тогда уравнение должно быть описано диаметром Стокса. Диаметр Стокса частицы определяется как диаметр сферы, имеющей такую же объемную плотность и ту же конечную скорость осаждения, что и частица. Типичные конечные скорости приведены в табл. 1. Согласно приведенным данным, скорость

на нижней границе диапазона «зернистости» составляет порядка 20 см/с и превышает 1 м/с для частиц свыше 200 мкм, когда проблемы с седиментацией становятся более явными.

В промышленных установках диаметры и скорости воздухопроводов таковы, что число Рейнольдса велико, и мы имеем дело с турбулентным, а не с ламинарным потоком. В идеальных условиях профиль средней скорости по воздухопроводу должен быть достаточно плоским, за исключением уменьшенных значений в пограничном слое возле стенок (рис. 2). Вероятные профили после изгиба, частично закрытой заслонки и осевого вентилятора также показаны на рис. 2 и 3. С осевым вентилятором существует дополнительная проблема, заключающаяся в том, что поток будет циркулировать не параллельно оси воздуховода. Для постоянной концентрации пыли поток массы через плоскость отбора проб будет изменяться от точки к точке пропорционально скорости. Однако концентрация пыли обычно непостоянна.

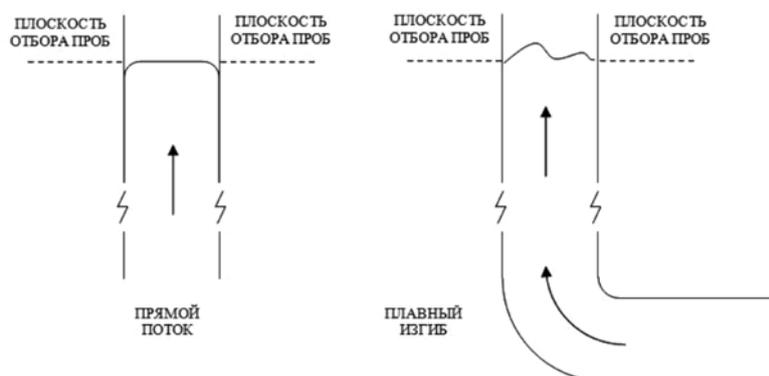


Рис. 2. Модель профиля скорости турбулентного потока в каналах после изгиба

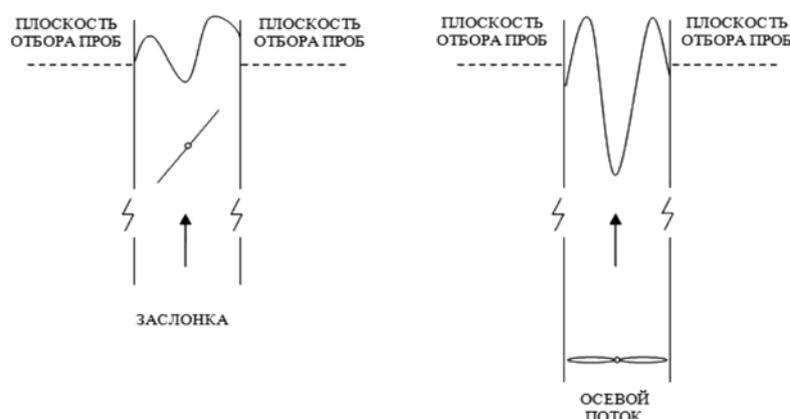


Рис. 3. Модель профиля скорости турбулентного потока в каналах (с осевым вентилятором и заслонкой)

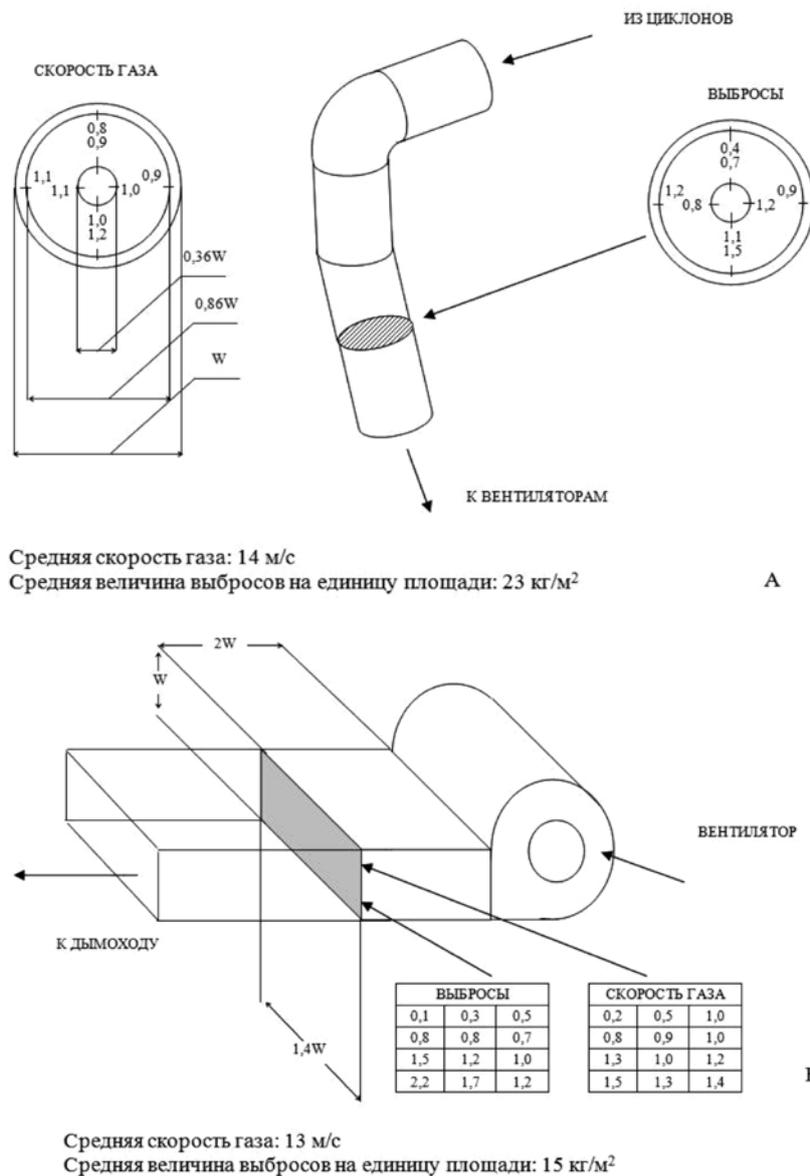


Рис. 4. Модели профилей скорости газа и потока частиц по экспериментальным измерениям: вниз по потоку от изгиба (А); вниз по течению от вентилятора (Б) [18]

Когда поток газа отклоняется от прямой линии, самые мелкие частицы будут следовать за линиями тока газа, но более крупные частицы – благодаря их большему импульсу – будут стремиться продолжать свой первоначальный путь.

Угол между траекторией частицы и линией потока будет зависеть от баланса между силой инерции и силой вязкого сопротивления, и это выражается через безразмерный параметр, называемый числом Стокса – Stk , что выражается формулой

$$Stk = UV/gr = \rho d^2 K_s V / 18 \eta r, \quad (3)$$

где V – скорость газа, а r – радиус изгиба, вокруг которого проходит газ. Этот параметр

часто появляется в конструкции устройств для сбора частиц, таких как циклоны.

Степень отклонений от однородности как скорости газа, так и скорости выбросов частиц, которые могут наблюдаться на практике, проиллюстрирована на рис. 4 [20, 21]. Плоскость отбора проб заштрихована, и результаты выражены относительно средних двух параметров для всего воздуховода. Уровень выбросов – это поток частиц на единицу площади в единицу времени. Эффект изгиба иллюстрирован на рис. 4, А. На внешней стороне изгиба скорость газа увеличивается на 20% по сравнению со средней, в то время как на внутренней стороне изгиба скорость на 20% ниже средней. Тем

не менее выбросы еще более неравномерны: увеличение на 50% на внешней стороне изгиба и уменьшение на 60% на внутренней стороне изгиба. Аналогичные эффекты после вентилятора иллюстрированы на рис. 4, Б. Значительно увеличены скорости на дне протока и почти застойная область в верхнем левом углу. Поток частиц варьируется от 0,1 до 2,2 от среднего значения для воздуховода.

*Алгоритмизация функций
многоточечных измерений*

На сегодняшний день к системам мониторинга параметров технологического процесса, в том числе отвода дымовых газов и взвешенных частиц, предъявляются высокие требования: непрерывность работы (24/7), поддержка многоканальности систем с вычисляемыми параметрами, возможность поддержки архивных данных с глубиной тренда несколько лет и т.д. Таким образом, программно-аппаратные технологии систем мониторинга должны быть реализованы с помощью системных программных средств реального времени, иметь как аппаратную, так и программную избыточность, высокую защищенность и повышенную наработку на отказ. Данный подход носит комплексный характер, и подобные решения могут быть воплощены системными интеграторами. В [22] предлагается метод идентификации диагностических сигналов, получаемых от цифровых датчиков контроля над технологическими процессами или состоянием технического оборудования, в том числе и программного обеспечения при реализации производственного процесса с применением распределенных автоматизированных систем управления технологическими процессами и производствами. Однако, несмотря на высокий класс защищенности технических средств измерения, применяемых в системах мониторинга, остается проблема, связанная с информационной надежностью элементов системы и достоверностью формируемых данных, поскольку обслуживание первичных средств измерения, в том числе их проверка, оказывается затруднительным. Данное обстоятельство требует совершенствования методов оценки работоспособности элементов системы мониторинга и формируемых ею данных.

Этап определения мест размещения датчиков для отбора проб. Итак, для обеспечения мониторинга, во-первых, необходим выбор подходящей позиции размещения датчиков, а во-вторых, необходимо использовать многоточечную выборку с возможностью мультиверсионного го-

лосования, что обеспечивает повышение информационной надежности обрабатываемых данных и отказоустойчивость измерительного комплекса за счет введения аппаратно-программной избыточности.

Из-за эффектов седиментации неизбежно будет слой материала в виде частиц на нижней горизонтальной поверхности канала, и из-за этого может происходить ресуспендирование, вызывающее очень различные концентрации. Для минимизации таких ошибок длина вертикального канала или самого дымохода предпочтительнее участка горизонтального канала. На практике это может быть неудобно, поскольку доступ к соответствующему уровню в канале может быть затруднен, и место размещения датчиков для отбора проб будет подвергаться воздействию материалов и частиц, а не находиться под прикрытием.

Проблема инерционных эффектов требует, чтобы места, близкие к объектам, которые нарушают поток, были исключены. Место размещения датчиков должно находиться ниже по потоку от любой установки для улавливания твердых частиц. Расположение должно быть на прямой длине канала настолько далеко, насколько это практически возможно, от любого препятствия (например, изгиба, вентилятора или частично закрытой заслонки), которое может вызвать помехи и привести к изменению направления потока газа [19]. Согласно стандарту [19], если диаметр дымохода составляет D , положение мест размещения датчиков для отбора проб должно быть не менее следующих расстояний от нарушающих поток элементов, приведенных в табл. 2.

Таблица 2
Значения расстояний мест отбора проб т нарушающих поток элементов

	BS 3405	BS 6096 / ISO9096	
		Минимальное	Идеальное
Вверх по потоку от изгиба	D	–	$2D$
Вниз по потоку от изгиба	$2D$	D	$7D$
Вентилятор	$4D$	$4D$	$7D$
Соединение двух воздухопроводов	$2D$	D	$7D$
Полностью открытая заслонка	D	–	–
Частично закрытая заслонка	$3D$	$3D$	$7D$
Прямоугольный изгиб в дымоход	$2D$	–	$7D$
Ниже дымохода	D	–	$5D$

Описанные методы [23] (для скоростных каналов) требуют, чтобы место размещения датчиков было не менее восьми диаметров канала ниже по потоку и двух диаметров выше от любого возмущения потока. Для прямоугольного воздуховода эквивалентный диаметр (также известный как гидравлический диаметр) принимает значение

$$D_e = 2LW/(L + W), \quad (4)$$

где L – длина, W – ширина.

Стандарты BS 6069 / ISO 9096 [BS 6069 / ISO 9096] определяют пять гидравлических диаметров ниже по потоку и два диаметра вверх по потоку, за исключением случаев, когда место отбора проб находится в дымоходе. Тогда требование увеличивается до пяти диаметров ниже верха дымохода. Признано, что идеальное требование не может быть выполнено, и именно приемлемые требования в таких случаях приведены в табл. 2.

Если невозможно найти подходящее место для размещения датчиков, отвечающее требованиям соответствующего стандарта, тогда необходимо использовать большее количество точек размещения с целью повышения информационной надежности обработки данных при выходе из строя элементов комплекса в местах агрессивного воздействия материалов и частиц.

Этап определения количества и относительного расположения точек размещения. Выбрав положение в канале дымохода, где будет производиться размещение датчиков для отбора проб, можно определить количество точек размещения. Принцип заключается в том, что каждая точка отбора проб должна представлять область, которая является фиксированной долей общей площади канала дымохода. Стандарт [19] рекомендует четыре или восемь точек отбора проб, которые должны быть располо-

жены, как показано на рис. 5. Для прямоугольных дымоходов распределение точек отбора проб довольно очевидно. Каждая точка представляет меньшую прямоугольную область 1/4 или 1/8 от размера дымохода. Для небольших каналов каждая точка представляет сегмент, который составляет одну четверть круга. Для больших каналов внутренние четыре точки представляют сегменты круга, имеющие половину общей площади, в то время как внешние четыре точки находятся в кольцевой области, представляющей другую половину. Меньшее количество точек может использоваться, если площадь канала в этом положении составляет менее 2,5 м². Однако, если профиль скорости очень неравномерен, требуется большее количество точек.

Для большей точности – и особенно если вышеописанные требования к местоположению датчиков не выполняются – следует использовать большее количество точек размещения (этого требует и мультиверсионная технология обеспечения информационной надежности при обработке данных мониторинга). Например, стандарт [24] предписывает 12 точек отбора проб для дымохода 2×1 м и 32 точки отбора проб на восьми различных радиусах для круглого канала дымохода диаметром 5 м.

В качестве решения предлагается многоточечный принцип измерения параметров в одной плоскости [25]. Таким образом, такие параметры, как температура уходящих газов, температура газов в местах отбора проб, среднее содержание кислорода в дымовых газах, концентрация веществ, содержание взвешенных частиц до и после фильтрации, могут быть определены (измерены) для получения объективной информации течения процесса в объекте, имеющем объемный принцип действия.

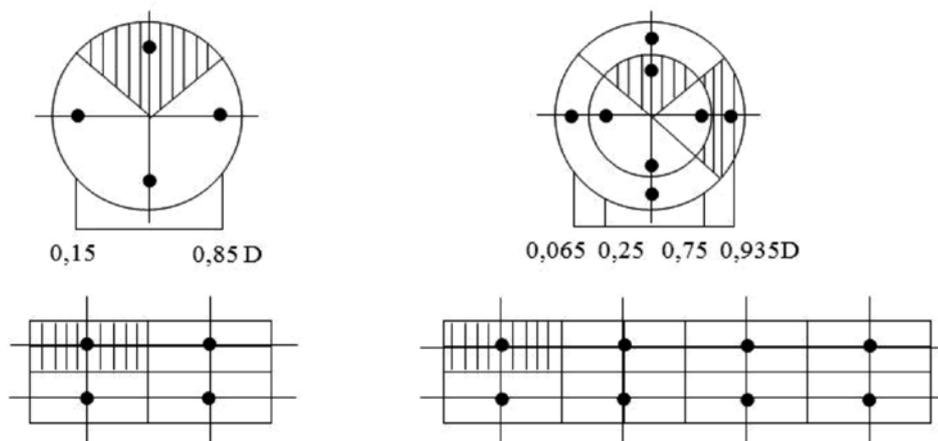


Рис. 5. Количество точек круглого и прямоугольного профиля в соответствии со стандартом [19]

Рассмотрим структурную схему системы дымоудаления с визуализацией многоточечного принципа измерения параметров технологического процесса (рис. 6).

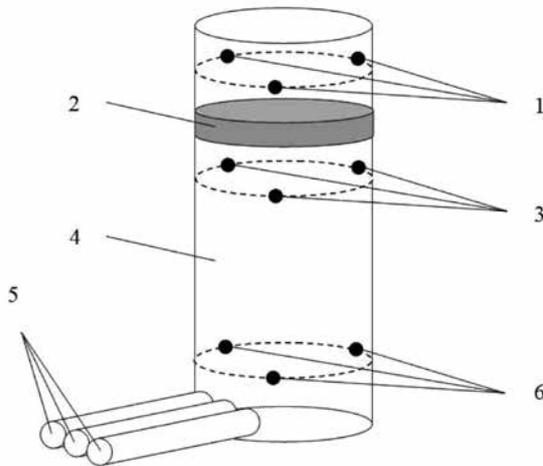


Рис. 6. Визуализация многоточечного принципа измерения параметров ТП:

1 – места установки датчиков после системы фильтрации в соответствии с многоточечным принципом измерения ($t_{11}, t_{12}, t_{13}, c_{11}, c_{12}, c_{13}, v_{11}, v_{12}, v_{13}$); 2 – система фильтрации; 3 – места установки датчиков до системы фильтрации в соответствии с многоточечным принципом измерения ($t_{21}, t_{22}, t_{23}, c_{21}, c_{22}, c_{23}, v_{21}, v_{22}, v_{23}$); 4 – дымовая труба; 5 – дымоходы от топочных установок; 6 – места установки датчиков в соответствии с многоточечным принципом измерения ($t_{31}, t_{32}, t_{33}, c_{31}, c_{32}, c_{33}$)

Полученный план размещения датчиков многоточечной измерительной системы позволяет реализовать мультиверсионный подход формирования измеряемых параметров технологического процесса [26], выразив обобщенный критерий качества в виде следующей зависимости:

$$\frac{|T_1 - X_1|}{X_1} + \frac{|C_1 - X_2|}{X_2} + \frac{|V_1 - X_3|}{X_3} + \frac{|T_2 - X_4|}{X_4} + \frac{|C_2 - X_5|}{X_5} + \frac{|V_2 - X_6|}{X_6} + \frac{|T_3 - X_7|}{X_7} + \frac{|C_3 - X_8|}{X_8} = K, \quad (5)$$

где $T_1, C_1, V_1, T_2, C_2, V_2, T_3, C_3$ – измеряемые величины параметров технологического процесса; $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8$ – заданные величины параметров технологического

процесса (температура газов в местах отбора проб после фильтрации, концентрация веществ и содержание взвешенных частиц после фильтрации, скорость потока газа после фильтрации, температура газов в местах отбора проб до фильтрации, концентрация веществ и содержание взвешенных частиц до фильтрации, скорость потока газа до фильтрации, температура уходящих газов, среднее содержание кислорода в дымовых газах, могут быть определены (измерены) для получения объективной информации течения процесса в объекте, имеющем объемный принцип действия), характеризующие регламентированное течение технологического процесса сжигания топлива. Так как используется мультиверсионный подход для получения избыточного количества измеряемых данных N , то K – обобщенный критерий качества технологического процесса рассчитывается по $n-1$ входам [27].

Коэффициент K в выражении (5) характеризует состояние хода технологического процесса. При этом в зависимости от регламента может быть определен диапазон значений, принимаемых коэффициентом K : от K_0 до K_1 – процесс протекает регламентировано; от K_1 до K_2 – имеются незначительные отклонения от регламента, которые не оказывают влияния на результат (конечный продукт); от K_2 до K_3 – имеются значительные отклонения от регламента, которые оказывают влияние на результат (конечный продукт); от K_3 и более – процесс протекает с нарушениями регламента и возможна аварийная ситуация.

Заключение

Математическое моделирование параметров процесса, таких как температура уходящих газов, скорость уходящих газов, температура газов в местах отбора проб, среднее содержание кислорода в дымовых газах, концентрация веществ, содержание взвешенных частиц до и после фильтрации, позволило не только описать функциональную зависимость показателя, отражающего качественные характеристики процесса, через параметры этого технологического процесса, но и разработать метод для определения мест расположения датчиков для отбора проб. На втором этапе алгоритмизации решена задача определения количества и относительного расположения точек размещения. В дальнейшем для формирования измеряемых значений параметров технологического процесса применяется мультиверсионный подход, основанный на получении N -го количества

измеряемых данных. Результирующее значение получается путем голосования.

Таким образом, на основе разработанной математической модели и алгоритмизации функций мониторинга технологического процесса сжигания топлива на ТЭС и транспортировки дымовых газов и взвешенных частиц в работе реализован мультиверсионный подход на основе многоочечных измерительных систем, способный выдавать оценку обобщенного критерия качества технологического процесса по $n-1$ входам и оценивать допустимый диапазон значений n -го параметра.

Список литературы

1. Ляховец М.В., Макаров Г.В., Саламатин А.С., Шипунов М.В. Оценивание предаварийных состояний технологического оборудования и контрольно-измерительных приборов // Промышленные АСУ и контроллеры. 2020. № 3. С. 16–24.
2. Охтилев М.Ю., Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Интеллектуальные технологии мониторинга состояния и управления структурной динамикой сложных технических объектов. М.: Наука, 2006. 410 с.
3. Tsarev R.Yu., Durmuş M.S., Üstoglu I., Morozov V.A. Application of majority voting and consensus voting algorithms in N-version software. J. Phys.: Conf. Ser. 2018. Vol. 1015. P. 042059.
4. Гофман П.М., Ковалев И.В., Тынченко Я.А., Кирьянов И.И., Колесник В.В. Отечественные стационарные системы виброконтроля и механических перемещений для питательных электронасосов тепловых электростанций // Промышленные АСУ и контроллеры. 2019. № 5. С. 55–72.
5. Самхарадзе Т.Г. Обзор результатов решения научных задач, изложенных в диссертационной работе на соискание ученой степени кандидата технических наук Парашук Е.М. «Автоматизированная система мониторинга воздушной среды как информационная поддержка принятия управляющих решений» по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» (промышленность) // Промышленные АСУ и контроллеры. 2016. № 3. С. 60–66.
6. Ведлер А.В., Шимолин М.В. Модернизация АСУ котловых агрегатов на ТЭЦ МУП «ЯТЭК» // Промышленные АСУ и контроллеры. 2021. № 5. С. 16–21.
7. Очков В.Ф. Сохранение и развитие тепловых электростанций или n-генерация // Энергосбережение и водоподготовка. 2017. № 1. С. 1–62.
8. Энхжаргал Х., Батмунх С., Саломатов В.В., Стенников В.А. Научно-технологические основы создания тепловой электростанции в концепции мультикомплекса с практически полной утилизацией отходов // Вестник ИрГТУ. 2012. № 3 (62). С. 106–113.
9. Золотова И.Ю., Карле В.А., Осокин Н.А. Влияние экзогенных факторов на эффективность деятельности тепловых электростанций // СРРМ. 2019. № 2. С. 174–181.
10. Сидорова Г.П., Крылов Д.А., Якимов А.А. Экологическое воздействие угольных ТЭС на окружающую среду // Вестник ЗабГУ. 2015. № 9 (124). С. 28–38.
11. Кондратьева О.Е. Основные подходы к созданию систем мониторинга воздействия ТЭС на окружающую среду // Энергетик. 2016. № 12. С. 32–40.
12. Никонова Р.А., Дрягина Д.Р. Защита окружающей среды при эксплуатации ТЭС // Современные инновации. 2018. № 3 (25). С. 12–15.
13. Tynchenko Ya.A., Kovalev I.V. Expert study of emission monitoring equipment for Russian thermal power plants. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci., 2019. Vol. 315. P. 062021.
14. Научно-производственная фирма «КРУГ» – 25 лет в авангарде отечественной промышленной автоматизации НПФ «КРУГ» // Промышленные АСУ и контроллеры. 2017. № 12. С. 03–04.
15. Weston J. Planning and Environmental Impact Assessment in Practice. UK: Routledge, 2014. 216 p.
16. Tynchenko Ya.A., Kovalev I.V. Quality assessment of the fuel preparation production process at thermal power plants. J. Phys.: Conf. Ser., 2020, Vol. 1515. P. 052067.
17. Самхарадзе Т.Г. Обзор результатов решения научных задач, изложенных в диссертационной работе Свердловской О.Л. «Автоматизация управления технологическими процессами разделения газов в промышленности» по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» (промышленность) // Промышленные АСУ и контроллеры. 2016. № 1. С. 51–60.
18. Ветошкин А.Г. Основы инженерной защиты окружающей среды. М.: Инфра-Инженерия, 2016. 456 с.
19. BS 3405: Measurement of Particulate Emission Including Grit. British Standards Institute Staff, 1989. 20 p.
20. Кнунянц И.Л. Краткая химическая энциклопедия. М.: Книга по требованию, 2013. 638 с.
21. Стаханов И.П. Физика термоэмиссионного преобразователя. М.: Энергоатомиздат, 1985. 207 с.
22. Комолов Д.В., Двилянский А.А. Адресный метод идентификации диагностических сигналов в автоматизированных системах управления технологическими процессами и производствами // Промышленные АСУ и контроллеры. 2021. № 5. С. 43–48.
23. Clarke Andrew G. Industrial Air Pollution Monitoring. UK: Chapman & Hall, 2014. 306 p.
24. BS 893: Method for the measurement of the concentration of particulate material in ducts carrying gases. British Standards Institute Staff, 1978. 16 p.
25. Saramud M.V., Kovalev I.V., Losev V.V., Kuznetsov A.S., Kovalev D.I., Ognerubov S.S. A new approach to multi-version decision-making to improve the reliability of environmental monitoring parameters. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2018. Vol. 450. P. 062001.
26. Kovalev I.V., Losev V.V., Saramud M.V., Kovalev D.I., Karaseva M.V., Kuznetsov A.S. On the problem of monitoring a technological process based on multipoint spatial measurement of parameters. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci., 2019. Vol. 315. P. 062030.
27. Tynchenko Ya.A., Saramud M.V., Kovalev I.V. Assessment models for the generalized quality criterion for the production processes of thermal power plants. J. Phys.: Conf. Ser., 2019. Vol. 1399. P. 055099.

УДК 004.021:65.012.2:658.51/.52

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

Колесникова О.В., Рупинец И.С., Лелюхин В.Е.

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, e-mail: miis@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы автоматизации оперативного управления производством при возникновении отклонений от регламентируемых графиков выполнения производственных заданий. В ходе исследований функционирования автоматизированной системы управления производством определены основные направления повышения надежности автоматизированной системы управления. Предложена структурная схема модели автоматизированной подсистемы оперативного регулирования, заменяющей «ручное управление» на этапе диспетчеризации производства с использованием информационной модели цифровых двойников технологических потоков. В результате выполненных авторами исследований установлено, что любое отклонение от заданной компьютером программы управления производством зарождается в момент нарушения времени выполнения какой-либо детали-операции, что вызывает «лавинообразное» нарастание отклонений в производственном графике. Показано, что характер процесса нарастания отклонений зависит от количества детали-операций дефектной цепи и не зависит от причин, вызывающих эти отклонения. Определено, что увеличение времени принятия управляющих решений в ходе корректировки цифрового двойника приводит к нарастанию объема корректировок, а также увеличению сроков изготовления изделия. Рассмотренная в статье структурная схема модели оперативного управления отклонениями, а также алгоритмы поиска дефектной цепи и управления отклонениями составляют основу модернизации существующей на предприятии системы управления производством.

Ключевые слова: машиностроение, дискретное производство, мелкосерийное и единичное производство, цифровые двойники, оперативное управление

DIGITAL TWINS IN OPERATING CONTROL AUTOMATION ENGINEERING PRODUCTION

Kolesnikova O.V., Rupinets I.S., Lelyukhin V.E.

Far-Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: miis@mail.ru

The article deals with the issues of operational management of production in the event of deviations from the regulated schedules for performing production tasks. In the course of research into the functioning of an automated production control system, the main directions of increasing the reliability of an automated control system. A structural diagram of a model of an automated subsystem of operational regulation, which replaces «manual control» at the stage of dispatching the use of information models of digital twins of technological streams, is proposed. As a result of the research carried out by the authors, it was found that any deviation from a given computer program for production control occurs at the moment of violation of the execution time of any operation, which causes an «avalanche» increase in deviations in the production schedule. It is shown that the nature of the process of increasing deviations depends on the number of part-operations of the defective chain and does not depend on those causing these deviations. It has been determined that an increase in the time for making control decisions in the course of adjusting the digital twin leads to an increase in the volume of adjustments, as well as an increase in the production time of products. The article discusses a structural diagram of a model for operational management of deviations, as well as algorithms for searching for a defective chain and managing deviations, which form the basis for modernizing the existing production management system at the enterprise.

Keywords: mechanical engineering, discrete production, small-scale and one-off production, digital twins, operational management

Поиск эффективных методов управления, организации машиностроительного производства, схем построения автоматизированных систем управления производством является актуальной задачей современности.

Современным распространенным и широко используемым считается метод MRP II. Этот метод получил настолько широкое применение, что считается стандартом планирования. Для реализации данного метода разработано большое количество алгоритмов оперативно-календарного планирования производства и составления расписаний [1–3].

Производственный процесс можно представить в виде совокупности действий

персонала и используемых им орудий производства, предназначенных для изготовления определенной продукции в указанном количестве, качестве и в заданные сроки. Тип производства зависит от количества производимой продукции, а также повторяемости ее изготовления [3–5]. Мелкосерийный и единичный тип производства характеризуется большой номенклатурой и малыми объемами выпуска изделий. Кроме того, повторяемость выпуска изделий обычно нерегулярна [6, 7].

Цель исследований заключалась в определении возможности автоматизации управления производственным процессом машиностроительного предприятия при

возникновении отклонений от графиков выполнения работ.

В статье рассматриваются способы повышения надежности автоматизированной системы управления производством при возникновении отклонений в ходе производственного процесса, вызванных различными внешними и внутренними факторами с использованием цифровых двойников [8–10].

Модель управления производством

Для решения проблемы создания эффективной системы автоматизированного управления производственным процессом в рамках предприятия необходимо автоматизировать оперативное управление на этапе протекания производственного процесса. В статье рассматривается возможность реализации автоматизированной подсистемы, заменяющей «ручное управление» на этапе диспетчеризации производства.

Особенности мелкосерийного и единичного производства накладывают определенные требования и ограничения при формировании графика загрузки рабочих мест. При формировании программы управления P_u , для каждого заказа z_i из множества заказов Z ($Z := \{z_1, z_2, \dots, z_n\}$, $z_i \in Z$) необходимо решить задачу распределения конечного множества разнохарактерных технологических потоков F^T ($F^T := \{f_1^T, f_2^T, \dots, f_i^T\}$, $f_k^T \in F^T$) в конечном дискретном пространстве рабочих мест R ($R := \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$, $r_j \in R$) производства.

На рис. 1 видно, что управление производством осуществляется в соответствии с программой, которая формируется в виде графика выполнения детали-операций, распределенных по рабочим местам в со-

ответствии с производственными структурами заказов. Исходной информацией для формирования программы управления является следующий набор: 1) множество заказов Z , в состав каждого из которых входит конечное множество изделий, представляемых в виде графа-дерева детали-сборочных единиц (ДСЕ); 2) множество технологических процессов, с описанием параметров выполнения всех детали-операций O ($O := \{o_1, o_2, \dots, o_q\}$, $o_q \in O$) для каждой ДСЕ; 3) множество отношений порядка следования детали-операций E ($E := \{e_1, e_2, \dots, e_d\}$, $e_h \in E$) в производственно-технологической структуре каждого изделия; 4) множество рабочих мест на предприятии R ; 5) производственный календарь предприятия [7, 11].

В общем виде такую модель можно представить в виде системы с программным управлением. Изменение программы управления производственным процессом происходит при поступлении очередного заказа, как показано на рис. 1 (блок 1).

Для каждой ДСЕ формируются технологические потоки f_k^T , зависящие от набора технологических операций o_q , отношений порядка следования детали-операций e_h , соответствующих рабочих мест r_j , размещаемых на временной координате t . При этом в ядре управления размещается полное множество технологических потоков F^T , распределяемое по свободным временным промежуткам в пространстве рабочих мест R .

На основе полученной информации $F^T(O, E, R, t)$ формируется комплект плано-производственной документации (ППД), которая поступает в производственные подразделения (блок 2) в качестве программы действий (рис. 1).

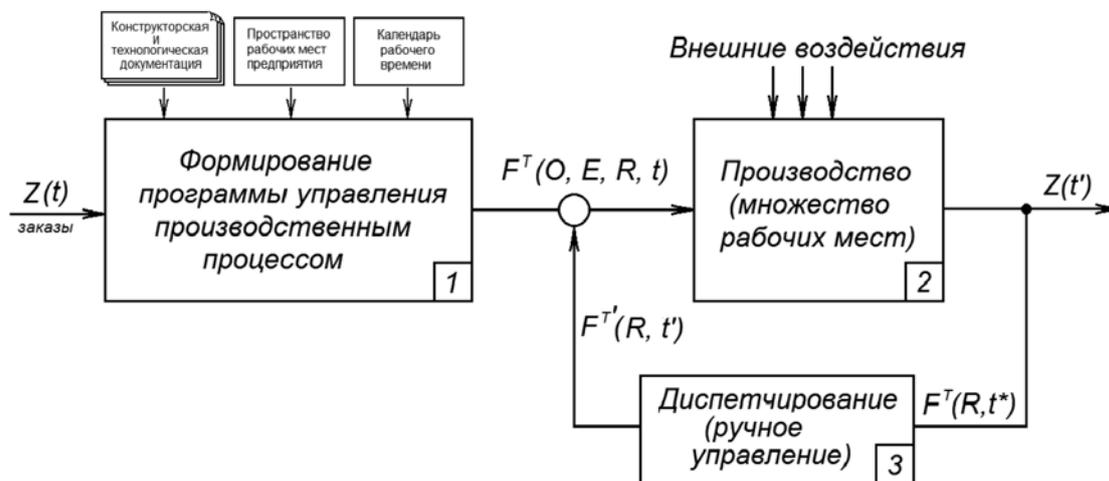


Рис. 1. Структурная схема модели автоматизации управления производством

Исполнение программы сформированного производственного плана контролируется сотрудниками ПДО и начальниками производственных подразделений. Регламентирующими документами является по-заказный перечень изделий, производственная спецификация с указанием состава изделий в виде перечня ДСЕ и маршрутные листы для каждой ДСЕ.

Представленная модель реализована в системе автоматизированного управления производством на машиностроительном предприятии АО «Дальрыбтехцентр» (Владивосток), выпускающем широкую номенклатуру технологического оборудования. Шестилетняя эксплуатация указанной системы продемонстрировала её работоспособность и эффективность использования в условиях постоянной смены номенклатуры выпускаемой продукции.

Функционирование автоматизированной системы управления

В результате многолетних наблюдений и анализа условий эксплуатации указанной системы автоматизированного управления определен ряд факторов, снижающих эффективность использования рассматриваемого инструментария.

В случаях нарушения времени выполнения регламентированных детали-операций, в «ручном режиме» (блок 3) сотрудниками планово-диспетчерского отдела (ПДО) осуществляется оперативная корректировка запланированных сроков выполнения детали-операций (рис. 1). Заметим, что корректировка ограничивается определением изменения времени Δt выполнения текущей технологической операции выполняемой на рабочем месте r_i без учета последующего набора детали-операции O и отношений порядка их следования E . При незначительных объемах отклонений ПДО успешно справляется с задачами оперативного управления, однако проблемы возникают при возрастании количества отклонений за короткий промежуток времени.

Анализ объемов информации для принятия управляющих решений, схемы информационных потоков и поведения модели управления при возникновении отклонений показал, что в существующей системе оперативные корректировки не учитываются в ядре управления, тем самым нарушая соответствие между цифровой моделью и реальным состоянием производства. Более того, на предприятии не остается никаких «информационных следов» о причинах отклонений, принятых решениях и полученных результатах.

Кроме того, при «ручном управлении» резкое возрастание количества отклонений в определенные моменты времени существенно влияет на качество принимаемых решений.

В ходе проведения исследований установлено следующее:

1. Любое отклонение от заданной компьютером программы управления производством зарождается в момент нарушения времени выполнения какой-либо детали-операции, что вызывает «лавинообразное» нарастание отклонений в производственном графике.

2. Характер процесса нарастания отклонений определяется длиной так называемых дефектных цепей и не зависит от причин, вызывающих эти отклонения.

3. Величина нарастания отклонений напрямую коррелируется с суммарным количеством из k детали-операций так называемых дефектных цепей по m количеству используемых рабочих мест, равным убывающему факториалу A_k^m .

Таким образом, именно наличие обратной связи с «ручным управлением» (блок 3) в существующем виде является своего рода «усилителем» рассогласований в системе управления (рис. 1).

Схема оперативного управления производством

Для повышения эффективности системы автоматизированного управления производственным процессом в рамках предприятия следует автоматизировать оперативное управление на этапе протекания производственного процесса [7, 13].

В статье рассматривается возможность реализации автоматизированной подсистемы, заменяющей «ручное управление» на этапе диспетчеризации производства с использованием информационной модели цифровых двойников технологических потоков.

На рис. 2 показана структурная схема модели управления с элементом автоматизации оперативного управления отклонениями от заданных регламентов выполнения производственного процесса.

Как видно на рис. 2, в отличие от схемы (рис. 1) управление осуществляется посредством размещения технологического потока $F^T(O, E, R, t)$ со смещением по временной оси на величину Δt непосредственно в ядре управления в виде $F^{T'}(O, E, R, t')$. Иными словами, автоматический поиск вариантов решений выполняется с учетом отношений порядка следования всей цепочки детали-операций до корневой вершины графа-дерева производственной структуры изделия, что невозможно при «ручном управлении».

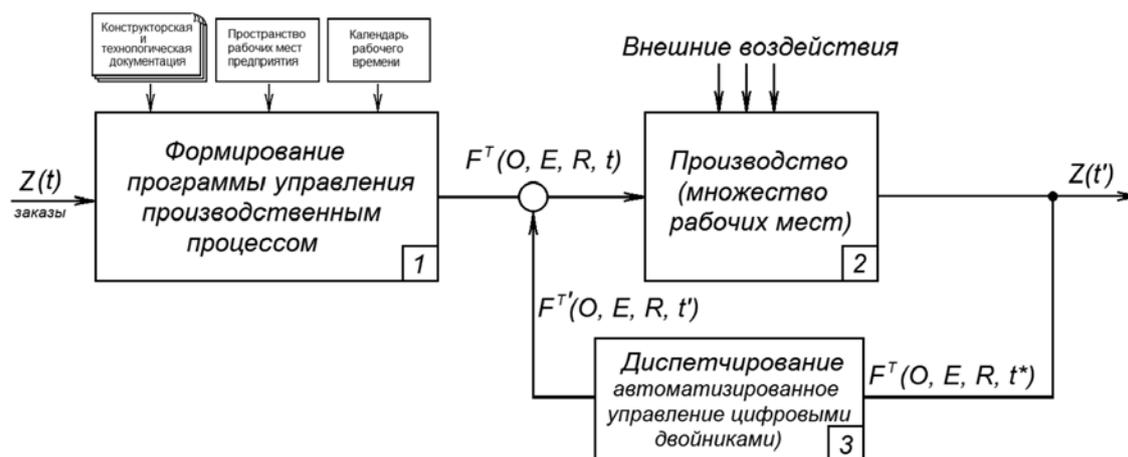


Рис. 2. Изменение модели управления производством

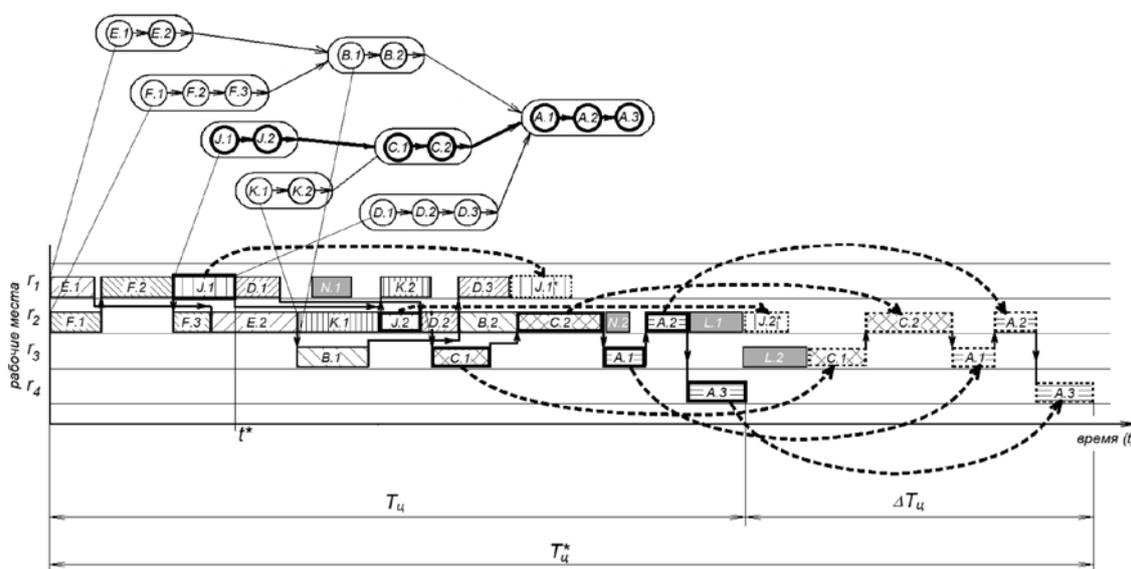


Рис. 3. Схема управления отклонением

Автоматизация оперативного управления отклонениями

В соответствии с предложенной схемой (рис. 2) автоматизация оперативного управления предполагает непосредственное внесение изменений в ядро управления, которое представляет собой квазиметрическое двумерное пространство, одна координата которого характеризует множество рабочих мест предприятия R , а другая – реально текущее время t .

Для формирования программы управления производством (рис. 2, блок 1) структура технологического процесса для каждой ДСЕ описывается графом в виде цепи, вершинами которой являются технологи-

ческие операции, а дугами – связи между ними [12]. С учетом этого технологический процесс представляется в виде ориентированного графа, в котором вершинами являются технологические операции o_i , а дугами e_{ij} (ребрами) задаются отношения порядка [6, 12]. На рис. 3 показан граф производственной структуры изделия и распределение детали-операций для разных ДСЕ в пространстве ядра управления.

При возникновении отклонений в ходе выполнения производственного графика необходимо определить цепочку технологических операций, требующую изменения времени выполнения. Такую цепь условимся называть «дефектной». Начальной вершиной дефектной цепи является дета-

ле-операция, которая не была выполнена в срок, регламентируемый управляющей программой, т.е. графиком. Конечной вершиной является последняя детали-операция в процессе изготовления изделия.

На рис. 3 показано состояние ядра управления, в котором размещены детали-операции $N.1$, $N.2$, $L.1$ и $L.1$ (обозначены серым) из параллельно выполняемых предприятием заказов. Как видно (рис. 3), в этом состоянии невозможно разместить выполнение детали-операции $J.1^*$ до момента начала операции $J.2$, что приводит к необходимости рассмотрения и корректировки размещения всех элементов дефектной цепи.

Авторы считают, что использование процедуры перепланирования, особенно в окрестности текущего момента времени t^* (рис. 3), приводит к чрезвычайному нарушению производственного процесса, поскольку вызывает необходимость сверхбыстрой реорганизации технологических потоков f_k^T , увеличению непроизводительных затрат времени на двойное выполнение вспомогательных процедур (включая подготовительно-заключительное время, время дополнительных транспортировок, время подготовки оснащения и инструмента и пр.), хранению неизготовленных полуфабрикатов, что влечет за собой резкий рост неоправданных расходов ресурсов, не создающих добавленной стоимости продукции [13]. В Японии такие расходы называют широко известным в мире термином «*muda*».

Чтобы сохранить целостность ядра управления, попытаемся разместить дефектную цепь, начальному звену которой

соответствует операция $J.1$, а конечному – корневая вершина графа-дерева производственной структуры изделия $A.3$. Как видно на рис. 3, в состав дефектной цепи входит 7 операций со структурой $J.1 \Rightarrow J.2 \Rightarrow C.1 \Rightarrow C.2 \Rightarrow A.1 \Rightarrow A.2 \Rightarrow A.3$.

Схема перестановок детали-операций дефектной цепи на рис. 3 обозначена утолщенными пунктирными стрелками. Исходные операции дефектной цепи выделены толстыми линиями, а вновь расставленные $J.1^*$, $J.2^*$, $C.1^*$, $C.2^*$, $A.1^*$, $A.2^*$ и $A.3^*$ – пунктирными линиями.

В результате выполненных перестановок (рис. 3) время первоначального технологического цикла $T_{ц}^n$ увеличилось на $\Delta T_{ц}$ и приняло значение $T_{ц}^*$.

Алгоритм управления отклонениями

Для решения задачи размещения детали-операций дефектной цепи в момент времени принятия решения $t_i^{пр}$ в пространстве ядра управления предложен эвристический алгоритм, заключающийся в последовательном поиске на временной координате незанятого участка длина которого не меньше времени выполнения i -й детали-операции, после чего процесс повторяется для $i + 1$ -й операции и т.д.

Процесс поиска решения задачи размещения моделируется следующим образом. Вдоль временной оси перемещается первый элемент (детали-операция) дефектной цепи до тех пор, пока не найдется на рабочем месте свободный временной участок или пока не произойдет совпадение времени окончания первой операции с началом второй.

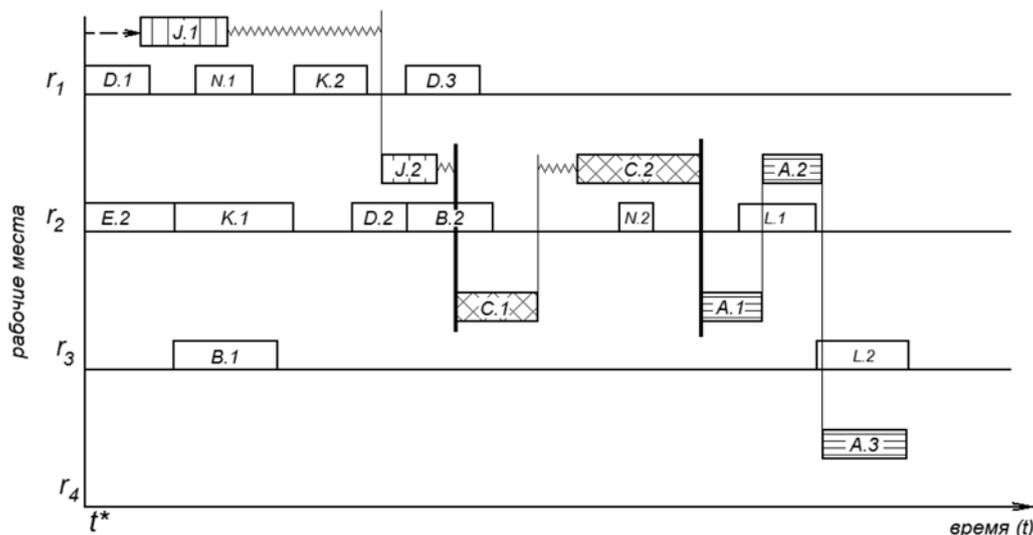


Рис. 4. Начальное состояние дефектной цепи в ядре управления

В последнем случае продолжается зависимое движение пары элементов (первого и второго элемента), пока не будет найдено свободное место размещения первого, а затем второго элементов. Если в ходе этого произошло совпадение времени окончания второй операции с началом третьей, то продолжается дальнейшее движение уже трех жестко связанных элементов и т.д.

Визуализация начального состояния дефектной цепи в ядре управления показана на рис. 4.

Здесь (рис. 4) для каждого рабочего места показаны периоды занятости, над рабочими местами расположены элементы дефектной цепи, направление движения элементов дефектной цепи обозначено пунктирной стрелкой, «жесткие» связи между элементами цепи представлены в виде вертикальных прямых линий, а временные интервалы между окончанием i -й и началом $i + 1$ -й операции обозначены ломаной линией.

Заключение

В результате выполненных авторами исследований установлено, что любое отклонение от заданной компьютером программы управления производством зарождается в момент нарушения времени выполнения какой-либо детали-операции, что вызывает «лавинообразное» нарастание отклонений в производственном графике. Показано, что характер процесса нарастания отклонений зависит от количества детали-операций дефектной цепи и не зависит от причин, вызывающих эти отклонения. Определено, что увеличение времени принятия управляющих решений в ходе корректировки цифрового двойника приводит к нарастанию объема корректировок, а также увеличению сроков изготовления изделия.

Рассмотренная в статье структурная схема модели оперативного управления отклонениями, а также алгоритмы поиска дефектной цепи и управления отклонениями составляют основу модернизации суще-

ствующей на предприятии системы управления производством.

Список литературы

1. Лазарев А.А., Гафаров Е.Р. Теория расписаний. Задачи и алгоритмы. М.: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (МГУ), 2011. 222 с.
2. Фролов Е.Б., Тихонова Ю.А., Корниенко А.А. Организация производственного процесса на предприятии при помощи метода вычисляемых приоритетов // Вестник МГТУ «Станкин». 2012. № 1 (19). С. 73–76.
3. Demeulemeester Erik L., Herroelen Willy S. Project Scheduling: a Research Handbook. New York; Boston; Dordrecht; London; Moscow: Kluwer Acad. Publ., 2002. 685 p.
4. Зак Ю.А. Построение расписаний работы сборочных конвейеров в мелко- и среднесерийном производстве // Проблемы управления. 2019. № 2. С. 54–59.
5. Сидоренко А.М., Хоботов Е.Н. Агрегирование при планировании работ на машиностроительных предприятиях // Известия РАН. Теория и системы управления. 2013. № 5. С. 132–144.
6. Лелюхин В.Е., Колесникова О.В. Цифровое информационное пространство управления производством морской техники // Морские интеллектуальные технологии. 2019. № 2 (44). Т. 2. С. 45–49.
7. Лелюхин В.Е., Колесникова О.В., Кузьминова Т.А. Оперативная корректировка планов мелкосерийного и единичного производства с использованием механизма диспетчирования // Автоматизация в промышленности. М.: Издательский дом «ИнфоАвтоматизация», 2016. № 12. С. 32–35.
8. Grieves M., Vickers J. Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems. In Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems 2016. P. 85–113.
9. Фролов Е.Б., Климов А.С., Зин Мин Хтун. Цифровой двойник производственной системы на основе программного обеспечения категории MES // Вестник Брянского государственного технического университета. 2018. № 12. С. 66–73.
10. Reifsnider K., Majumdar P. Multiphysics stimulated simulation digital twin methods for fleet management. In AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics and Materials Conference. 2013. P. 1578.
11. Колесникова О.В., Лелюхин В.Е. Структурно-параметрическое моделирование производственных планов // Научные технологии в машиностроении: М.: Изд-во Машиностроение, 2015. № 4. С. 31–35.
12. Diestel R. Graph theory / 3rd edition / Springer-Verlag Heidelberg, New York, 2005. 422 p.
13. Колесникова О.В., Рупинец И.С., Лелюхин В.Е. Проблемы перепланирования при автоматизации управления многономенклатурным машиностроительным производством // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 3. С. 45–50.

УДК 004.89

КЛАССИФИКАЦИЯ СКАНИРОВАННЫХ ДОКУМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОСЕТИ

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

^{1,2}Кочеров Р.В., ²Рыжкова Н.Г.

¹ООО «Нексус», Артемовский, e-mail: nexus077@gmail.com;

²ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: nexus077@gmail.com

В настоящее время одной из актуальных задач автоматизации документооборота организации в условиях поступления разнообразной документации от большого количества контрагентов является проверка и классификация сканированных материалов. В статье представлен анализ и основные характеристики существующих способов решения данной задачи. Целью исследования является разработка программного модуля, позволяющего классифицировать документы с точностью не менее 97% в режиме реального времени, что актуально для электронного документооборота в крупных и средних компаниях. Приведено описание решения поставленной задачи на основе сверточной нейросети (CNN – Convolutional Neural Network). Входными данными для программного модуля является pdf-файл сканированного документа, выходными данными является xml-файл с классом документа. Для повышения точности и скорости работы программы были решены задачи по кодированию сигнала для нейронной сети и определению ее структуры. Приведено описание этапов обработки сканированных документов и архитектуры разработанной нейросети. Предложенный метод классификации позволяет классифицировать страницы с высокой точностью на небольшом датасете. Проведено тестирование программы на датасете из 9628 страниц и 22 возможных классов. Точность составила 99,1%. Время классификации одной страницы без учета чтения файла и копирования в GPU составляет 2 мс на GeForce 780TI. Полное время классификации страницы составляет примерно 22,3 мс.

Ключевые слова: автоматизация документооборота, интеллектуальный документооборот, классификация документов, сверточная нейросеть, распознавание изображений

CLASSIFICATION OF SCANNED DOCUMENTS USING A CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

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

^{1,2}Kocherov R.V., ²Ryzhkova N.G.

¹LLC «Nexus», Artemovsky, e-mail: nexus077@gmail.com;

²Ural Federal University, Ekaterinburg, e-mail: nexus077@gmail.com

Currently, one of the urgent tasks of automating the organization's document flow in the context of receiving a variety of documentation from a large number of counterparties is the verification and classification of scanned materials. The article presents the analysis and main characteristics of the existing methods of solving this problem. The purpose of the study is to develop a software module that allows you to classify documents with an accuracy of not less than 97% in real time, which is relevant to the electronic document management in large and medium-sized companies. The description of the solution of the problem based on the convolutional neural Network (CNN – Convolutional Neural Network) is given. The input data for the program module is a pdf file of the scanned document, the output data is an xml file with the document class. To improve the accuracy and speed of the program, the tasks of encoding the signal for the neural network and determining its structure were solved. The stages of processing scanned documents and the architecture of the developed neural network are described. The proposed classification method allows you to classify pages with high accuracy on a small dataset. The program was tested on a dataset of 9628 pages and 22 possible classes. The accuracy was 99.1%. The classification time of a single page without considering file reading and copying to the GPU is 2 ms on the GeForce 780TI. The total page classification time is approximately 22.3 ms.

Keywords: document management automation, intelligent document management, document classification, convolutional neural network, image recognition

Автоматизация документооборота является важным этапом автоматизации производственных процессов предприятия. Одной из задач автоматизации документооборота является классификация документов, при которой программой производится выбор для документа одного из нескольких возможных классов. Наибольшая востребованность для делопроизводства организаций и сложность в обработке возникает для сканированных изображений, поэтому

далее под документом будем понимать отдельную страницу.

Для автоматической классификации документов используются два основных метода: классификация страниц по шаблону и классификация с помощью сверточных нейронных сетей. Первый метод заключается в том, что необходимо для каждого вида документа описать шаблон страницы, то есть четко определить расположение текстовых полей и ключевых слов в этих

полях. Это требует кропотливого описания шаблонов, а также их модификации при изменении формата документа.

Ускорения процесса можно добиться с использованием машинного обучения. Обзор успешного использования нейронных сетей для решения различных прикладных задач приведен в [1]. В статье [2] представлен двухэтапный подход к обучению и тестированию в реальном времени классификации изображений документов, основанный на использовании компьютерного зрения, с конечной точностью 83,24%. Работа [3] посвящена повышению эффективности обучения классификаторов на основе областей и их объединения для классификации изображений документов, метод достигает точности в 92,21%. В [4] предложен подход, основанный на выделении, анализе и объединении текстового и визуального потоков для классификации изображений документов, в визуальном потоке используются глубокие CNN для извлечения структурных особенностей изображений, точность зависит от вида входных данных. В исследовании [5] предлагается двухпоточная нейронная архитектура для выполнения задачи классификации изображений документов, при этом используется подход совместного обучения признаков, объединяющий признаки изображения и текстовые части, подход совместного обучения имеет точность классификации до 97,05%. Преимуществом использования нейросетевого подхода является отказ от шаблонов. Вместо этого для создания обучающего датасета требуется указать лишь класс документа. Это позволит быстро разметить датасет и при необходимости внести оперативные изменения, что сделает систему гибкой. Обзор решений показывает актуальность задачи повышения точности распознавания при работе системы в режиме реального времени.

Основными требованиями к реализации программного модуля классификации документов является точность и скорость его работы. Цель работы состоит в определении подхода, включающего порядок обработки

сканированных документов и архитектуру нейросети, позволяющего классифицировать документы с точностью не ниже 97% в режиме реального времени.

Входными данными для модуля является pdf-файл сканированного документа (примером документа является акт освидетельствования скрытых работ [6]), выходными данными является xml-файл с классом документа.

Классификация документов с использованием CNN

Исходя из вышеописанного, для классификации документов выбран подход с использованием нейронной сети. Для повышения точности и скорости работы программы были решены задачи по кодированию сигнала для нейронной сети и определению ее структуры.

Анализ факторов [7], влияющих на производительность CNN для обработки изображений документов, позволяет выделить применение сдвиговых преобразований во время обучения и использование больших входных изображений, которые приводят к наибольшему увеличению производительности, достигая показателей на RVL-CDIP с точностью 90,8%. Для увеличения скорости работы сети и повышения точности классификации были использованы «экспоненциальные линейные модули» – ELU [8], а также использованы слои Dropout[9].

Определен следующий порядок обработки сканированных документов.

1. Выполняется коррекция изображения по гистограмме яркости и по углу поворота. Эти меры должны существенно поднять качество работы Tesseract OCR алгоритма.

2. Выполняется распознавание текстовых полей и их значений. Результат – дескриптор страницы записывается в xml-файл.

3. Для каждого такого дескриптора создается специальная пара изображений (показаны на рис. 1), которые являются входным сигналом для нейросети классификатора и сжимаются до разрешения 128×128 пикселей.



Рис. 1. Пара изображений, сгенерированных для дескриптора

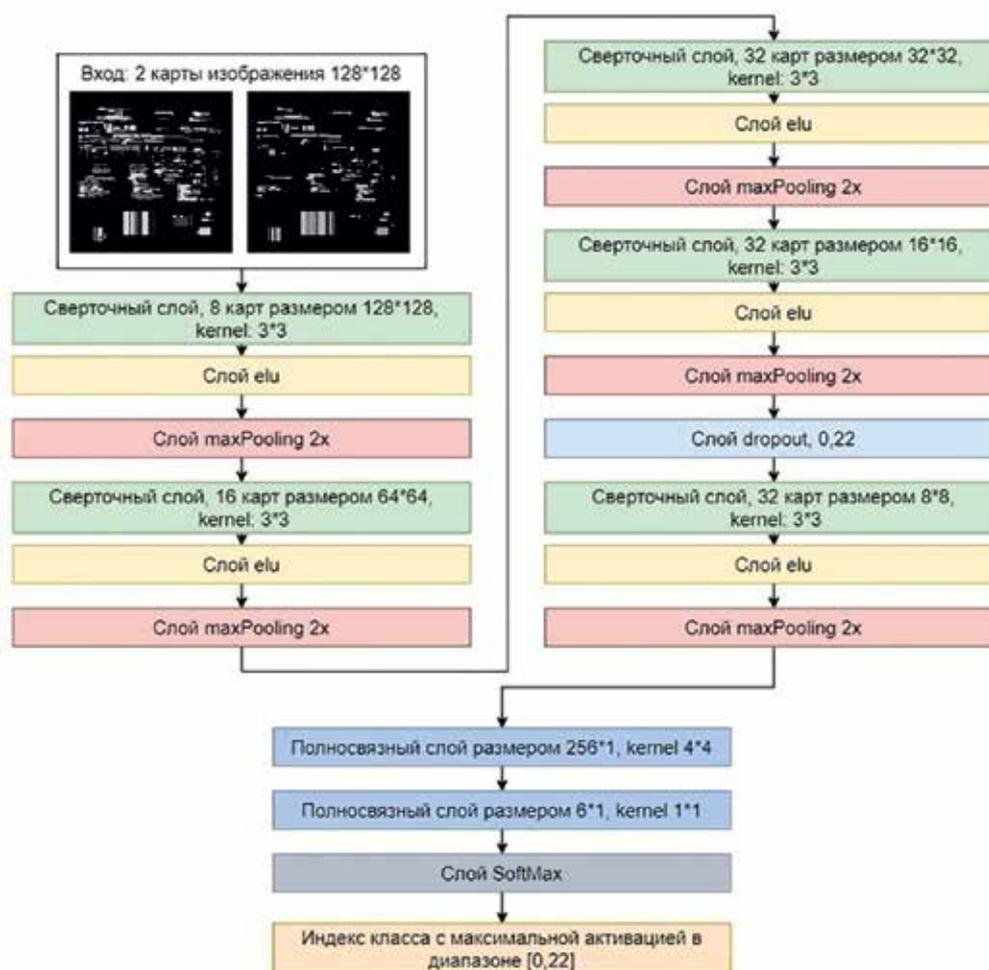


Рис. 2. Архитектура разработанной нейросети

4. Нейросеть классифицирует каждую из страниц-дескрипторов. Причем при обучении этой нейросети вводился специальный класс «неизвестная страница» – страница, которая не относится ни к одному из заданных в датасете типов документов. Нейросеть возвращает целое положительное число, которое является ID класса страницы. Архитектура разработанной нейросети представлена на рис. 2.

В работах по классификации страниц часто используется значительное уменьшение размера исходного изображения. Такой подход приводит к значительной потере информации, это особенно актуально при наличии мелкого текста. Для преодоления этой проблемы ряд авторов использовали подход формирования признаков из исходного изображения, используя для этого нейросеть и, например, скользящее окно. Признаки компактно описывают модель страницы без значительных потерь информации. Однако

они используют дополнительные действия, что усложняет процесс разработки и обучения. Для повышения эффективности предлагается использовать подход по созданию изображений из полученного набора текстовых полей и символов, находящихся внутри них: яркость и координаты пикселя в дескрипторе определяются значением и положением символа на странице. Результат – компактное описание скана страницы практически без потери информации.

Результаты исследования и их обсуждение

Проведено тестирование программного модуля на сканированных документах, таких как акт освидетельствования скрытых работ, акт освидетельствования ответственных конструкций, акт о результатах проверки изделий, акты заключений неразрушающего контроля (радиографический метод). Объем датасета, сформированный из этих документов, составил 9628 страниц.

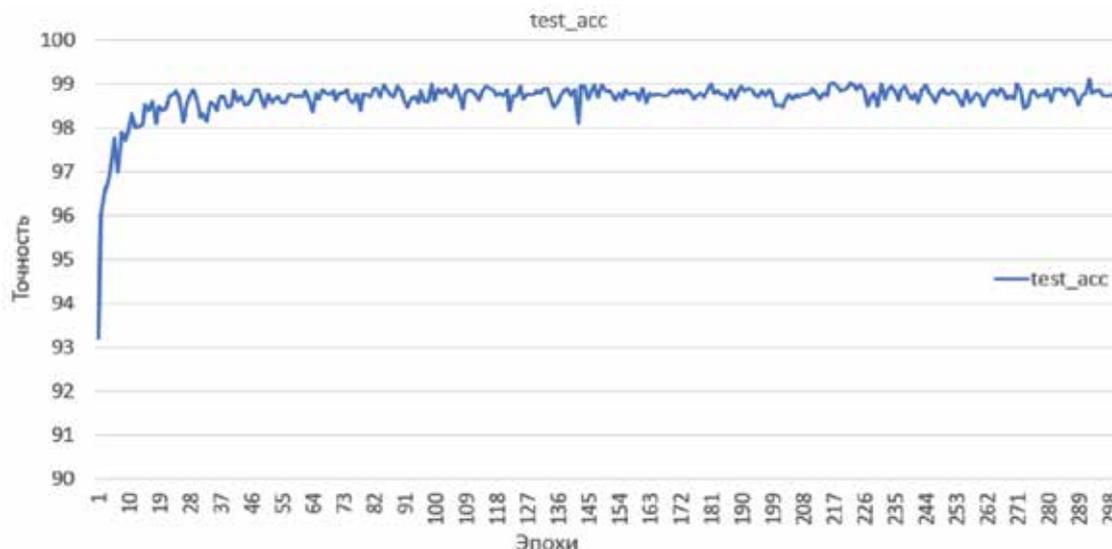


Рис. 3. Доля верных ответов на тестовом наборе в зависимости от эпохи

Доля обучающей выборки составила 7702 страницы, доля тестовой выборки – 1926 страниц. В результате обучения была достигнута точность (доля верных ответов) 99,1% на тестовой выборке (рис. 3). Время обучения составило около 18 с на одну эпоху на видеокарте Geforce GTX 780TI. Время классификации одной страницы без учета чтения файла и копирования в GPU составляет: 2 мс на GeForce 780TI. Время классификации одной страницы с учетом всех этапов обработки документа и записи типа страницы в xml-файл составляет примерно 22,3 мс, что соответствует обработке документов в режиме реального времени.

Заключение

Разработан порядок обработки сканированных документов, архитектура нейронной сети, выполнена программная реализация предложенного решения. Обучение и тестирование нейронной сети подтвердило увеличение точности распознавания по сравнению с представленными решениями. Оценка скорости работы программного модуля позволяет использовать систему в организациях в режиме реального времени. Дальнейшие пути развития системы видятся в следующих направлениях: оптимизация хранения данных, предварительная обработка входных данных для уменьшения количества читаемых файлов, использование базы данных.

Список литературы

1. Kotyuzhanskiy L.A., Ryzhkova N.G., Chetverkin N.V. Semantic segmentation in flaw detection. MIP: Engineering-2020. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering

862 (2020) 032056. P. 7. [Electronic resource]. URL: <https://iop-science.iop.org/article/10.1088/1757-899X/862/3/032056> (date of access: 22.05.2021). DOI:10.1088/1757-899X/862/3/032056.

2. Kölsch A., M. Afzal M.Z., Ebbecke M., Liwicki M. Real-time document image classification using deep CNN and extreme learning machines. 14th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition, ICDAR 2017. Proceedings of the International Conference on Document Analysis and Recognition, ICDAR Volume 1, 25 January 2018, P. 1318–1323. [Electronic resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/321124702_Real-Time_Document_Image_Classification_Using_Deep_CNN_and_Extreme_Learning_Machines (date of access: 22.05.2021). DOI: 10.1109/ICDAR.2017.217.

3. Das A., Roy S., Bhattacharya U., Parui S.K. Document image classification with intra-domain transfer learning and stacked generalization of deep convolutional neural networks. 24th International Conference on Pattern Recognition, ICPR 2018. Proceedings – International Conference on Pattern Recognition Volume 2018 – August, 26 November 2018, p. 8545630, P. 3180–3185. [Electronic resource]. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8545630> (date of access: 22.05.2021). DOI: 10.1109/ICPR.2018.8545630.

4. Asim M.N., Khan M.U.G., Malik M.I., Razaque K., Dengel A., Ahmed S. Two stream deep network for document image classification. 5th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition, ICDAR 2019. Proceedings of the International Conference on Document Analysis and Recognition, ICDAR September 2019, p. 8978000, P. 1410–1416. [Electronic resource]. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8978000> (date of access: 22.05.2021). DOI: 10.1109/ICDAR.2019.00227.

5. Bakkali S., Ming Z., Coustaty M., Rusinol M. Visual and textual deep feature fusion for document image classification. 2020 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops, CVPRW 2020. IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops Volume 2020-June, June 2020, P. 9150829, P. 2394–2403. [Electronic resource]. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9150829> (date of access: 22.05.2021). DOI: 10.1109/CVPRW50498.2020.00289.

6. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 26 декабря 2006 г. № 1128 «Об утверждении и введении в действие Требований к составу и порядку ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства и требований,

предъявляемых к актам освидетельствования работ, конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения» (с изменениями на 9 ноября 2017 года). Приложение 3. Актуальная форма акта освидетельствования скрытых работ [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_66762/ (дата обращения: 13.05.2021).

7. Kang L., Kumar J., Peng Y., Li Y. Convolutional neural networks for document image classification // 22nd International Conference on Pattern Recognition (ICPR), 2014. [Electronic resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/286725002_Convolutional_Neural_Networks_for_

Document Image Classification (date of access: 22.05.2021). DOI:10.1109/ICPR.2014.546.

8. Clevert D., Unterthiner T., Hochreiter S. Fast and Accurate Deep Network Learning by Exponential Linear Units (ELUs). ICLR 2016. [Electronic resource]. URL: <https://arxiv.org/abs/1511.07289> (date of access: 22.05.2021).

9. Srivastava N., Hinton G., Krizhevsky A., Sutskever I., Salakhutdinov R. Dropout: A Simple Way to Prevent Neural Networks from Overfitting. Journal of Machine Learning Research 15, 2014, P. 1929–1958. [Electronic resource]. URL: <http://www.cs.toronto.edu/~rsalakhu/papers/srivastava14a.pdf> (date of access: 22.05.2021).

УДК 004.4'2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕБ-ПОРТАЛА «ЦИФРОВОЙ ДАГЕСТАН» ДЛЯ АНАЛИЗА РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ РЕГИОНА

Магомедова С.Р., Касимова Т.М.

*ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет», Махачкала,
e-mail: msabina_1990@mail.ru, taisa.kasimova@mail.ru*

Разрабатываемая открытая информационная система «Цифровой Дагестан» представляет собой цифровой веб-сервис, предназначенный для синхронизации целевых показателей национальной программы «Цифровая экономика РФ» с задачами муниципальных образований региона и выравнивания уровня их цифрового развития. В настоящей статье представлены результаты проектирования веб-портала «Цифровой Дагестан» для анализа развития цифровой экономики муниципальных образований Республики Дагестан методами объектно-ориентированного моделирования с использованием программного инструментария StarUML. Анализ цифрового развития муниципальных образований включает в себя расчет темпов роста показателей использования информационно-коммуникационных технологий, вывод результатов расчета в аналитические таблицы, построение графиков, проведение статистической группировки муниципальных образований по уровню цифровизации, расчет и визуализацию рейтинга муниципальных образований по уровню цифровой зрелости. В рамках данной работы нами определены основные актеры, т.е. основные роли веб-портала, построена диаграмма классов, отражающая основные сущности проектируемой информационной системы, построены две диаграммы прецедентов, описывающие существующие взаимодействия актера с системой, разработана логическая структура веб-портала, приведен макет главной страницы, разработанный в сервисе Figma, определены основные веб-страницы портала, представлено их функциональное назначение и описание.

Ключевые слова: UML, диаграмма классов, диаграмма прецедентов, веб-портал, цифровой Дагестан, муниципальные образования

DESIGNING THE WEB PORTAL «DIGITAL DAGESTAN» FOR ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF THE DIGITAL ECONOMY OF MUNICIPAL EDUCATIONS OF THE REGION

Magomedova S.R., Kasimova T.M.

Dagestan State University, Makhachkala, e-mail: msabina_1990@mail.ru, taisa.kasimova@mail.ru

The developed open information system «Digital Dagestan» is a digital web service designed to synchronize the target indicators of the national program «Digital Economy of the Russian Federation» with the tasks of the regional municipalities and equalize the level of their digital development. This article presents the results of designing a web portal «Digital Dagestan» for analyzing the development of the digital economy of municipalities in the Republic of Dagestan using object-oriented modeling methods using StarUML software tools. The analysis of the digital development of municipalities includes the calculation of the growth rates of ICT use indicators, the output of the calculation results into analytical tables, the construction of graphs, the statistical grouping of municipalities by the level of digitalization, the calculation and visualization of the rating of municipalities by the level of digital maturity. Within the framework of this work, we have identified the main actors, i.e. the main roles of the web portal, a class diagram is built that reflects the main entities of the projected information system, two use case diagrams are built describing the existing interactions of the actor with the system, the logical structure of the web portal is developed, the layout of the main page developed in the Figma service is determined, the main web pages of the portal, their functional purpose and description are presented.

Keywords: UML, class diagram, use case diagram, web portal, digital Dagestan, municipalities

Трансформация экономики региона в цифровую невозможна без участия муниципалитетов. При этом методология формирования цифрового региона предусматривает обязательный для всех регионов «цифровой минимум» – минимальный набор соответствующих сервисов и продуктов. Проанализировав существующие программные средства, предлагающие аналитические возможности, мы пришли к выводу, что необходимо разработать веб-портал для анализа и прогнозирования показателей цифровой экономики. Разработка и внедрение предлагаемой системы

автоматизированной поддержки принятия решений позволит повысить эффективность государственного и муниципального управления.

Целью исследования является проектирование веб-портала, который позволяет анализировать показатели цифрового развития муниципальных образований (МО) региона методами объектно-ориентированного моделирования.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– разработать диаграмму классов и прецедентов, позволяющих определить функ-

циональные возможности информационной системы;

– спроектировать структуру веб-портала, включающую в себя схему веб-страниц портала и описание каждой из них.

Материалы и методы исследования

В качестве исходной информации для проектирования информационной системы выступают данные, предоставляемые территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Республике Дагестан за 2018–2020 гг. по данным, характеризующим использование цифровых технологий и оборудования, средства защиты информации, внутренние и внешние затраты на внедрение и использование цифровых технологий, цифровые навыки в разрезе органов местного самоуправления Республики Дагестан.

Для разработки проекта веб-портала используется унифицированный язык объектно-ориентированного проектирования информационных систем UML (Unified Modeling Language), который дает представление о предметной области посредством построения различных видов диаграмм для описания свойств и поведения системы [1].

Результаты исследования и их обсуждение

Основой унифицированного языка моделирования являются диаграммы, позволяющие визуально определять архитектуру проекта.

Диаграмма классов является основой для создания базы данных для обеспечения хранения данных.

Диаграммы классов показывают статическую структуру системы, то есть определяют типы объектов системы и различного рода статические связи и отношения между ними [2].

Инфологическая модель базы данных для системы управления базами данных MySQL представлена на рис. 1.

Частным случаем диаграммы классов является диаграмма «сущность – связь» (ER диаграмма), используемая для моделирования логической схемы базы данных. В отличие от классических ER диаграмм, диаграмма классов позволяет моделировать поведение системы.

Классами разрабатываемой веб-системы являются:

- муниципальные образования – класс, который содержит сведения о МО;
- показатели – это класс, используемый для хранения всех имеющихся показателей для анализа;
- годы – класс, хранящий временные периоды анализа;
- отчеты – содержит все выходные данные по отчетным документам.

Приведенная диаграмма классов отражает существующие классы, их атрибуты и операции, которые можно выполнять над сущностями класса.

Актером в данной системе является пользователь портала и сама информационная система.

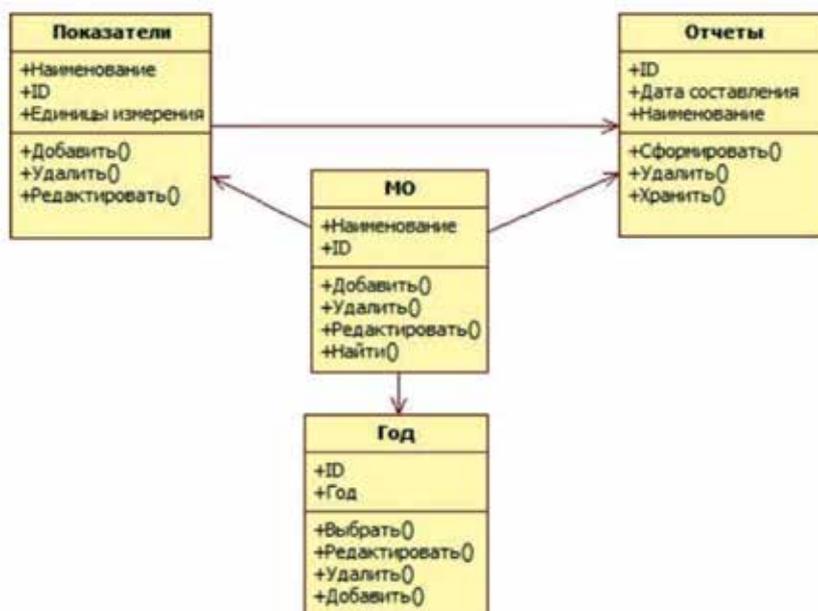


Рис. 1. Диаграмма классов веб-портала «Цифровой Дагестан»

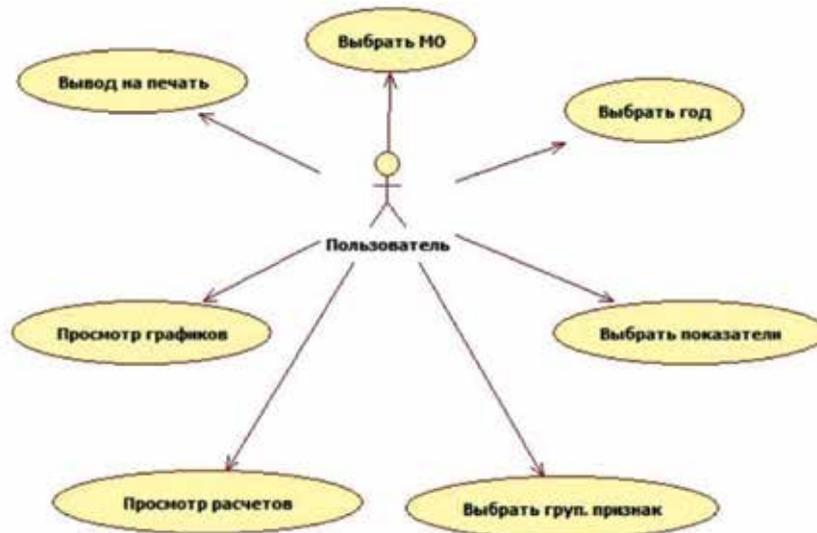


Рис. 2. Диаграмма прецедентов для актера «Пользователь»



Рис. 3. Диаграмма прецедентов для актера «ИС»

Для определения поведения системы используется диаграмма прецедентов, отражающая действия, которые может выполнять актер с сущностями системы (рис. 2).

Согласно рис. 2 пользователь веб-приложения может выполнять следующие действия, соответствующие основным функциональным возможностям портала:

- осуществлять выбор группировочного признака и периода анализа для проведения статистической группировки муниципальных образований по уровню развития цифровой экономики;

- выбирать показатели, периоды анализа или муниципальные образования для расчета показателей динамики показателей использования ИКТ, в частности цепные и базисные темпы роста;

- просматривать и выводить на печать результаты расчетов в виде аналитических таблиц и графиков.

На рис. 3 приведена диаграмма прецедентов для актера «Информационная система». ИС была выделена в качестве актера, чтобы показать все взаимодействия, выполняемые веб-порталом.

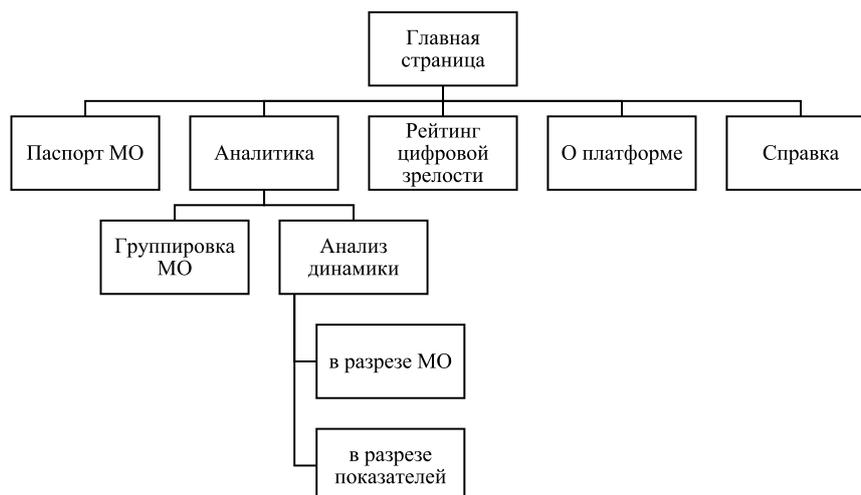


Рис. 4. Структура веб-портала «Цифровой Дагестан»

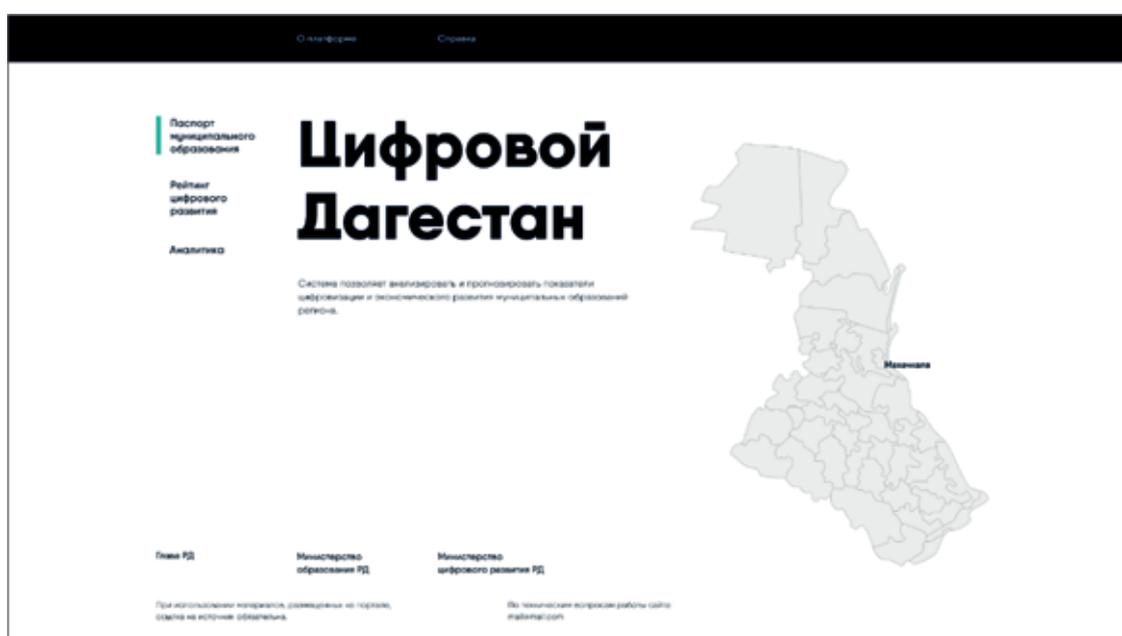


Рис. 5. Макет экранной формы главной страницы веб-портала

Представленные диаграммы разработаны с помощью программного средства StarUML [3].

Следующей задачей настоящего исследования являлось проектирование интерфейса главной страницы веб-портала. Представим структуру главной страницы веб-портала (рис. 4).

Макет главной страницы веб-портала приведен на рис. 5.

Макет главной страницы разработан при помощи онлайн-сервиса Figma.

Страница «Паспорт муниципального образования» содержит основные социаль-

но-экономические показатели, характеризующие деятельность МО. Пользователь может выбрать из перечня определенные муниципальные образования, период анализа и показатели. Результаты запросов пользователей будут представлены в виде таблиц и аналитических дашбордов.

Страница «Аналитика» состоит из трех разделов: статистическая группировка, анализ динамики в разрезе муниципальных округов, анализ динамики в разрезе показателей использования ИКТ.

Для группировки муниципальных образований по уровню развития цифро-

вой экономики по различным группировочным признакам используется метод статистических группировок. В частности, используются формулы Стерджесса:

$$n = 1 + 3,322LgN, \quad h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{n},$$

где n – число групп, N – количество наблюдений исходной совокупности, h – шаг интервала группировки, x_{\min} – минимальное значение, x_{\max} – максимальное значение группировочного признака [4]. Страница будет состоять из трех блоков: первый позволит выбрать группировочный признак и год исследования, второй блок будет выводить в табличной форме перечень муниципальных образований, разбитый по группам. И третий блок отображает таблицу с такими полями, как номер группы, диапазон, количество МО, максимальное, минимальное и среднее значение в группе.

Страница «Анализ динамики в разрезе МО» предназначена для расчета базисных и цепных темпов роста за выбранный пользователем ИКТ-показатель по нескольким или всем муниципальным образованиям и визуализации полученных результатов. Благодаря данному виду анализа пользователь может проанализировать динамику развития определенного показателя в разрезе муниципальных образований.

Страница «Анализ динамики в разрезе показателей» предназначена для расчета базисных и цепных темпов роста нескольких показателей в разрезе одного выбранного муниципального образования и для визуализации полученных расчетов.

В качестве инструмента визуализации будут использоваться столбчатые диаграммы, которые будут отображать результаты запросов пользователей и выполнения математических операций. Предполагается использовать библиотеку Google chart.

Веб-страница «Рейтинг муниципальных образований» предназначена для расчета и вывода рейтинга муниципальных образований Республики Дагестан по уровню цифровой зрелости являющийся составной мерой, изучающей цифровые показатели формы федерального статистического наблюдения № 3-информ «Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг». Эти показатели можно сгруппировать в субиндексы цифровой инфраструктуры Digital Infrastructure, цифровой безопасности Digital Security, цифровых технологий Digital technologies и цифровых навыков Digital skills, которые являются важными субиндексами при оценке различных индексов цифровизации.

Заключение

В настоящее время приобретают большую популярность информационно-аналитические системы анализа деятельности регионов, которые предоставляют оперативную информацию по запросам пользователей [5, 6]. В связи с этим в целях стратегического управления развитием региона нами предложен аналитический компьютерный инструмент для оценки цифровой экономики муниципальных образований Республики Дагестан.

В рамках исследования проведено проектирование веб-портала «Цифровой Дагестан», которое заключалось в разработке диаграммы классов, диаграммы прецедентов, используя нотации языка моделирования UML и проектировании структуры страниц веб-портала.

Построенная диаграмма классов определяет модель структуры сущностей системы и связи между ними, а диаграмма прецедентов позволяет определять функциональное взаимодействие актеров и прецедентов.

На основе полученных диаграмм была разработана и представлена логическая трехуровневая структура страниц веб-портала, проведено описание каждой веб-страницы.

Исследование проведено при поддержке Гранта Главы Республики Дагестан 2020 г. (Распоряжение Главы Республики Дагестан от 28.12.2020 № 139-рг «О присуждении грантов Главы Республики Дагестан в 2020 году»).

Список литературы

1. Ларман К. Применение UML 2.0 и шаблонов проектирования. 3-е изд.: Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2019. 736 с.
2. Буч Г., Максимчук Роберт А., Энгл Майкл У., Янг Бобби Дж., Коналлен Джим, Хьюстон Келли А. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений, 3-е изд. / Пер с англ. М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2017. 720 с.
3. Руководство пользователя StarUML. The open source UML. [Электронный ресурс]. URL: [http://staruml.sourceforge.net/docs/user-guide\(ru\)/user-guide.pdf](http://staruml.sourceforge.net/docs/user-guide(ru)/user-guide.pdf) (дата обращения: 11.06.2021).
4. Елисеева И.И. Эконометрика: учебник для магистров. М.: Проспект, 2012. 288 с.
5. Гаджиев Н.К., Казанбиева З.М. Программное обеспечение для оценки уровня информатизации экономических объектов и его влияния на социально-экономические показатели объектов. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2013614049, 23.04.2013. Заявка № 2013612179 от 15.03.2013.
6. Исмиханов З.Н., Магомедова С.Р. Информационная система для оценки взаимосвязи социально-экономических показателей региона и его уровня информатизации и цифрового развития. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019663775, 23.10.2019. Заявка № 2019662729 от 14.10.2019.

УДК 004.81

АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КЛАСТЕРОВ ПРЕДПРИЯТИЙ СЕКТОРА МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С БАНКОВСКИМ СЕКТОРОМ

Макарова Е.А., Габдуллина Э.Р., Солнцев О.В.

*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»,
Уфа, e-mail: ea-makarova@mail.ru*

В статье рассматриваются вопросы разработки агент-ориентированной модели (АОМ) взаимодействия банковского сектора экономики и предприятий малого и среднего предпринимательства (МСП) в рамках процесса кредитования. Построение модели предполагает подготовку исходных данных; формирование кластеров предприятий МСП с учетом результатов оценки кредитоспособности предприятия; разработку моделей поведения агентов для выделенных кластеров предприятий, банков и Центрального банка с помощью диаграмм состояний, а также разработку программной реализации модели в среде AnyLogic. Источниками данных являются: бухгалтерский баланс предприятия; отчет о финансовых результатах деятельности предприятий; финансовые показатели банков. Данные импортированы в базу данных, которая подключена к разрабатываемой АОМ и определяет начальные значения параметров АОМ при моделировании. Проведены экспериментальные исследования различных сценариев реализации кредитно-денежной политики, определяющей эффективность взаимодействия кластеров предприятий МСП и банковского сектора. Показано, что снижение ключевой ставки позволяет компенсировать сложившиеся негативные тенденции и стабилизировать процесс функционирования сектора МСП. Разработанную АОМ целесообразно применять для сценарных исследований динамики поведения кластеров предприятий МСП при различных вариантах реализации денежно-кредитной политики и оценивать эффективность принимаемых управленческих решений.

Ключевые слова: предприятие, малое и среднее предпринимательство, банковский сектор, диаграмма состояний, агент-ориентированная модель

AGENT-BASED MODEL OF FUNCTIONING OF CLUSTERS OF SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES IN INTERACTING WITH THE BANK SECTOR

Makarova E.A., Gabdullina E.R., Solntsev O.V.

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, e-mail: ea-makarova@mail.ru

The article deals with the development of an agent-based model (AOM) of interaction between the banking sector of the economy and small and medium-sized enterprises (SME) in the framework of the lending process. The construction of the model involves the preparation of initial data; the formation of clusters of SME enterprises taking into account the results of the assessment of the creditworthiness of the enterprise; the development of agent behavior models for selected clusters of enterprises, banks and the Central Bank using state diagrams, as well as the development of a software implementation of the model in the AnyLogic environment. The data sources are: the balance sheet of the enterprise; the report on the financial results of the enterprises; the financial indicators of the banks. The data is imported into a database that is connected to the developed AOM and determines the initial values of the AOM parameters during the simulation. Experimental studies of various scenarios for the implementation of monetary policy that determine the effectiveness of interaction between clusters of SME enterprises and the banking sector were conducted. It is shown that the reduction of the key rate makes it possible to compensate for the existing negative trends and to stabilize the functioning of the SME sector. It is advisable to use the developed AOM for scenario studies of the dynamics of the behavior of clusters of SME under various options for implementing monetary policy and to evaluate the effectiveness of management decisions.

Keywords: enterprise, small and medium-sized enterprises, banking sector, state diagram, agent-based model

Согласно Прогнозу социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2024 года приоритеты управления сосредоточены на обеспечении развития человеческого капитала и повышения качества жизни, что должно опираться на повышение темпов экономического роста и, следовательно, на рост потенциала экономики [1]. Одним из факторов роста экономики являются инвестиции в основной капитал, в частности, для малого и среднего предпринимательства. Предполагается расширение участия банковского

сектора в формировании инвестиций, поскольку в качестве источников инвестиций в основной капитал по-прежнему преимущество имеют собственные средства предприятий [2–4].

Одним из путей достижения перечисленных целей является разработка программно-моделирующих комплексов, предназначенных для поддержки принятия решений при управлении инвестиционным процессом на макроэкономическом уровне и основанных на применении динамических моделей и технологий имитационного

моделирования. Применение систем имитационного моделирования целесообразно для оценки социально-экономического положения и разработки сценарных условий инвестиционного развития экономики. Поэтому целесообразной является разработка моделирующих комплексов и систем поддержки процедур анализа финансового состояния предприятий малого и среднего предпринимательства (МСП), предназначенных для прогнозирования различных вариантов развития сектора МСП в зависимости от кредитно-денежной политики государства.

Цель проводимых исследований состоит в разработке агент-ориентированной модели взаимодействия банковского сектора экономики и предприятий МСП в рамках процессов кредитования для обеспечения информационной поддержки пользователя при выполнении им процедур имитационного агент-ориентированного моделирования и сценарного исследования динамики инвестиционного процесса.

Материалы и методы исследования

Предлагается следующая процедура разработки агент-ориентированной модели (АОМ) взаимодействия предприятий МСП с банковским сектором в процессе кредитования.

На первом этапе выполняется подготовка данных. В качестве исходных данных используются реальные данные, сформиро-

ванные на основе бухгалтерских балансов предприятий, а также отчетов о финансовых результатах за 2018 г. [5]. Из данных по всем предприятиям России выделены предприятия, относящиеся к сектору МСП в соответствии с постановлением Правительства РФ [6]. Все статьи финансовых отчетностей приведены к единой единице измерения – в миллионах рублей. В качестве исходных данных для банковского сектора используются финансовые показатели деятельности банков [7]. Данные импортируются в базу данных, которая подключена к разрабатываемой модели.

На втором этапе согласно ранее предложенной методике с использованием компонентного анализа выделены кластеры МСП [8]. Каждый кластер предприятий МСП становится агентом в АОМ. Всего в модели выделены пять агентов: три агента – кластера предприятий МСП, объединяющие соответственно три группы предприятий с низким уровнем риска кредитования, предприятия с высоким уровнем риска кредитования и предприятия с удовлетворительным уровнем риска, а также два агента – банки и Центральный банк.

На третьем этапе формируются алгоритмы поведения кластеров предприятий МСП и банковского сектора, а также их взаимодействия.

Поведение агента «Кластер предприятий МСП» задается следующей диаграммой состояний (рис. 1).

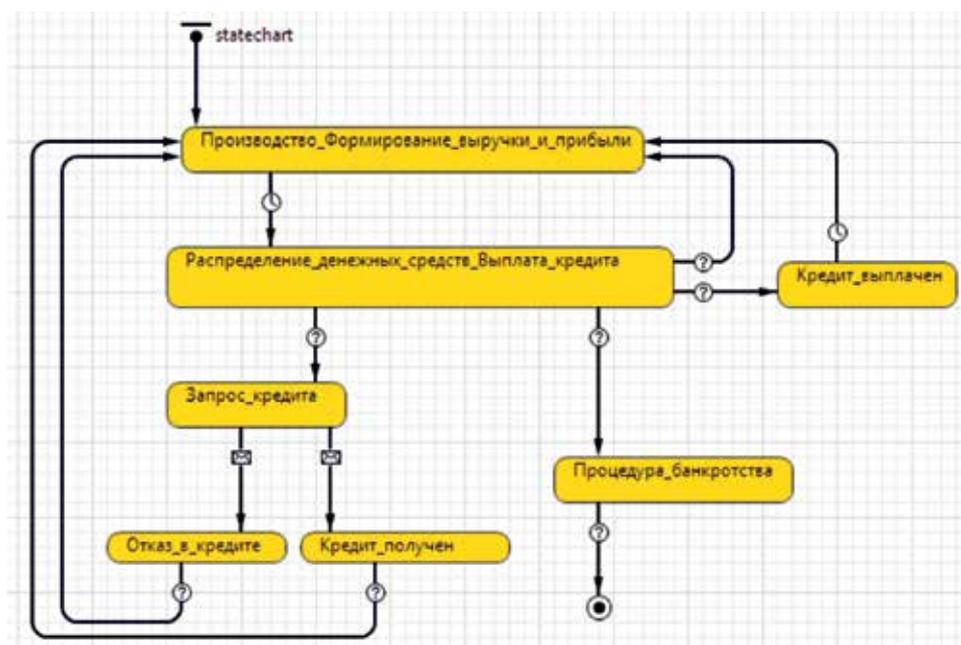


Рис. 1. Диаграмма состояний агента «Кластер предприятий МСП»

Для моделирования производственной деятельности предприятия рассчитываются базовые и текущие значения темпа формирования выручки, переменных и постоянных издержек, возврата краткосрочных обязательств и прибыли. Базовые показатели рассчитываются на основе исходных данных и перерасчитываются по результатам года. Шаг моделирования равен месяцу.

Для формирования текущих изменений показателей приняты следующие положения. Во-первых, рассчитывается рабочий капитал в виде разности между текущими оборотными активами и текущими краткосрочными обязательствами. Каждый месяц текущие оборотные активы увеличиваются вследствие получения выручки и уменьшаются вследствие издержек, которые подвержены колебаниям, связанным с изменением рыночной конъюнктуры [9].

Во-вторых, если у предприятия существуют исходные краткосрочные обязательства, то каждый месяц рабочий капитал уменьшается на величину базовых краткосрочных издержек.

В-третьих, если у предприятия недостаточно рабочего капитала для производственной деятельности в следующем периоде, то предприятие обращается в банк за кредитом, что соответствует переходу в состояние «Запрос кредита». Кроме того, предприятие может перейти в это состояние при возникновении потребности в инвести-

ционном кредитовании, что определяется стратегическими планами предприятия. Согласно стратегии определяется величина прогнозной выручки, а также составляется прогнозный баланс предприятия [10], который является основой расчета плановых показателей на следующий год.

В-четвертых, из состояния «Запрос кредита» предприятие может перейти в состояние «Кредит получен» или «Отказ в кредите». В случае получения кредита изменяются текущие оборотные активы и текущие краткосрочные обязательства. Выплата кредита с учетом процентов происходит по аннуитетному способу погашения кредита.

В-пятых, переход в состояние «Процедура банкротства» выполняется в случае, когда у предприятия недостаточно денежных средств для погашения текущих обязательств в текущем месяце, причем такая ситуация возникает последовательно в течение трех месяцев [11]. Реструктуризация кредита не рассматривается.

Поведение агента «Банки» задается диаграммой состояний, представленной на рис. 2. Сформулированы следующие положения для моделирования.

Во-первых, банк как осуществляет функции кредитования предприятий, так и проводит другие операции: привлечение денежных средств на вклады, ведение счетов, осуществление расчетов по поручению и др.

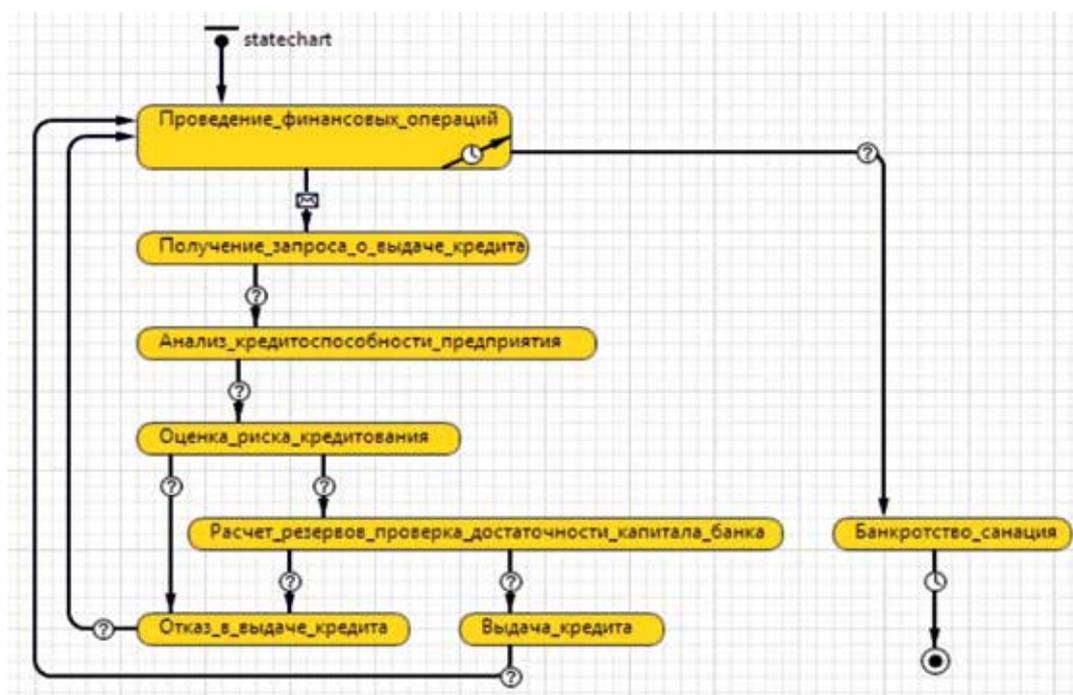


Рис. 2. Диаграмма состояний агента «Банки»

Во-вторых, текущие показатели деятельности банка подвержены влиянию факторов, характеризующих неопределенность ситуации денежного рынка и влияние монетарной политики государств.

В-третьих, если по результатам года чистая прибыль банка увеличивается по отношению к предыдущему году, то происходит увеличение резервного капитала, при условии, что сумма прибыли больше 5% от суммы уставного капитала [12].

В-четвертых, анализ кредитоспособности предприятия основан на определении принадлежности предприятия к одному из трех кластеров с низким, удовлетворительным и высоким уровнем риска кредитования, при этом применяются выявленные ранее правила кластеризации [8]. В зависимости от уровня риска кредитования различаются решения банка о выдаче кредита, а также о формировании суммы резерва, которую должен учитывать банк в случае ненадлежащего исполнения заемщиком обязательств. Если предприятие отнесено к кластеру с низким уровнем риска банк одобряет выдачу кредита и не рассчитывает резервы. Для предприятий с высоким уровнем риска банк должен формировать резервы свыше 50% от суммы ссуды [9]. Принято допустить, что банк не кредитует данные предприятия. Если предприятие отнесено к кластеру с удовлетворительным риском, то проводится дополнительный анализ. Для этого применяется методика Донцовой – Никифоровой, согласно ей в кластере предприятий МСП с удовлетворительным риском выделены пять групп предприятий, различающихся по интегральной оценке финансового состояния и соответствующих пяти уровням риска [13]. Банк кредитует все выделенные подгруппы предприятий МСП, но закладывает при этом различный объем резервов на возможные потери соответственно уровню риска.

В-пятых, оценивается достаточность капитала банка, по результатам оценки банк может признать банкротом в случае невыполнения нормативов достаточности капитала [14].

На четвертом этапе процедуры разработки АОМ формируется агент «Центральный банк», представлен одним экземпляром, функции которого реализуются в автоматизированном режиме и состоят в корректировке ключевой ставки.

На заключительном, пятом этапе разрабатывается программная реализация АОМ взаимодействия кластеров предприятий МСП и банковского сектора в среде AnyLogic с использованием результатов ранее проведенных исследований [15–18].

Результаты исследования и их обсуждение

Проведены экспериментальные исследования различных сценариев реализации кредитно-денежной политики, определяющей эффективность взаимодействия кластеров предприятий МСП и банковского сектора. Начальные значения параметров АОМ заданы на основе данных бухгалтерских балансов предприятий [5], отчетов о финансовых результатах, а также на основе финансовых показателей деятельности банков [7] путем импортирования в базу данных АОМ. В качестве анализируемых координат рассматриваются: валовая добавленная стоимость (ВДС), создаваемая сектором МСП, количество обанкротившихся предприятий, просроченная задолженность в кредитном портфеле для банковского сектора. Агент «Кластер предприятий МСП» имеет 1000 экземпляров – предприятий. Единицей времени моделирования является месяц, рассматривается период моделирования в три года.

В первом эксперименте принято, что агент «Центральный банк» устанавливает ключевую ставку равной 7,75%, что соответствует началу 2019 г. Согласно проведенным исследованиям различных предложений для предприятий МСП выявлено, что банковская ставка кредитования отличается от ключевой ставки на 3–5%. Поэтому в модели поведения агента «Банки» итоговые ставки кредитования предприятий варьируются в интервале от 10,75% до 12,75%, что обусловлено влиянием неопределенных факторов, таких, например, как качество залога, виды программ кредитования, приоритетность отрасли.

Показано, что большая часть предприятий обанкротилась на третьем месяце ($t = 3$), это и привело к резкому снижению ВДС на 2,6% (рис. 3 и 4). Далее поддерживается тенденция падения ВДС с локальными периодами очень незначительного роста. Количество банкротств существенно возросло до 45 в момент $t = 3$. По результатам трех лет обанкротились 82 предприятия, что привело к снижению ВДС на 3,2%. В целом численность предприятий МСП сокращается, объем сектора МСП падает.

Второй эксперимент проведен в ситуации принятия решения агентом «Центральный банк» по снижению ключевой ставки до 4,5% в момент $t = 4$, при этом ставки кредитования предприятий варьируются в интервале от 7,5% до 9,5% (рис. 5). Такое решение позволило достичь эффекта компенсации падения ВДС, которая после резкого снижения и принятия решений по снижению ключевой ставки в момент

$t = 4$ постепенно растет и, несмотря на небольшое снижение в момент $t = 25$, продолжает рост и стабилизируется. Достигнут эффект замедления роста числа банкротств на 17%, на конец моделирования обанкротилось 68 предприятий (рис. 6). В целом численность сектора МСП стабилизировалась, ВДС сектора характеризуется постоянным темпом формирования с периодическим

незначительным ростом. Для обеспечения уверенного роста сектора МСП предложенное решение в виде снижения ключевой ставки может быть скорректировано в сторону дальнейшего снижения и должно быть дополнено комплексом мер по поддержке предприятий МСП, например, в виде предоставления субсидий и снижения ставок налогообложения.

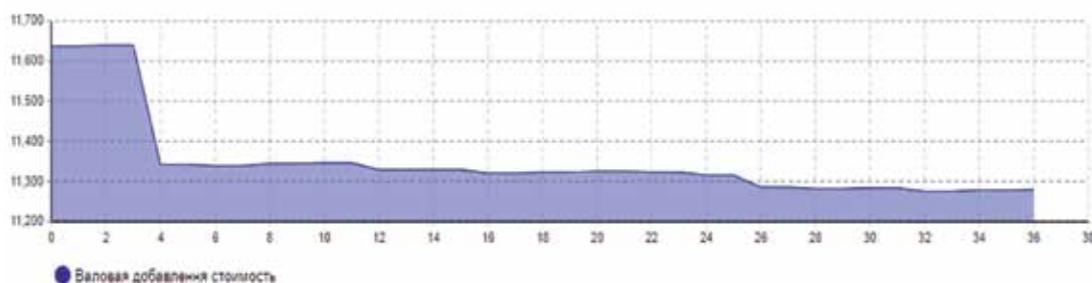


Рис. 3. График ВДС (эксперимент 1)

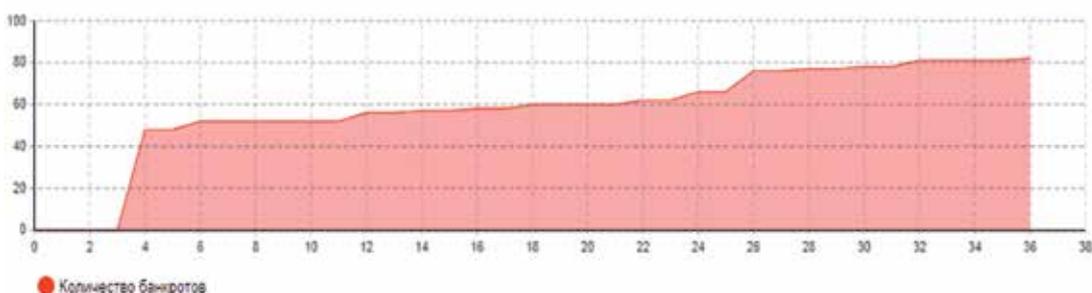


Рис. 4. График изменения количества банкротств (эксперимент 1)

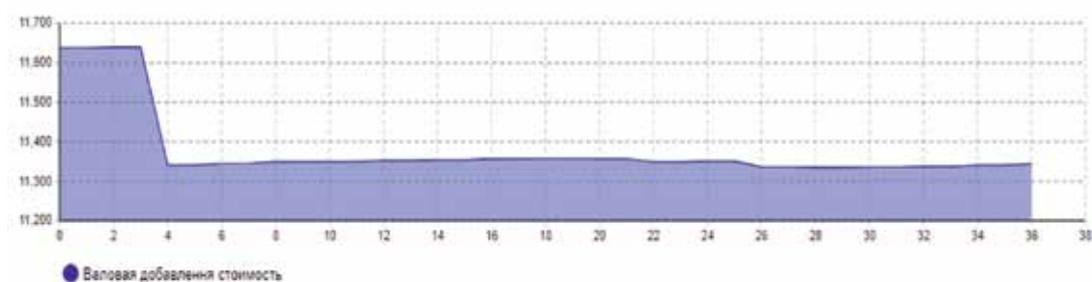


Рис. 5. График изменения ВДС (эксперимент 2)

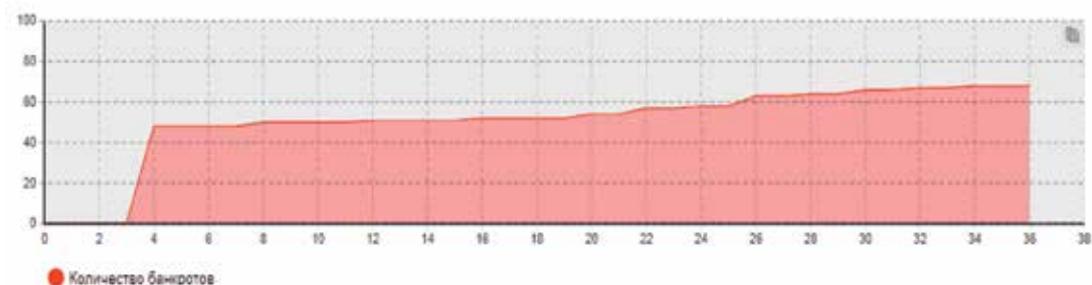


Рис. 6. График изменения количества банкротств (эксперимент 2)

Заключение

Таким образом, разработанная АОМ позволяет проводить сценарные исследования поведения кластеров предприятий МСП при различных вариантах реализации денежно-кредитной политики и оценивать эффективность принимаемых решений. Показано, что снижение ключевой ставки позволит компенсировать сложившиеся негативные тенденции и стабилизировать процесс функционирования сектора МСП. Для обеспечения уверенного роста сектора МСП решение в виде снижения ключевой ставки целесообразно скорректировать в направлении ее дальнейшего снижения и дополнить комплексом мер по поддержке предприятий МСП, например, в форме предоставления субсидий и снижения ставок налогообложения. Результаты экспериментальных исследований составляют базу данных для анализа и извлечения знаний с целью формирования базы знаний интеллектуальных систем поддержки принятия в области макроэкономической политики.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 20-08-00796 «Интеллектуальное управление промышленным комплексом как динамическим многоагентным объектом на основе методов когнитивного моделирования и машинного обучения».

Список литературы

1. Сайт министерства экономического развития РФ. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2024 года. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/450ce3f2da1ecf8a6ec8f4e9fd0cbdd3/Prognoz2024.pdf> (дата обращения: 22.04.2021).
2. Сайт аналитического центра при правительстве Российской Федерации. Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики, ноябрь 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://ac.gov.ru/files/publication/a/26179.pdf> (дата обращения: 22.04.2021).
3. Сайт Банка России. Статистика банковского сектора. Сведения о задолженности по кредитам, предоставленным субъектам малого и среднего предпринимательства. [Электронный ресурс]. URL: <https://cbr.ru/statistics/table/?tableId=302-20&dt=20150101> (дата обращения: 22.04.2021).
4. Сайт Банка России. Статистика банковского сектора. Сведения об объемах предоставленных кредитов субъектам малого и среднего предпринимательства. [Электронный ресурс]. URL: <https://cbr.ru/statistics/table/?tableId=302-18&dt=20160101> (дата обращения: 22.04.2021).
5. Сайт Федеральной службы государственной статистики. Бухгалтерская (финансовая) отчетность предприятий и организаций за 2018 год. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/opendata/7708234640-7708234640bdboo2018> (дата обращения: 22.04.2021).
6. Постановление Правительства РФ от 04.04.2016 № 265 «О предельных значениях дохода, полученного от осуществления предпринимательской деятельности, для каждой категории субъектов малого и среднего предпринимательства». [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_196415/ (дата обращения: 22.04.2021).
7. Сайт banki.ru. Финансовые рейтинги банков. [Электронный ресурс] URL: https://www.banki.ru/banks/ratings/?source=submenu_banksratings/ (дата обращения: 22.04.2021).
8. Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш., Солнцев О.В. Технология формирования кластерной структуры сектора малого и среднего предпринимательства на основе метода главных компонент // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 4. С. 51–57.
9. Положение Банка России от 28.06.2017 № 590-П (ред. от 16.10.2019) «О порядке формирования кредитными организациями резервов на возможные потери по ссудам, ссудной и приравненной к ней задолженности» (вместе с «Порядком оценки кредитного риска по портфелю (портфелям) однородных ссуд»). [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_220089/ (дата обращения: 22.04.2021).
10. Прогнозный баланс и его составление на примере. [Электронный ресурс]. URL: <https://programmists.ru/byudzhets-po-balansovomu-listu/> (дата обращения: 22.04.2021).
11. Федеральный закон от 26.10.2002 № 127-ФЗ (ред. от 30.12.2020) «О несостоятельности (банкротстве)». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=372105&st=5318%2C0#07229943861488639> (дата обращения: 22.04.2021).
12. Федеральный закон от 26.12.1995 № 208-ФЗ (ред. от 31.07.2020, с изм. от 24.02.2021) «Об акционерных обществах». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=359019&st=100279%2C0#012392411340880227> (дата обращения: 22.04.2021).
13. Донцова Л.В., Никифорова Н.А. Анализ финансовой отчетности: учебное пособие. М.: Дело и Сервис, 2003. 336 с.
14. Инструкция Банка России от 29 ноября 2019 г. № 199-И «Об обязательных нормативах и надбавках к нормативам достаточности капитала банков с универсальной лицензией» (с изменениями и дополнениями). [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/73363119/> (дата обращения: 22.04.2021).
15. Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Закиева Е.Ш., Габдуллина Э.Р. Методологические основы моделирования и интеллектуального управления промышленным комплексом как сложным динамическим многоагентным объектом // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 11–2. С. 288–293.
16. Ильясов Б.Г., Дегтярева И.В., Макарова Е.А., Солнцев О.В. Объектно-ориентированные модели системы многоагентного моделирования взаимодействия многоотраслевого производственного комплекса с банковским сектором // Актуальные вопросы экономической теории: развитие и применение в практике российских преобразований: материалы VIII Международной научно-практической конференции. Уфа: Издательство Уфимского государственного авиационного технического университета, 2019. С. 171–174.
17. Макарова Е.А., Павлова А.Н., Солнцев О.В. Программное обеспечение системы имитационного мультиагентного моделирования функционирования многоотраслевого производственного комплекса // Управление экономикой: методы, модели, технологии: материалы XIX Международной научной конференции. Уфа: Издательство Уфимского государственного авиационного технического университета, 2019. С. 286–289.
18. Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Солнцев О.В. Алгоритм взаимодействия предприятий промышленного комплекса и банков при инвестиционном кредитовании / Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений: труды VIII Всероссийской научной конференции (с приглашением зарубежных ученых) Уфа: Издательство Уфимского государственного авиационного технического университета, 2020. Т. 1. С. 110–116.

УДК 004.3:519.872

ПРИМЕНЕНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЧИСЛЕННОГО МЕТОДА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОДСИСТЕМ «ПРОЦЕССОР-ПАМЯТЬ» НА БАЗЕ СЕТИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ОТНОСИТЕЛЬНЫМИ ПРИОРИТЕТАМИ

Мартенс-Атюшев Д.С., Мартышкин А.И.

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»,
Пенза, e-mail: novoselich93@mail.ru, Alexey314@yandex.ru*

В статье рассматривается вопрос применения и совершенствования численного метода моделирования подсистем «процессор-память» на базе сети массового обслуживания с относительными приоритетами. В статье представлены описание и результаты моделирования подсистемы «процессор-память» на основе аналитического и численного методов моделирования. Выполняется расчет вероятностно-временных характеристик подсистемы «процессор-память» специализированной реконфигурируемой многопроцессорной системы, представленной в виде сети массового обслуживания, в которой применяется дисциплина обслуживания многоканальных СМО с относительными приоритетами. С помощью усовершенствованного численного метода на основании инвариантов отношений, получены характеристики для вычисления времени обмена в подсистеме «процессор-память». Расчеты основывались на исходных данных, которые соответствуют реально существующим узлам подсистемы. Полученные результаты сравнивались со значениями, которые были рассчитаны известным (базовым) методом моделирования. В итоге, характеристики, вычисленные аналитическим и численным методами, показали более полную картину происходящих процессов в подсистеме «процессор-память» при относительных приоритетах, что позволило получить более точные значения времени обмена между процессором и памятью. В заключение статьи сделаны основные выводы по проведенному исследованию и даны соответствующие рекомендации, которые будут полезны разработчикам подсистем «процессор-память» вычислительных систем.

Ключевые слова: подсистема «процессор-память», однородный доступ к памяти, многопроцессорная система, время обмена, численный метод, сеть массового обслуживания, относительные приоритеты, многоканальные системы массового обслуживания, инварианты отношений

APPLICATION AND IMPROVEMENT OF THE NUMERICAL METHOD FOR MODELING «PROCESSOR-MEMORY» SUBSYSTEMS BASED ON A QUEUING NETWORK WITH RELATIVE PRIORITIES

Martens-Atyushev D.S., Martyshkin A.I.

Penza State Technological University, Penza, e-mail: novoselich93@mail.ru

The article deals with the application and improvement of the numerical method for modeling «processor-memory» subsystems based on a queuing network with relative priorities. The article presents the description and results of modeling of the processor-memory subsystem based on analytical and numerical modeling methods. The calculation of the probability-time characteristics of the processor-memory subsystem of a specialized reconfigurable multiprocessor system, represented as a queuing network, in which the discipline of servicing multi-channel QMS with relative priorities is applied, is performed. Using an improved numerical method based on the invariants of the relations, the characteristics for calculating the exchange time in the «processor-memory» subsystem are obtained. The calculations were based on the initial data that correspond to the actual existing nodes of the subsystem. The obtained results were compared with the values that were calculated by the known (basic) modeling method. As a result, the characteristics calculated by analytical and numerical methods showed a more complete picture of the processes occurring in the processor-memory subsystem with relative priorities, which allowed us to obtain more accurate values of the exchange time between the processor and memory. At the end of the article, the main conclusions of the study are made and the corresponding recommendations are given, which will be useful for developers of the processor-memory subsystems of computing systems.

Keywords: processor-memory subsystem, uniform memory access, multiprocessor system, exchange time, numerical method, queuing network, relative priorities, multichannel queuing systems, relationship invariants

Разработка специализированных реконфигурируемых многопроцессорных систем (СРМС) требует значительных временных и ресурсных затрат. В последнее время, благодаря возможностям современных информационных технологий, все чаще применяются методы аналитического и численного моделирования для исследования характеристик и проектирования узлов СРМС. В данной области актуальным является исследование вероятностно-вре-

менных характеристик подсистем «процессор-память», потому как временные задержки, возникающие на этапах обмена данными между процессорными узлами (ПУ) и модулями оперативной памяти (ОП), значительно влияют на время обмена и пропускную способность подсистемы «процессор-память», что в свою очередь сказывается на производительности СРМС в целом. Следовательно, на основе методов математического и численного моделирова-

ния можно проанализировать вероятностно-временные характеристики различных архитектур подсистем «процессор-память», для того чтобы найти способы уменьшения значений временных задержек, что впоследствии позволит увеличить пропускную способность подсистемы «процессор-память».

В работах, таких как [1–3], исследование методов аналитического и численного моделирования многопроцессорных систем (МПС) и СРМС базируются на теории массового обслуживания (ТМО), где исследуются системы массового обслуживания (СМО), в которые поступает входной поток запросов в определенные моменты времени. При моделировании МПС или СРМС СМО выступают в качестве отдельных узлов МПС, а входным потоком являются, например, запросы от процессоров в ОП. Основными характеристиками СМО, которые важны для анализа СРМС или МПС, являются: число обслуживающих устройств, поток запросов, распределение времени обслуживания, длина очереди, среднее время ожидания и пребывания в очереди.

Обычно в подсистеме «процессор-память» необходимо, чтобы некоторые запросы от процессора в память обрабатывались быстрее, чем другие, например, запросы на запись должны быть обработаны сразу после того, как поступили в подсистему [4]. Цель данной работы заключается в исследовании подсистемы «процессор-память» типа UMA (Uniform Memory Access – однородный доступ к памяти), в которую поступает входной поток на обработку с относительными приоритетами.

Как описано ниже, подсистема «процессор-память» представляется в виде сети массового обслуживания (СМО), в которой имеются как одноканальные, так и многоканальные СМО. В случае одноканальных СМО получить вероятностно-временные характеристики мы можем с помощью аналитических методов моделирования [5], однако, для многоканальных систем применение аналитических методов требует сложных, громоздких описаний и вычислений, что не всегда гарантирует точность полученных результатов. Исходя из этого, и проанализировав ряд источников [6,7], авторы пришли к выводу, что необходимо провести исследование подсистемы «процессор-память», как многоканальной СМО, на основе численных методов моделирования.

Таким образом, в работе поставлена задача, провести исследование подсистемы «процессор-память» типа UMA, путем применения аналитического и численного методов моделирования, чтобы оценить вероятностно-временные характеристики подсистемы «процессор-память», с поддержкой режима расщепления транзакций чтения и записи.

Материалы и методы исследования

Исследуемая модель подсистемы «процессор-память» представлена на рис. 1 в виде разомкнутой СМО, на вход которой поступает суммарный неоднородный поток запросов Λ , состоящий из потоков λ_0 (от процессорных узлов (ПУ)) и λ_3 (от буфера чтения).

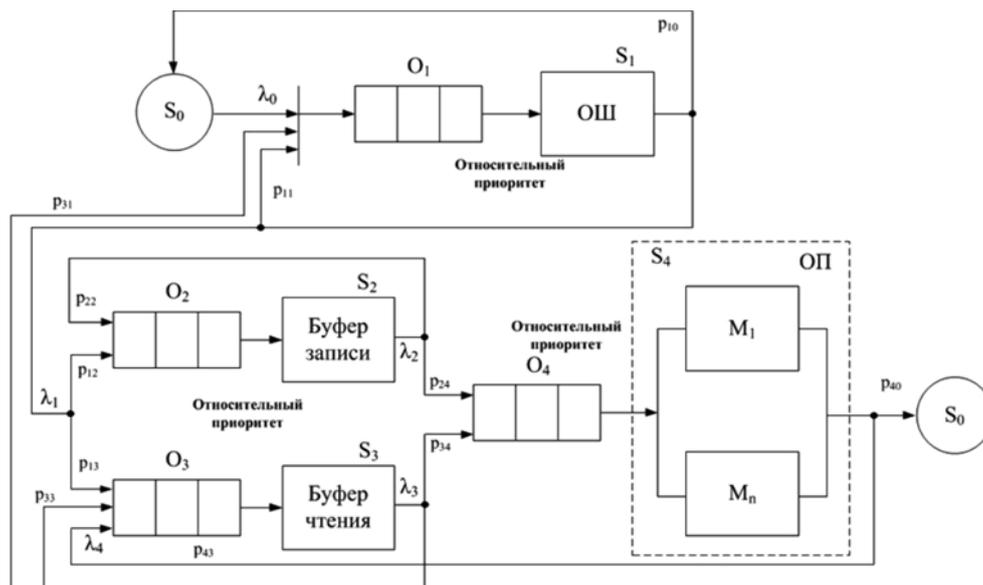


Рис. 1. Разомкнутая сеть массового обслуживания для моделирования подсистемы «процессор-память» типа UMA с приоритетным обслуживанием

Запросы на чтение и запись генерируются источником S0, моделирующим функционирование ПУ, и приходят на обработку в общую шину (ОШ) (система S1). После обработки запросы с интенсивностью λ_1 поступают в контроллер памяти, который разделяется на два обслуживающих устройства S2 (буфер записи (БЗ)) с вероятностью перехода p_{12} и S3 (буфер чтения (БЧ)) с вероятностью перехода p_{13} . В итоге в зависимости от типа буфера на вход многоканальной СМО S4, представляющей собой ОП с модулями M_1, \dots, M_n , поступают два потока λ_2 и λ_3 с вероятностями перехода p_{24} и p_{34} соответственно. Запрос, прошедший обработку в общей памяти, покидает систему S4 с вероятностью p_{40} , либо если производится операция чтения, то запрос из общей памяти поступает с интенсивностью λ_4 в буфер чтения с вероятностью перехода p_{43} . Далее из буфера чтения запрос с вероятностью перехода p_{31} поступает в общую шину, а оттуда в процессорные узлы с вероятностью перехода p_{10} .

В данной статье предлагается использовать численный метод на основе инвариантов отношений [7]. В ТМО инварианты – это соотношения, представляющиеся определенным числом начальных моментов распределений. Исходя из этого, применяются инварианты отношения, основанные на условных пропорциях для предполагаемых усредненных значений.

Тогда для приведенного численного метода предлагается выполнять расчеты распределений с коэффициентом вариации v , в пределах больше и меньше единицы. Таким образом, для данного случая, при вычислении беспriorитетных систем $M/G/1$ и $M/G/n$, включающих неоднородный поток, необходимо рассчитать суммарную интенсивность потока запросов и средневзвешенные моменты распределения обслуживания.

Исходя из описания СеМО, которая является моделью подсистемы «процессор-память», для расчета вероятностно-временных требуется определенные доработки численного метода на основании инвариантов отношений, что позволит произвести вычисление времени обмена в подсистеме, в которой учитываются относительные приоритеты.

Представим алгоритм действий для вычислений вероятностно-временных характеристик многоканальной приоритетной СМО, с помощью численного метода инварианта отношений. В первую очередь необходимо количество каналов умножить на быстродействие одного канала, что позволит узнать быстродействие подобной многоканальной систем.

Затем требуется выполнить расчет моментов $\{\omega_{ij}\}$ распределения времени ожидания в многоканальной СМО для всех типов запросов i , и порядка моментов $j = \overline{1, 3}$.

Параметры суммарных потоков по указанным классам вычисляются согласно [7], но с некоторыми уточнениями, что соответствует исследуемой модели подсистемы «процессор-память» представленной на рис. 1:

$$\Lambda_a = \Lambda_{j-1} = \sum_{i=1}^{j-1} (\lambda_i p_{24} + \lambda_{i+1} p_{34}),$$

$$\Lambda_e = \sum_{i=j+1}^k (\lambda_i p_{24} + \lambda_{i+1} p_{34}). \quad (1)$$

При этом средневзвешенные начальные моменты m -го порядка основного времени обслуживания находятся по следующим формулировкам:

$$\bar{\vartheta}_{a,m} = \Lambda_a^{-1} \sum_{i=1}^{j-1} (\lambda_i p_{24} + \lambda_{i+1} p_{34}) \vartheta_{i,m},$$

$$\bar{\vartheta}_{e,m} = \Lambda_e^{-1} \sum_{i=j+1}^k (\lambda_i p_{24} + \lambda_{i+1} p_{34}) \vartheta_{i,m}. \quad (2)$$

Следуя из теоретических описаний по относительным приоритетам [7], сформируем выражение для вычисления моментов распределений времени ожидания в очереди:

$$\omega_j(s) = \frac{(1-\rho)\mu_j(s) + \Lambda_e[1 - \bar{\vartheta}_e(\mu_j(s))]}{s - \lambda_j(1 - \vartheta_j(\mu_j(s)))}, \quad (3)$$

где ρ – загрузка СМО запросами до j -го типа включительно и выражается в данном случае как

$$\rho = \sum_{i=1}^j (\lambda_i p_{24} + \lambda_{i+1} p_{34}) \vartheta_{i,1}, \quad (4)$$

$\mu_j(s)$ – распределение времени, когда запрос поступает на обработку в СМО и до его выхода из системы:

$$\mu_j(s) = s + \Lambda_{j-1}(1 - \pi_{j-1}(s)), \quad (5)$$

где $\pi_j(s)$ – распределение непрерывной занятости СМО запросом j -го класса, а также более приоритетным. Представим его как $\pi_{j,i}(s)$ – цикл занятости СМО, тогда, если ввести допущение, что данный цикл начался с i -запроса $i = \overline{1, j}$, получим

$$\pi_{j,j}(s) = \mu_j(s + \lambda_j - \lambda_j \pi_{j,j}(s)),$$

$$\pi_{j,i}(s) = \pi_{j-1,i}(s + \lambda_j - \lambda_j \pi_{j,j}(s)), \quad i = \overline{1, j-1}, \quad (6)$$

$$\pi_j(s) = \Lambda_j^{-1} \sum_{i=1}^j (\lambda_i p_{24} + \lambda_{i+1} p_{34}), \pi_{j,i}(s).$$

Следующим этапом расчета с помощью инвариантов отношений является вычисление, по средневзвешенным моментам обслуживания и суммарной интенсивности входного потока Λ , стационарное распределение количества запросов:

$$p_i(t) = \frac{((\lambda_i p_{24} + \lambda_{i+1} p_{34})t)^i}{i!} e^{-\lambda t}, \quad i = 0, 1, \dots \quad (7)$$

и среднее число запросов в очереди для одноканальной СМО:

$$q(1) = \sum_{i=1}^{\infty} (i-1) p_i. \quad (8)$$

Для многоканальной системы также вычисляются стационарные распределения числа запросов по формуле (7), и при таких же параметрах интенсивностей и моментов распределения обслуживания вычислить среднюю длину очереди:

$$q(n) = \sum_{i=n+1}^{\infty} (i-n) p_i. \quad (9)$$

Затем необходимо пересчитать моменты распределения времени ожидания в многоканальной приоритетной системе для всех i и j :

$$W_{i,j} = \omega_{i,j} \cdot q(n)/q(1). \quad (10)$$

Получив требуемые вероятностно-временные характеристики исследуемой подсистемы «процессор-память», подставим их в выражение времени обмена:

$$t_{об} = \frac{3(\tau + u_{ОП}^{ОтнПр} + \omega_{ОП}^{ОтнПр}) + u_{БЗ}^{ОтнПр} p_{12} + \left(\frac{u_{БЧ}^{ОтнПр} p_{ОП}}{p_{БЧ}} \right) p_{13}}{N_{cpu}}. \quad (11)$$

где τ – время выставления адреса данных на ОШ процессором, определяется согласно типу организации управления ОШ, $u_{ОП}^{ОтнПр}$ – среднее время пребывания в СМО «общая шина», $\omega_{ОП}^{ОтнПр}$ – среднее время ожидания в СМО оперативная память определяемая из (12), $u_{БЗ}^{ОтнПр}$ – среднее время пребывания в СМО «буфер записи», p_{12} – вероятность того, что выполняется запрос на запись, $u_{БЧ}^{ОтнПр}$ – среднее время пребывания в СМО «буфер чтения», p_{13} – вероятность того, что выполняется запрос на чтение, $p_{ОП}$ – вероятность того, что информация на чтение размещается в общей памяти, $p_{БЧ}$ – вероятность того, что информация на чтение размещается в БЧ, N_{cpu} – число процессорных узлов в МПС или СРМС.

Результаты исследования и их обсуждение

Перейдем к описанию проведенного вычислительного эксперимента с помощью

разработанных методов аналитического и численного моделирования. Для сравнительного анализа результатов и проверки на адекватность разработанных методов, также было выполнено моделирование исследуемой подсистемы «процессор-память» с помощью базового метода моделирования, который основан на том, что характеристики СМО имеют следующие параметры: простейший входной поток, экспоненциальное время обслуживания, очереди без ограничения на число мест, а также беспriorитетная дисциплина обслуживания.

Задаваемые характеристики модели, представленной на рис. 1, такие как входящий поток запросов от процессоров, среднее время обслуживания в оперативной памяти, число процессоров и модулей ОП, для базового метода так и для разработанного метода одинаковы. Однако в базовом методе число мест в очередях перед общей шиной, буферами записи

и чтения, а также перед оперативной памяти неограничены, и беспriorитетное обслуживание в СМО. В предлагаемом методе во всех СМО очереди являются ограниченными, а обработка производится в соответствии с дисциплиной обслуживания с относительными приоритетами.

Для получения результатов времени обмена приближенных к реальным МПС или СРМС, задаваемые характеристики брались на основании аналогичных характеристик существующих устройств. Интенсивность входящего потока запросов от процессорных узлов изменялась от 0,0114 до 0,0912 запросов/нс, что соответствовало увеличению числа процессоров от 2 до 16. Данные значения получены исходя из описания на процессорные ядра NIOS II, с рабочей тактовой частотой 50 Гц [8]. Средние времена обслуживания СМО рассчитывались в соответствии с типом устройства, которое моделировалось, следовательно, для базового метода: $\vartheta_{ОШ} = 20$ нс, $\vartheta_{БЧ} = 10$ нс, $\vartheta_{БЗ} = 10$ нс. Для разработанного метода $\vartheta_{ОШ} = 14$ нс (следуя из описания шины Avalon [9]), $\vartheta_{БЧ} = 10$ нс, $\vartheta_{БЗ} = 10$ нс. Как отмечалось выше, число мест в очередях для базового метода неограниченно. Для разработанного метода приняты следующие параметры: в ОШ – 1 место, в БЧ – 20 мест, в БЗ – 10 мест и в ОП на каждый модуль приходится по 1 месту. Число модулей памяти варьировалось от 2 до 16.

Результаты расчетов вероятностно-временных характеристик изображены в виде графиков зависимостей от числа процессорных узлов на рис. 2 и 3. На графиках приняты следующие обозначения: базовый метод моделирования – Б, аналитический метод моделирования 1 класс (2 класс, 3 класс) – Р ОП 1 кл., Р ОП 2 кл., Р ОП 3 кл., численный метод моделирования с относительным приоритетом 1 класс (2 класс) – Ч ОП 1 кл., Ч ОП 2 кл.

Согласно представленным графикам можно сделать выводы о том, что чем выше класс приоритета, тем меньше среднее время ожидания. При этом значения результатов разработанного и численного остаются в приемлемых пределах 25 нс. Результаты базового метода не могут отразить, как меняется среднее время ожидания при неоднородном потоке обслуживания, что может сказаться при точности вычисления времени обмена. При этом от 6 процессорных узлов система уходит в перегрузку, как это видно на графике среднего времени ожидания БЧ.

По выражению (11) вычисляем время обмена (рис. 3) между процессором и общей памятью в подсистеме типа UMA. Во время выполнения эксперимента и в соответствии с описанием на классы приоритетов, вычислялись различные комбинации приоритетов:

– ОШ 1 кл., БЗ 1 кл., БЧ 1 кл., ОП 1 кл. на графике 1-1-1-1;

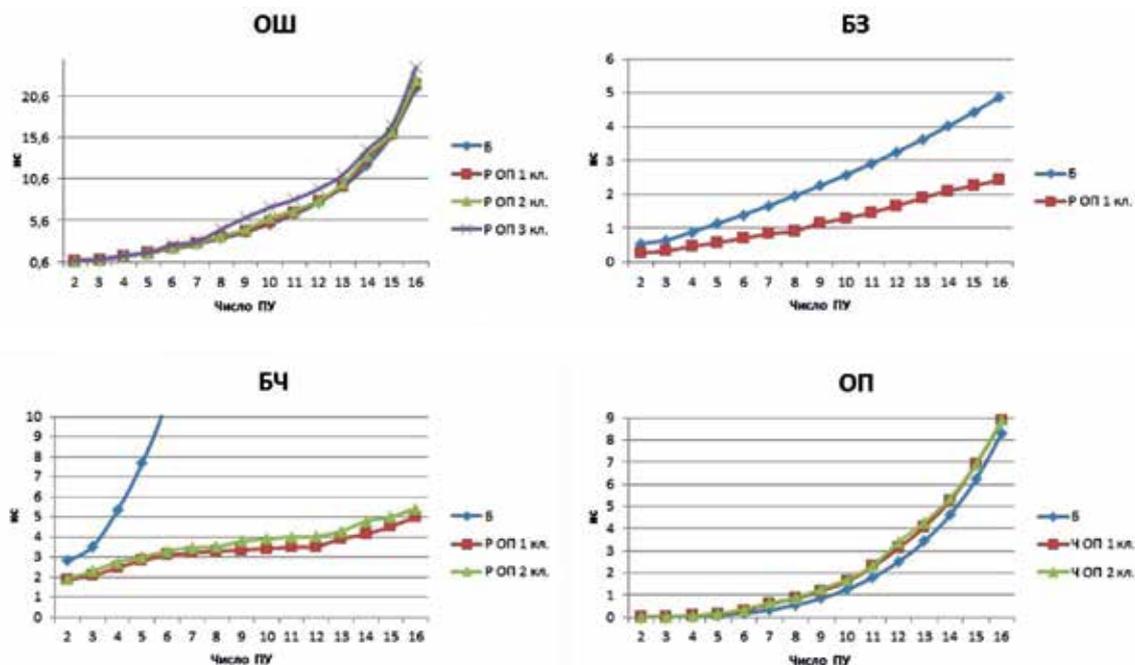


Рис. 2. Зависимость среднего времени ожидания в очередях приоритетных систем массового обслуживания подсистемы «процессор-память» от числа процессорных узлов

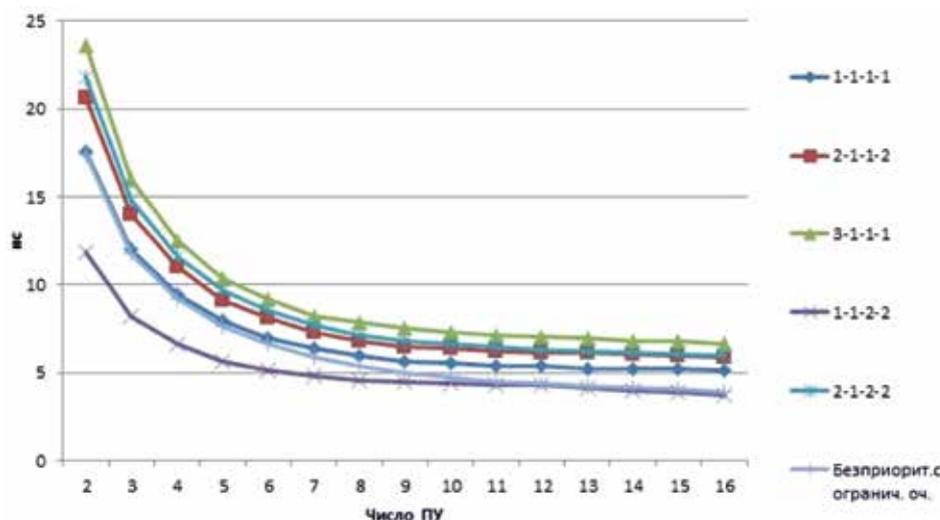


Рис. 3. Зависимость времени обмена процессора в память приоритетной и бесприоритетной дисциплины обслуживания подсистемы УМА от числа процессорных узлов

– ОШ 2 кл., БЗ 1 кл., БЧ 1 кл., ОП 2 кл. на графике 2-1-1-2;

– ОШ 3 кл., БЗ 1 кл., БЧ 1 кл., ОП 1 кл. на графике 3-1-1-1;

– ОШ 1 кл., БЗ 1 кл., БЧ 2 кл., ОП 2 кл. на графике 1-1-2-2;

– ОШ 2 кл., БЗ 1 кл., БЧ 2 кл., ОП 1 кл. на графике 2-1-2-1;

Приведенные графики показывают, каким образом изменяется время обмена при наращивании числа процессоров, т.е. чем больше процессоров, тем меньшее время затрачивается на обмен данными одного процессора. Данное обстоятельство означает, что выполнение программы на МПС или СРМС распараллеливается на имеющееся число процессоров и модулей ОП. Также по графику можно проанализировать, как влияет обслуживание с относительными приоритетами, а именно введение различных классов приоритетов, что дает более полную картину моделирования подсистем «процессор-память».

Выводы

В статье представлен численный метод моделирования на базе ТМО и инвариантов отношений, для получения вероятностно-временных характеристик подсистем «процессор-память» СРМС. Модифицированный численный метод, предложенный в работе, позволяет получить характеристики многоканальной СМО с дисциплиной обслуживания относительных приоритетов. Как показали результаты экспериментов, характеристики, полученные с помощью инвариантов отношений, показывают наиболее пол-

ные и точные значения средних времен ожидания и пребывания в СМО, которые описывают поведение узлов подсистемы «процессор-память».

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-37-90093.

Список литературы

1. Martyshkin A.I., Pashchenko D.V., Trokoz D.A., Sinev M.P., Svistunov B.L. Using queuing theory to describe adaptive mathematical models of computing systems with resource virtualization and its verification using a virtual server with a configuration similar to the configuration of a given model. Bulletin of Electrical Engineering and Informatics [Online], 9.3 (2020): 1106-1120. Web. 12 Mar. 2021.
2. Рьжиков Ю.И. Компьютерное моделирование систем с очередями: курс лекций. СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2007.
3. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями. М.: Мир, 1979. 600 с.
4. Бронштейн О.И., Духовный И.М. Модели приоритетного обслуживания в информационно-вычислительных системах. М.: Наука, 1976. 220 с.
5. Мартенс-Атюшев Д.С., Мартышкин А.И. Аналитические модели для оценки времени обмена в подсистеме «процессор-память» специализированных многопроцессорных реконфигурируемых систем // Информационные технологии. Проблемы и решения. 2020. № 4 (13). С. 98–103.
6. Дудин С.А. Исследование многолинейной системы массового обслуживания с абсолютным приоритетом и повторными вызовами // Информатика. 2015. № 3. С. 51–61.
7. Рьжиков Ю.И. Численные методы теории очередей: учебное пособие. СПб.: Издательство «Лань», 2019. 512 с.
8. Nios II Processor Reference Guide // Компания Intel [офф. сайт]. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.intel.com/content/www/us/en/programmable/documentation/iga1420498949526.html> (дата обращения: 12.05.2021).
9. Avalon Interface Specifications // Компания Intel [офф. сайт]. [Электронный ресурс]. URL: https://www.intel.com/content/dam/www/programmable/us/en/pdfs/literature/manual/mnl_avalon_spec.pdf (дата обращения: 12.05.2021).

УДК 519.722:519.2:004.043

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНТРОПИИ ВЗАИМОСВЯЗИ В АНАЛИЗЕ ТЕКСТОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

¹Марченко А.Д., ^{1,2}Тырсин А.Н.

¹ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», Челябинск, e-mail: vetrenik1@gmail.com, at2001@yandex.ru;

²ФГБУН Научно-инженерный центр «Надежность и ресурс больших систем и машин» УрО РАН, Екатеринбург, e-mail: at2001@yandex.ru

Анализ текстов на предмет возможного заимствования является актуальной задачей. В настоящее время существует ряд решений, однако их нельзя считать эффективными в полной мере. Поэтому представляет интерес разработка новых эффективных методов решения данной задачи. Одним из таких направлений может оказаться энтропийное моделирование. Цель данной публикации – показать возможные пути использования модели дифференциальной энтропии взаимосвязи в анализе текстов на естественном языке, например при поиске схожих синтаксических конструкций либо заимствований фрагментов одного текста в другом. Для достижения поставленной цели была поставлена серия экспериментов, заключающаяся в кодировании текстов посредством нескольких предложенных отношений порядка и последующем нахождении энтропии взаимосвязи между кодированными фрагментами текстов равной длины. Модель дифференциальной энтропии взаимосвязи показывает желаемые результаты, позволяя находить схожие синтаксические конструкции и заимствованные фрагменты текста. Предложенный метод позволил легко находить место, из которого был заимствован целевой фрагмент текста, однако при минимальном смещении области поиска результат меняется непредсказуемо. Для дальнейшего использования модели дифференциальной энтропии взаимосвязи в задачах анализа данных на естественном языке требуется как нахождение релевантных отношений порядка, так и построение чёткого и последовательного алгоритма.

Ключевые слова: информатика, алгоритм, естественный язык, энтропия, взаимосвязь, анализ текстов, векторное представление слов

USE OF RELATIVE ENTROPY IN ANALYSIS OF TEXTS ON NATURAL LANGUAGE

¹Marchenko A.D., ^{1,2}Tyrsin A.N.

¹South-Ural State University (National Research University), Chelyabinsk,
e-mail: vetrenik1@gmail.com, at2001@yandex.ru;

²Federal State Budgetary Institution of Science Scientific-Engineering Center Reliability
and Life of Large Systems and Machines, Ural Branch, Russian Academy of Science,
Yekaterinburg, e-mail: at2001@yandex.ru

The analysis of texts for possible plagiarism is an actual problem. A number of solutions are currently exists, but they cannot be considered fully effective. Therefore, it is of interest to develop new effective methods for solving this problem. Entropy modeling may turn out to be one of appropriate methods. The purpose of this publication is to show possible ways of using the model of differential relative entropy in the analysis of texts in natural language, for example, when searching for similar syntactic structures, or plagiarized fragments of one text in another. To achieve this goal, a series of experiments was set, consisting in transforming texts into word embeddings using several proposed order relations and then finding the relative entropy between encoded text fragments of equal length. The model of differential relative entropy shows the desired results, allowing you to find similar syntactic constructions and plagiarized text fragments. The proposed method made it possible to easily find the place from which the target text fragment was plagiarized, however, with a minimal shift of the search area, the result changes unpredictably. Further use of the model of differential entropy of interrelation in data analysis problems in natural language requires both finding the relevant order relations and building a clear and consistent algorithm.

Keywords: informatics, algorithm, natural language, entropy, relationship, text analysis, word embeddings

В настоящее время в задачах анализа текстов на естественном языке используются в основном нейросетевые модели и модели машинного обучения. Ключевым недостатком подобных моделей можно назвать проблему «чёрного ящика», при которой результаты работы модели сложно интерпретировать, а достоверность не является гарантированной в силу возможного переобучения полученной модели [1]. К тому же в большинстве своём такие модели требуют для своего обучения

больших объёмов предварительно собранных данных [2–4]. В [5] приведено исследование способов использования энтропийных моделей в анализе текстовых данных, однако в [5] энтропийные модели используются только в качестве вспомогательного инструмента. Энтропийные модели эффективно используются в различных приложениях [6–10], поэтому представляется, что их можно успешно применить и в задаче анализа текстов на предмет возможного заимствования. В [11] была введена диффе-

рэнциальная энтропия взаимосвязи между случайными векторами.

Целью статьи является исследование возможных путей использования модели энтропии взаимосвязи в анализе текстов на естественном языке, например при поиске схожих синтаксических конструкций либо заимствований фрагментов одного текста в другом.

Ключевым аспектом, потенциально позволяющим получить такие результаты, является свойство энтропии взаимосвязи возрастать в случае схожести двух случайных величин, что проистекает из того факта, что энтропия, по сути своей, является мерой хаоса. Таким образом, определяя энтропию взаимосвязи двух случайных величин, мы получим меру взаимного хаоса, или, если пойти от обратного, взаимной упорядоченности рассматриваемых случайных величин.

Однако для того, чтобы идея использования энтропии взаимосвязи для анализа связи текстов на естественном языке могла быть использована, требуется привести рассматриваемые тексты в вид, к которому метод расчёта энтропии взаимосвязи может быть применён, что фактически требует преобразования текста на естественном языке к виду численной случайной величины, или, другими словами, вектора случайных значений.

Таким образом, первая задача, которая должна быть решена – это преобразование текста на естественном языке в некий упорядоченный вектор случайных значений, который в дальнейшем будем называть отношением порядка. Существует множество способов преобразовать текст в вектор чисел, например: мешок слов, матрица TF-IDF, Word2Vec [12, 13]. В случае рассматриваемой задачи нами было решено разработать для апробации метода несколько простых отношений порядка, представляющих собой различные уровни обобщения текстовых данных.

Также для корректного преобразования текстовых данных требуется, чтобы для каждого из рассматриваемых текстов для кодирования одинаковых слов использовались одинаковые численные значения. Достичь этого позволяет простая идея создания общего словаря путём объединения рассматриваемых текстов в один и сопоставления каждому из представленных слов того или иного значения.

Так как проблема преобразования текстов на естественном языке к виду случайных величин была решена, нам удалось применить метод исследования взаимосвязи текстов на основе расчёта дифференциальной энтропии взаимосвязи между этими текстами. Однако модель дифференциаль-

ной энтропии взаимосвязи предполагает, что рассматриваемые случайные величины имеют одинаковое число элементов в каждом случайном векторе, другими словами, мы можем сравнивать только тексты или фрагменты текстов, одинаковой длины. Также, в зависимости от используемого отношения порядка, метод может быть эффективен на текстах различных размеров, это зависит как от разнообразия словаря, так и от обобщающей способности используемого отношения порядка.

Для проверки работоспособности предложенного метода и отношений порядка был разработан эксперимент, включающий в себя апробацию рассматриваемых метода и отношений порядка на фрагментах текстов различной длины. Также в рамках этого эксперимента был предложен алгоритм, потенциально позволяющий находить заимствованные фрагменты одного текста в другом. Главной идеей алгоритма является простой проход окном с шагом в одно слово, фрагментом из одного текста по другому тексту, при этом на каждом шаге вычисляется дифференциальная энтропия взаимосвязи.

Материалы и методы исследования

Математическая модель энтропии взаимосвязи.

Энтропия взаимосвязи двух случайных векторов X и Y определяется как [11]

$$H(X \cap Y) = -\frac{1}{2} \ln d_e(X, Y). \quad (1)$$

В частности, для двух случайных величин X и Y , формула (1) принимает вид

$$H(X \cap Y) = -\frac{1}{2} \ln(1 - R_{Y/X}^2). \quad (2)$$

Так как вид регрессионной зависимости в общем случае неизвестен, то согласно [9] вместо теоретического коэффициента детерминации $R_{Y/X}^2$ можно воспользоваться эмпирическим коэффициентом детерминации

$$\eta_{XY}^2 = \delta_Y^2 / S_Y^2,$$

где

$$S_Y^2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^L \sum_i (y_i - \bar{y})^2, i = \overline{1, n_j}, \quad (3)$$

$$\delta_Y^2 = \frac{1}{\sum_{j=1}^L n_j} \sum_{j=1}^L (\bar{y}_j - \bar{y})^2 n_j. \quad (4)$$

В (3), (4) приняты следующие обозначения: S_Y^2 – общая дисперсия переменной Y ;

L – число групп разбиения (X, Y) ; n_j – размер j -й группы, $j = 1, L$; $y_{j,i}$ – элементы j -й группы; \bar{y} – среднее значение всей переменной Y ; δ_Y^2 – межгрупповая дисперсия переменной Y ; \bar{y}_j – среднее значение переменной Y по j -й группе. В результате формула (2) принимает вид

$$H(X \cap Y) = -\frac{1}{2} \ln \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^L (\bar{y}_j - \bar{y})^2}{\sum_{j=1}^L \sum_i (y_{j,i} - \bar{y})^2} \right). \quad (5)$$

В случае полного совпадения сравниваемых фрагментов текстов $H(X \cap Y) = +\infty$, поэтому для формулы (5) была выполнена регуляризация:

$$H(X \cap Y) = -\frac{1}{2} \ln \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^L (\bar{y}_j - \bar{y})^2 - \varepsilon}{\sum_{j=1}^L \sum_i (y_{j,i} - \bar{y})^2} \right), \quad (6)$$

где $\varepsilon = 10^{-3}$ – параметр регуляризации.

Построение объединённого словаря.

Пусть \hat{X} и \hat{Y} – рассматриваемые тексты на естественном языке. Тогда $\hat{W} = \hat{X} \cup \hat{Y}$ – результат конкатенации рассматриваемых текстов \hat{X} и \hat{Y} . В таком случае словарём объединения текстов \hat{X} и \hat{Y} будем считать множество $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$, где v_m – численное представление соответствующего уникального слова в словаре, полученное посредством преобразования исходного слова в соответствии с выбранным отношением порядка.

Построение отношений порядка.

Пусть $\hat{X} = \{\hat{x}_1, \hat{x}_2, \dots, \hat{x}_n\}$ – текст на естественном языке, где \hat{x}_i – слово на i -й позиции в тексте \hat{X} , а $Ord(a)$ – оператор преобразования слова a к выбранному отношению порядка. Тогда $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, где $x_i = Ord(\hat{x}_i)$ – случайная величина, полученная посредством преобразования слов текста \hat{X} в соответствии с выбранным отношением порядка.

Разработанные отношения порядка.

Для представления исследуемых текстов на естественном языке в виде векторов числовых значений были предложены следующие четыре отношения порядка:

1. Частотные отношения порядка имеют вид

$$Ord(a) = \frac{num(a)}{|D|}, \quad (7)$$

где $Ord(a)$ – оператор преобразования к отношению порядка, a – преобразуемое сло-

во, $num(a)$ – число вхождений слова a в словарь, $|D|$ – длина рассматриваемого текста.

Данное отношение порядка представляет предположение о том, что слово может быть представлено как число его вхождений в рассматриваемый текст, нормированное длиной рассматриваемого текста. Предполагаемая обобщающая способность невысокая, особенно на словарях, построенных на основании текстов на специальном языке, особенно в случае их малой длины.

2. Лексикографические отношения порядка:

$$Ord(a) = \frac{pos(a)}{|V|}, \quad (8)$$

где $Ord(a)$ – оператор преобразования к отношению порядка, a – преобразуемое слово, $pos(a)$ – позиция слова a в сортированном лексикографически списке уникальных слов рассматриваемого текста, $|V|$ – размер словаря V .

Данное отношение порядка представляет предположение о том, что слово может быть представлено как его нормированное положение в сортированном словаре рассматриваемого текста. Предполагаемая обобщающая способность невысокая, особенно на словарях, построенных на основании текстов на специальном языке, особенно в случае их малой длины.

3. Случайные отношения порядка:

$$Ord(a) = \frac{rand_pos(a)}{|V|}, \quad (9)$$

где $Ord(a)$ – оператор преобразования к отношению порядка, a – преобразуемое слово, $rand_pos(a)$ – случайное значение от 0 до $|V|$, при этом каждое значение выдаётся единожды, таким образом обеспечивается уникальность кодирования каждого слова, $|V|$ – размер словаря V .

Данное отношение порядка представляет предположение о том, что слово может быть представлено как его нормированное положение в словаре со случайным порядком рассматриваемого текста. Предполагаемая обобщающая способность невысокая, особенно на словарях, построенных на основании текстов на специальном языке, особенно в случае их малой длины. Данное отношение порядка разработано с целью проверки гипотезы о том, что энтропия взаимосвязи устойчива к конкретным значениям в случайных величинах и опирается только на взаимную упорядоченность рассматриваемых случайных величин.

4. Морфемные отношения порядка:

$$Ord(a) = \frac{morph(a)}{|M|}, \quad (10)$$

где $Ord(a)$ – оператор преобразования к отношению порядка, a – преобразуемое слово, $morph(a)$ – номер морфемы, соответствующей слову a в списке морфем рассматриваемого языка, $|M|$ – число морфем в рассматриваемом языке.

Данное отношение порядка разработано с целью поиска схожих синтаксических конструкций в рассматриваемых текстах, опираясь на предположении о возможной замене отдельных слов исходного заимствованного фрагмента текста словами-синонимами. Также, возможно, позволит в определённой степени определять автора текста, основываясь на характерных синтаксических конструкциях. Предполагаемая способность к обобщению довольно высокая.

Проблема текстов разной длины.

Так как метод расчёта энтропии взаимосвязи предполагает, что рассматриваемые случайные величины должны быть одинаковой длины, принято решение об использовании метода прохода фрагментом одного текста по другому тексту окном с шагом 1.

Общий алгоритм поиска возможных заимствований приведен на рис. 1.

Исходные данные

В качестве исходных данных для экспериментов использовались фрагменты различных художественных и научных текстов на естественном языке. Представленные в данной статье результаты экспериментов получены при использовании в качестве исходных данных фрагмента текста Михаила Булгакова «Белая гвардия» [14].

Результаты исследования и их обсуждение

Эксперимент проводится с целью показать, что разработанный алгоритм поиска возможных заимствований применим на практике и даёт прогнозируемый, легко интерпретируемый и достоверный результат. Эксперимент состоит из следующих этапов:

1) выбирается один фрагмент рассматриваемого текста;

2) в этом фрагменте текста выбирается фрагмент длины N , который будет считаться заимствованным;

3) для исходного фрагмента текста и выбранного заимствованного фрагмента выполняются шаги из алгоритма поиска возможных заимствований;

4) для полученных результатов строятся графики и проводится анализ;

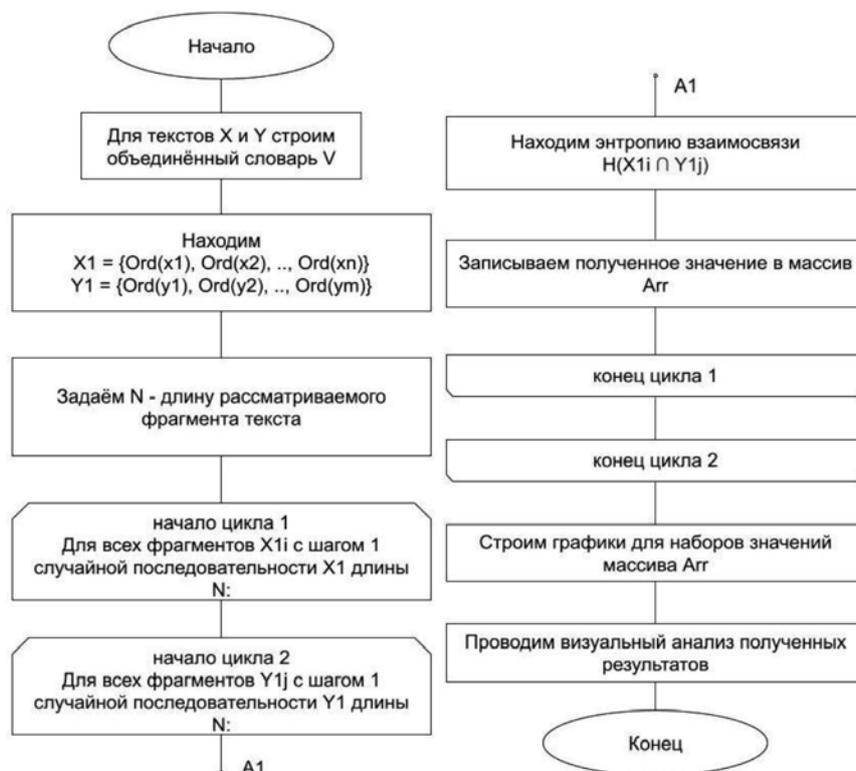


Рис. 1. Блок-схема общего алгоритма поиска возможных заимствований

Энтропия взаимосвязи характеризует степень взаимосвязи между двумя случайными последовательностями. В случае рассматриваемого эксперимента максимум значения энтропии взаимосвязи должен означать место заимствования фрагмента текста. Ожидается резкий скачок значения энтропии взаимосвязи в точке заимствования фрагмента текста. Также возможны другие скачки значения энтропии взаимосвязи в местах, имеющих высокую взаимосвязь с заимствованным фрагментом текста.

Рассмотрим результаты эксперимента.

На представленных ниже рис. 2–5 для каждого из экспериментов на оси абсцисс находятся номера слов в тексте, являющиеся стартовой точкой для итерации эксперимента, на оси ординат – значение энтропии взаимосвязи между заимствованным фрагментом текста и фрагментом текста, начинающимся с соответствующей стартовой точки. На рисунках под буквами «а», «б», «в», «г» располагаются графики для частотного, лексикографического, случайного и морфемного отношений порядка соответственно. Для большей наглядности показано окно по горизонтальной оси с 950 по 1050 стартовую точку, так как этот отрезок является ближайшей окрестностью места заимствования фрагмента текста, которое производилось всегда начиная со стартовой точки 1000, при этом длина заимствованного фрагмента варьировалась.

1. Длина заимствованного фрагмента текста 100 слов.

Для всех отношений порядка характерен скачок значения энтропии взаимосвязи

в месте заимствования фрагмента текста. Различия между пиковыми значениями энтропии взаимосвязи на разных графиках можно объяснить вычислительной погрешностью. Также стоит отметить, что графики на рис. 2 практически идентичны, несмотря на то, что каждый соответствует своему отношению порядка.

2. Длина заимствованного фрагмента текста 50 слов.

Для всех отношений порядка характерен скачок значения энтропии взаимосвязи в месте заимствования фрагмента текста. Различия между пиковыми значениями энтропии взаимосвязи на разных графиках рис. 3 можно объяснить вычислительной погрешностью. Практически полное отсутствие различий между графиками для разных отношений порядка продолжает сохраняться.

3. Длина заимствованного фрагмента текста 25 слов.

Для всех отношений порядка характерен скачок значения энтропии взаимосвязи в месте заимствования фрагмента текста. Различия между пиковыми значениями энтропии взаимосвязи на разных графиках можно объяснить вычислительной погрешностью. Также на графиках рис. 4 видно появление дополнительных скачков значения энтропии взаимосвязи, что говорит о том, что модель начинает обнаруживать фрагменты текста, имеющие слабую взаимосвязь с заимствованным фрагментом. В остальном, больших различий между графиками так и не появилось.

4. Фрагмент текста длиной 10 слов, начиная с 1000 слова.

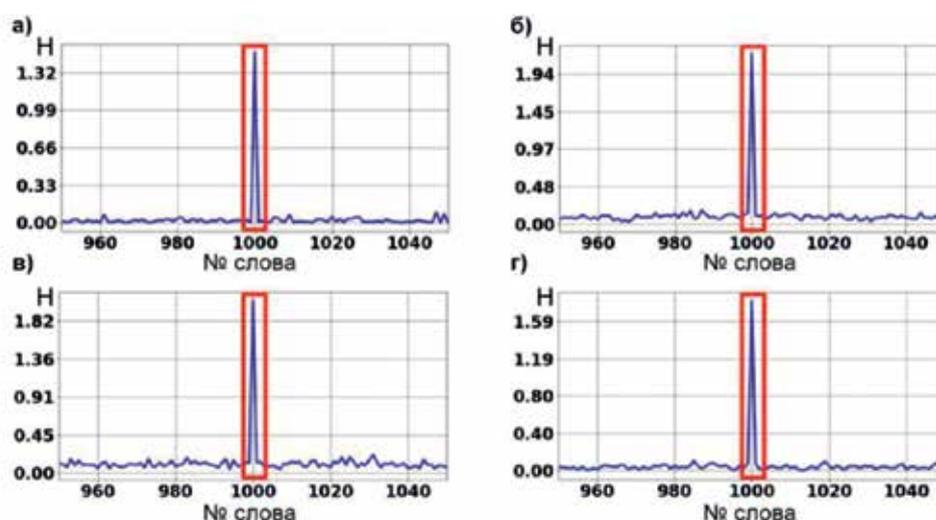


Рис. 2. Энтропия взаимосвязи для эксперимента с фрагментом текста длиной 100 слов для каждого из рассматриваемых отношений порядка

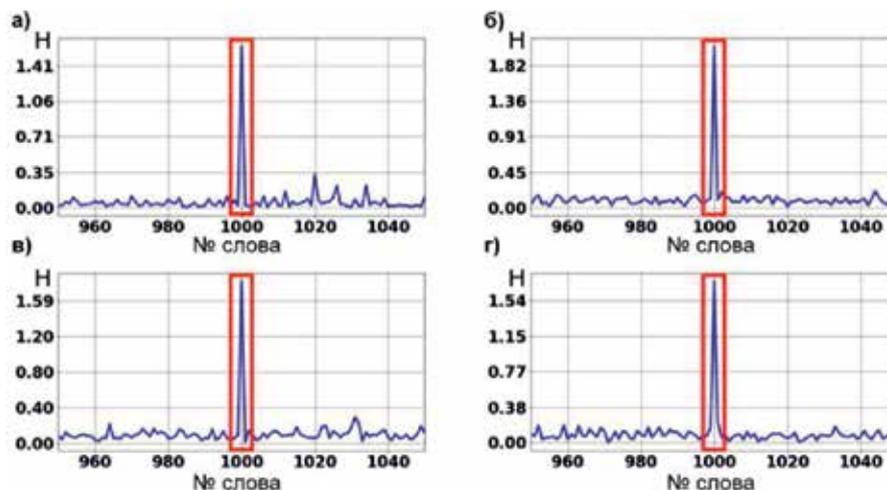


Рис. 3. Энтропия взаимосвязи для эксперимента с фрагментом текста длиной 50 слов для каждого из рассматриваемых отношений порядка

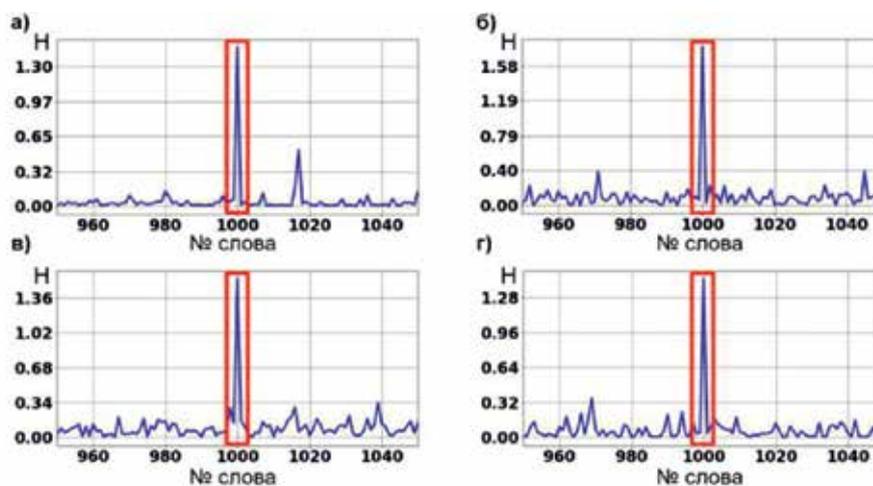


Рис. 4. Энтропия взаимосвязи для эксперимента с фрагментом текста длиной 25 слов для каждого из рассматриваемых отношений порядка

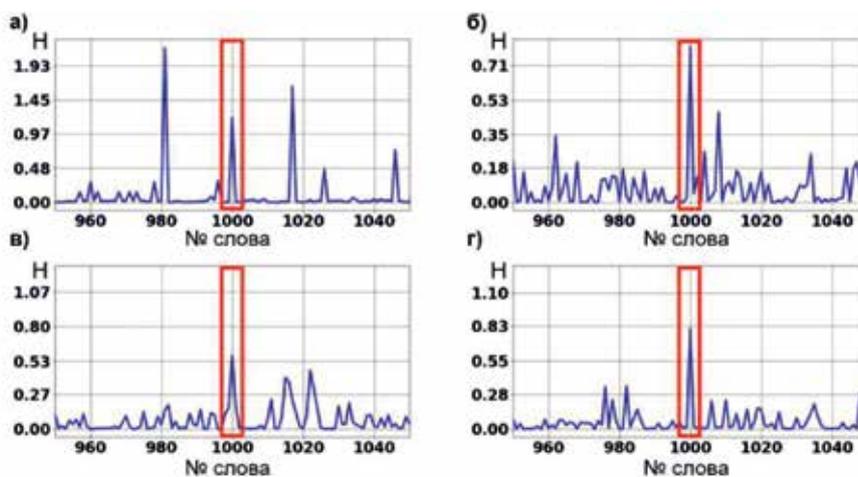


Рис. 5. Энтропия взаимосвязи для эксперимента с фрагментом текста длиной 10 слов для каждого из рассматриваемых отношений порядка

На рис. 5 на каждом из графиков появляются скачки значения энтропии взаимосвязи, сравнимые с пиком в месте заимствования фрагмента текста, причём некоторые по значению превосходят этот пик, однако это можно объяснить погрешностью вычислений. Исходя из появления дополнительных скачков значения энтропии взаимосвязи, можно утверждать, что для фрагментов текста длиной около 10 слов разработанный метод имеет высокую обобщающую способность, позволяя находить большое число схожих фрагментов текста. Такое поведение модель показывает на всех рассмотренных отношениях порядка, кроме морфемного, где значения дополнительных пиков значительно отличаются от значения в месте заимствования фрагмента текста. Также на фрагментах текста длиной около 10 слов появляются существенные различия между графиками для разных отношений порядка.

Повторяемость эксперимента

С целью проверки достоверности результатов эксперимента, а также повторяемости работы алгоритма, эксперимент был повторно произведён на ряде других художественных произведений отечественных авторов. Результат проведённых экспериментов позволяет утверждать о повторяемости работы алгоритма, приведённого в данной статье.

Заключение

Предложенный в данной статье метод позволяет получить легко интерпретируемый результат, причём для его работы не требуются большие наборы исходных данных. Этого удаётся достигнуть посредством использования дифференциальной энтропии взаимосвязи, физический смысл которой крайне прост для понимания, а также в силу кодирования исходных данных при помощи простых для интерпретации отношений порядка. К минусам предложенного метода можно отнести высокие требования к вычислительным ресурсам и большие затраты времени на анализ.

Также, исходя из рассмотренных примеров проведённого эксперимента, можно сделать вывод о том, что выбранное кодирование практически не влияет на итоговый результат, за исключением фрагментов малой (около 10 слов) длины, где использование различных отношений порядка начинает приводить к появлению существенных отличий в значении энтропии взаимосвязи в соответствующих точках. Таким образом, на фрагментах средней и большой длины все рассмотренные отношения порядка дают практически идентичный результат, тогда как сравнение предложенного алго-

ритма с используемыми в настоящее время методами представляется довольно сложным, в силу того что разработанный алгоритм не предполагает наличие стадии обучения модели, что делает его в корне отличным от использующихся аналогов. Преимуществом алгоритма является лучшая интерпретируемость результатов анализа из-за использования формальной модели, не требующей обучения.

Результаты анализа проведённого эксперимента позволяют говорить о возможности эффективного использования энтропийных моделей для решения задач анализа текстов на естественном языке.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ, проект № 20-51-00001.

Список литературы

1. Wu S., Roberts K., Datta S., Du J., Ji Z., Si Y., Soni S., Wang Q., Wei Q., Xiang Y., Zhao B., Xu H. Deep learning in clinical natural language processing: a methodical review. *J Am Med Inform Assoc.* 2020. No. 27 (3). P. 457–470. DOI: 10.1093/jamia/ocz200.
2. Fatima M., Anwar S., Naveed A., Arshad W., Nawab R., Iqbal M., Masood A. Multilingual SMS-based author profiling. *Data and methods. Natural Language Engineering.* 2018. No. 24 (5). P. 695–724. DOI: 10.1017/S1351324918000244.
3. Otter D.W., Medina J.R. and Kalita J.K. A Survey of the Usages of Deep Learning for Natural Language Processing. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems.* 2021. Vol. 32. No. 2. P. 604–624. DOI: 10.1109/TNNLS.2020.2979670.
4. Torfi A., Rouzbeh A. Shirvani Yaser Keneshloo, Nader Tavvaf and E. Fox. *Natural Language Processing Advancements by Deep Learning: A Survey.* ArXiv abs/2003.01200. 2020.
5. Ratnaparkhi A. () Maximum Entropy Models for Natural Language Processing. In: Sammut C., Webb G.I. (eds) *Encyclopedia of Machine Learning and Data Mining.* Springer, Boston, MA. 2017. DOI: 10.1007/978-1-4899-7687-1_525.
6. Вильсон А.Дж. Энтропийные методы моделирования сложных систем: пер. с англ. М.: Наука. ФИЗМАТЛИТ, 1978. 248 с.
7. Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б., Подлазов А.В. *Нелинейная динамика: Подходы, результаты, надежды.* 3-е изд. М.: ЛИБРОКОМ, 2011. 280 с.
8. Попков Ю.С. *Математическая демоэкономика: Макросистемный подход.* М.: ЛЕНАНД, 2013. 560 с.
9. Тырсин А.Н. Энтропийное моделирование многомерных стохастических систем. Воронеж: Научная книга, 2016. 156 с.
10. Хакен Г. *Информация и самоорганизация: Макроскопический подход к сложным системам:* пер с англ. М.: Мир, 1991. 240 с.
11. Тырсин А.Н. Энтропия взаимосвязи как количественная оценка тесноты корреляционной связи между двумя случайными векторами // *Обозрение прикладной и промышленной математики.* 2020. Т. 27. В. 2. С. 129–132. DOI: 10.52513/08698325_2020_27_2_129. [Электронный ресурс]. URL: http://tvp.ru/conferen/vsppmXXI_shkXXIV/dags0099.pdf (дата обращения: 11.06.2021).
12. Singh A.K., Shashi M. Vectorization of Text Documents for Identifying Unifiable News Articles. *Int J Adv Comput Sci Appl.* 2019. 10.
13. Mohammad Taher Pilehvar, Jose Camacho-Collados. *Embeddings in Natural Language Processing: Theory and Advances in Vector Representation of Meaning.* Morgan & Claypool. 2020.
14. Булгаков М.А. *Белая гвардия.* М.: АСТ, 2020. 352 с.

УДК 620.178

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МАРТЕНСИТНОСТАРЕЮЩЕЙ СТАЛИ НА УСТАЛОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПАРАМЕТРЫ МИКРОДЕФОРМАЦИИ

¹Мыльников В.В., ²Шетулов Д.И., ³Мясников А.М.

¹ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»,
Нижегород, e-mail: mrmynnikov@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,
Нижегород, e-mail: shetulov@mail.ru;

³ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,
филиал, Дзержинск, e-mail: ivanovich.doc@yandex.ru

Изменение физико-механических свойств за счет различных режимов термической обработки металлических материалов существенно влияет на механизмы их разрушения и долговечность. Исследования эволюции параметров микропластической деформации и выявление закономерностей с параметрами сопротивления усталости и пределом выносливости мартенситностареющих сталей позволяет существенно продвинуться в понимании процесса деформации и разрушения металлических материалов, а также ответить на некоторые вопросы практической оценки конкретных эксплуатационных факторов, влияющих на сопротивление усталостному разрушению мартенситностареющих сталей, в том числе закономерностей механизма разрушения. В представленной работе исследовано влияние различных видов термической обработки мартенситностареющей стали на усталость и микропластическую деформацию. По результатам полученных экспериментальных данных установлена взаимосвязь параметров сопротивления усталости с параметрами микропластической деформации этой стали. Выявлено, что рост предела выносливости и уменьшение наклона кривой усталости обусловлены возрастанием параметра микропластической деформации, при этом циклическая прочность исследованной стали снижается с понижением температуры старения после закалки. Определены максимальные и минимальные значения показателей сопротивления усталости и стабильности поведения исследуемой стали при циклическом нагружении с разными видами термической обработки.

Ключевые слова: усталость металла, мартенситностареющая сталь, термическая обработка, микропластическая деформация, циклическая деформация

INFLUENCE OF HEAT TREATMENT MODES OF MARTENSITE AGING STEEL ON FATIGUE CHARACTERISTICS AND MICRODEFORMATION PARAMETERS

¹Mylnikov V.V., ²Shetulov D.I., ³Myasnikov A.M.

¹Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering,
Nizhny Novgorod, e-mail: mrmynnikov@mail.ru;

²Nizhny Novgorod State Technical University n. a. R.E. Alekseeva,
Nizhny Novgorod, e-mail: shetulov@mail.ru;

³Nizhny Novgorod State Technical University n. a. R.E. Alekseeva, branch,
Dzerzhinsk, e-mail: ivanovich.doc@yandex.ru

Changes in physical and mechanical properties due to different modes of heat treatment of metallic materials significantly affect the mechanisms of their destruction and durability. Studies of the evolution of microplastic deformation parameters and the identification of regularities with the fatigue resistance parameters and the fatigue limit of maraging steels make it possible to significantly advance in understanding the process of deformation and fracture of metallic materials, as well as to answer some questions of the practical assessment of specific operational factors affecting the resistance to fatigue fracture of maraging steels, in including the laws of the destruction mechanism. In the presented work, maraging steel was investigated for fatigue and microplastic deformation with various types of heat treatment. Based on the results of the experimental data obtained, the relationship between the parameters of fatigue resistance and the parameters of microplastic deformation of this steel has been established. It was revealed that an increase in the endurance limit and a decrease in the slope of the fatigue curve are due to an increase in the microplastic deformation parameter, while the cyclic strength of the studied steel decreases with a decrease in the aging temperature after quenching. The maximum and minimum values of the indicators of fatigue resistance and stability of the behavior of the investigated steel under cyclic loading with different types of heat treatment have been determined.

Keywords: metal fatigue, maraging steel, heat treatment, microplastic deformation, cyclic deformation

Актуальность изучения механического поведения мартенситностареющих сталей при циклическом нагружении обусловлена, прежде всего, поиском путей повышения долговечности, а также факторов, ее определяющих. Изменение физико-механиче-

ских свойств за счет различных режимов термической обработки металлических материалов сильно влияет на механизмы их разрушения и долговечность. Исследование эволюции параметров микропластической деформации и выявление закономерностей

с параметрами сопротивления усталости и пределом выносливости мартенситно-старееющих сталей позволит существенно продвинуться в понимании процесса деформации и разрушения металлических материалов и позволит ответить на некоторые вопросы практической оценки конкретных эксплуатационных факторов, влияющих на сопротивление усталостному разрушению мартенситно-старееющих сталей, в том числе закономерностей механизма разрушения.

Анализ механических повреждений и разрушений [1] деталей машин и конструкций показывает, что в большинстве случаев, разрушение происходит под действием циклических нагрузок, что принято обозначать как усталость сталей. Современные техногенные катастрофы от усталости металлоконструкций связаны с тем, что процесс усталостного разрушения зависит от многих факторов (вид циклического деформирования, состояние поверхности стали, концентраторов напряжений, влияние агрессивной среды, масштабный эффект, частота циклического нагружения и асимметрия и др.) [2–4], а также с увеличением сложности современных конструкций с увеличенными нагрузочными параметрами и с резким возрастанием частот и скоростей современных агрегатов.

В связи с тем, что практически все металлические детали и конструкции подвергаются термической обработке [5], несомненный интерес представляет влияние термической обработки на сопротивление усталости. Однако этот вопрос изучен недостаточно ввиду многовариативности и многофакторности этих процессов. Поэтому на сегодняшний день современные представления в области науки и техники не дают однозначного ответа на конфигурацию и последовательность физических процессов, происходящих в конструкционных материалах при воздействии переменных нагрузок.

Цель настоящей работы – определение влияния режимов термической обработки на закономерности изменения показателя сопротивления усталости ($tg\alpha_w$) и предела выносливости σ_{-1} с параметрами микропластической деформации.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили на образцах мартенситно-старееющей стали 03Н18К9М5Т-ЭЛ (ВСК-210).

Химический состав стали 03Н18К9М5Т-ЭЛ в%: Al ≤ 0,15; C ≤ 0,03; Co 8,5–9,5; Fe Осн.; Mn ≤ 0,1; Mo 4,6–5,5; Ni 17,7–19; P ≤ 0,01; S ≤ 0,01; Si ≤ 0,1; Ti 0,6–0,8. ЭЛ – электронно-лучевой переплав.

Сталь 03Н18К9М5Т – это коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная мартенситно-старееющая сталь. Данная сталь применяется для сварных корпусов двигателей, резервуаров высокого давления, деталей крепежа, зубчатых передач двигателей и для валов вертолетов. Выплавляют эту сталь в открытых индукционных печах. Она обладает неограниченной прокаливаемостью и имеет хорошую свариваемость. До старения она легко деформируется и обрабатывается резанием. Коробления, при термической обработке, не происходит [6].

Испытания на усталость

Испытаниям на усталость подвергали образцы прямоугольного сечения 5x22 мм с рабочей длиной 43 мм, изготовленные из исследуемой стали после каждого режима старения. Нагружение проводили на резонансном электромагнитном стенде с частотой 240 Гц. Контролируемыми характеристиками являлись: предел выносливости (σ_{-1}), показатель сопротивления циклическому нагружению (наклон кривой усталости к оси циклов):

$$tg\alpha_w = \frac{d \lg \sigma}{d \lg N},$$

где σ – циклическое напряжение; N – количество циклов.

Испытания на микропластическую деформацию (МПД)

Экспериментально полученные данные изменений параметров МПД исследованного материала показаны на рис. 1. Анализ результатов, их связь и корреляция с параметрами циклической деформации рассмотрена нами в работе [7]. Значения МПД были получены при испытаниях цилиндрических образцов 3,5x5 мм. Для проведения испытаний был задействован пресс большой жесткости ($I/k = 10^4$ МН/м). Данный пресс подвергли модернизации: с целью исключения перекоса образца при испытании и возможности искажений величин релаксаций напряжений от влияния конструктивных особенностей испытательной машины в конструкцию нагружающего устройства пресса было установлено жесткое монолитное ядро. Образцы подвергали последовательному нагружению сжатием ступенчато увеличивающейся нагрузкой до предела текучести через равные промежутки времени ($\tau = 150$ с) и фиксировали изменения релаксации напряжений. Эти данные позволили выявить стадийность процесса пластической деформации (СПД) образцов стали, в различных структурно-фазовых состояни-

ях, полученных в ходе предварительной термической обработки по разным режимам.

Графически изображенные данные результатов (рис. 3) таких процессов имеют несколько стадий – максимум из семи стадий, но в большинстве случаев СПД наблюдалась из двух до пяти стадий, при этом каждая из них ограничивается критическими напряжениями $\Delta\sigma^0, \sigma', \sigma''$, которым соответствуют значения $\Delta\sigma^0, \Delta\sigma'$ и $\Delta\sigma''$.

Область МПД при значении $E_{ост} = 4 \cdot 10^{-4}$ отсекается напряжением σ'' , которое находится перед пределом текучести. На диаграмме (рис. 3) при $\Delta\sigma = const$ прослеживается ярко выраженный участок в интервале напряжений $\Delta\sigma - (\Delta\sigma_H)$ с σ_2^0 , который отображает остаточную деформацию материала, накопленную при испытаниях, и со-

ответствует пределам пропорциональности и макроупругости стали.

Анализируя экспериментальные данные, необходимо остановить внимание на регистрируемых критических напряжениях $\Delta\sigma^0, \Delta\sigma'$ и $\Delta\sigma''$. Изменение их значений выступает как отклик эволюции процессов пластической деформации в исследуемом материале при испытаниях и имеют ярко выраженный физический смысл, что удобно использовать при сравнительной оценке эксплуатационных свойств сталей и сплавов, кроме того, полученные данные и направление динамики их изменений могут применяться в методах прогнозирования прочностных характеристик материалов, что является весьма важным как с практической, так и с теоретической точек зрения.

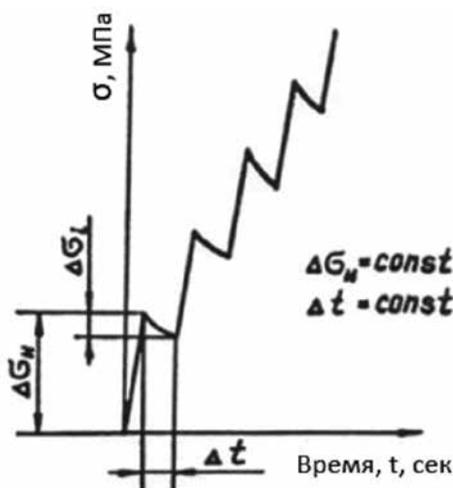


Рис. 1. Схематическое изображение режима испытания

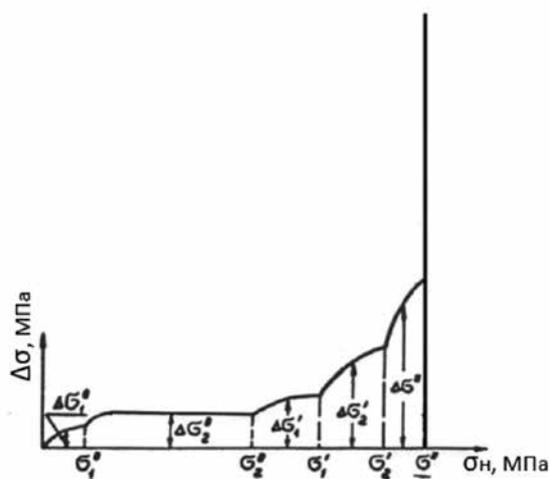


Рис. 2. Зависимость $\Delta\sigma = f(\sigma_H)$, полученная при реализации режима испытаний (рис. 1)

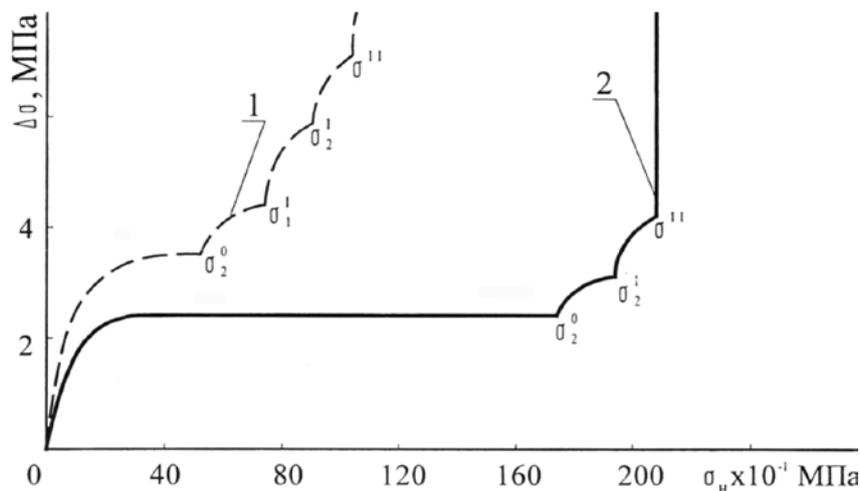


Рис. 3. Стадийность микропластической деформации стали при различных видах термической обработки: 1 – закалка; 2 – старение 500 °C

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 1 схематически изображены режимы испытаний и полученная по результатам этих испытаний закономерность, представленная в виде зависимости $\Delta\sigma = f(\sigma_n)$ (рис. 2), которая показывает, что ниже напряжений релаксации МПД наиболее заторможена. Дальнейший рост напряжений, за счет увеличения внешней нагрузки, существенно сказывается на приращении $\Delta\sigma$, что вызывает интенсивное монотонное его увеличение.

Стали с объемом центрированной кубической кристаллической структурой характеризуются независимостью величины релаксации напряжения $\Delta\sigma_2^0$ от приложенной нагрузки в определенном спектре испытаний. Было обнаружено, что при равном приращении $\Delta\sigma_n$ появляется одинаковая величина $\Delta\sigma_2^0$. Такой параметр можно успешно применять для сравнительных оценок стабильности упругих характеристик и возможности применения исследуемых материалов для изготовления упругих устройств.

При циклических испытаниях наибольший интерес из всех снимаемых значений параметров МПД представляют напряжения σ_2^0 и его приращение $\Delta\sigma_2^0$.

Под действием знакопеременных нагрузок увеличение сопротивления стали МПД сопровождается уменьшением величины $\Delta\sigma_2^0$ и незначительными изменениями микроструктуры. А это означает, что следует ожидать стабильные эксплуатационные свойства и более высокий предел выносливости исследуемого материала и деталей, изготовленных из него, при этом недопустимы перегрузки единичного и случайного характера, так как могут спровоцировать деформацию материала в локальной зоне. Ввиду изложенного закономерен тот факт, что критическое напряжение должно иметь значительное отличие от максимальных рабочих напряжений ($\sigma_{раб}$) и учитывать, что величина σ'' в действительности соответствует пределу текучести сплава.

На рис. 4 представлены кривые усталости стали 03Н18К9М5Т-ЭЛ в различном структурном состоянии после разных видов термической обработки, построенные по результатам испытаний образцов прямоугольного сечения по схеме консольного изгиба. Данные кривые усталости имеют следующие уравнения:

Кривая усталости 1 – $\lg\sigma = 3,5386 - 0,1549\lg N$, $K_{кор} = -0,9566$;

Кривая усталости 2 – $\lg\sigma = 3,8657 - 0,2218\lg N$, $K_{кор} = -0,9226$;

Кривая усталости 3 – $\lg\sigma = 3,5753 - 0,1474\lg N$, $K_{кор} = -0,9653$;

Кривая усталости 4 – $\lg\sigma = 3,5684 - 0,1357\lg N$, $K_{кор} = -0,9409$;

Кривая усталости 5 – $\lg\sigma = 3,5224 - 0,1209\lg N$, $K_{кор} = -0,9778$;

Кривая усталости 6 – $\lg\sigma = 3,4861 - 0,1023\lg N$, $K_{кор} = -0,9872$,

где σ – напряжение при достижении соответствующего N ; N – количество циклов нагружения до разрушения (долговечность); $K_{кор}$ – коэффициент корреляции отображает степень сходимости построенного графика кривой усталости с полученными результатами эксперимента.

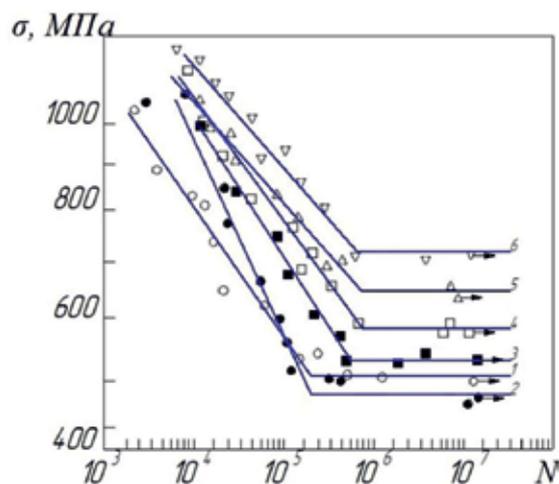


Рис. 4. Кривые усталости стали после разных видов термической обработки: 1, 2, 3, 4, 5, 6 – старение при 200, 300, 400, 450, 500 и 550 °C

Из представленных результатов следует, что прочность закаленной стали увеличивается с возрастанием температуры старения от 300 до 550 °C. Предел выносливости (σ_{-1}) изменяется при этом с 480 МПа при температуре старения 300 °C до 730 МПа при температуре 550 °C, однако при 200 °C предел выносливости составил 525 МПа – последовательность роста значений σ_{-1} нарушилась.

Полученные значения, обработанные с помощью математической статистики и программы Excel, и параметры микропластической деформации σ'' сведены в таблицу.

Видно, что наибольшие значения $\text{tg}\alpha_w$ отмечаются для кривой усталости, построенной по результатам испытаний образцов, состаренных при 300 °C.

Следует отметить небольшой разброс экспериментальных точек ($K_{кор}$) на кривых усталости стали, закаленной и отпущенной при разных температурах. Это свидетельствует о стабильном поведении стали при многоцикловом нагружении. Все значения показателя сопротивления усталости $\text{tg}\alpha_w$ укладываются на одну плавную кривую (рис. 5).

Результаты испытаний стали 03Н18К9М5Т-ЭЛ

№ кривой усталости	Температура старения, °С	Предел усталости (σ_{-1}), МПа	Параметр $\text{tg } \alpha_w$	Критическое напряжение (σ''), МПа
1	200	525	0,1549	1050
2	300	480	0,2218	1200
3	400	535	0,1474	1550
4	450	560	0,1357	1800
5	500	640	0,1209	2050
6	550	730	0,1023	2000

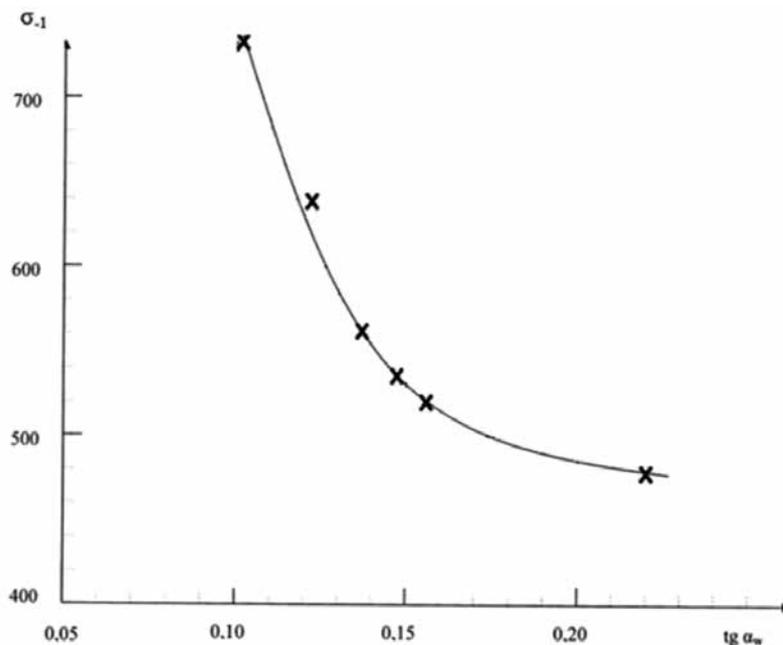


Рис. 5. Зависимость предела выносливости от показателя $\text{tg } \alpha_w$

Заключение

1. Предел выносливости стали 03Н18К9М5Т-ЭЛ при понижении температуры старения уменьшается. Исключение составляет его значение, полученное после старения при 200 °С ($\sigma_{-1} = 525$ МПа). Наивысшую циклическую прочность ($\sigma_{-1} = 730$ МПа) и минимальный разброс экспериментальных данных ($K_{\text{кор}} = -0,9872$) показали образцы, подвергнутые старению при 550 °С.

2. При изменении параметра микропластической деформации (σ'') и уменьшении численного значения показателя $\text{tg } \alpha_w$ (с улучшением сопротивления усталости) предел выносливости увеличивается, за исключением некоторых «выпадов» (рис. 3, кривая 1), т.е. очевидна корреляция показателя параметров микропластической деформации с характеристиками усталости исследованной стали. Увеличение параме-

тра σ'' соответствует росту предела выносливости σ_{-1} и уменьшению значения $\text{tg } \alpha_w$.

Список литературы

1. Мак-Ивили А.Дж. Анализ аварийных разрушений: Пер. с англ. Э.М. Лазарева, И.Ю. Шкадиной / Под. ред. Л.Р. Ботвиной. М.: Техносфера, 2010. 416 с.
2. Терентьев В.Ф., Кораблева С.А. Усталость металлов. М.: Наука, 2015. 479 с.
3. Gromov V.E., Ivanov Yu.F., Vorobev S.V., Kononov S.V. Fatigue of steels modified by high intensity electron beams. Cambridge, 2015. 272 p.
4. Мыльников В.В. Влияние частоты нагружения на усталость конструкционных материалов // Наука и техника. 2019. Т. 18. № 5. С. 427–435.
5. Биронт В.С. Теория термической обработки металлов. Закалка, старение и отпуск: учеб. пособие. Красноярск: СФУ ИЦМиЗ, 2007. 172 с.
6. ТУ14-131-33-72. [Электронный ресурс]. URL: <https://inzhenier-info.ru/razdely/materialy/konstruksionnye-stali/deformiruemye-stali/vysokoprochnye-stali/stal-vysokoprochnaya-martensitostareyushchaya-03n18k9m5tr-ep637-vks-210.html> (дата обращения: 22.05.2021).
7. Мыльников В.В., Чернышов Е.А., Шетулов Д.И. О корреляции параметров микропластической и циклической деформации при разной термической обработке инструментальной стали // Литейные процессы. 2012. № 11. С. 136–140.

УДК 004.4:331.5

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАБОТОДАТЕЛЕЙ И ВЫПУСКНИКОВ ДПИ НГТУ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА С ЦЕЛЬЮ ТРУДОУСТРОЙСТВА

Наумова Е.Г., Кулигина Н.О., Нажимова Н.А.

Дзержинский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», Дзержинск, e-mail: soboll007@yandex.ru

Данная статья посвящена проблемам взаимодействия работодателей и выпускников вуза. В качестве основных можно отметить проблемы трудоустройства выпускников и привлечения квалифицированных специалистов предприятиями. Эти проблемы взаимосвязаны и не так просты. Это, прежде всего, связано с тем, что не всегда предприятие готово взять себе специалиста без опыта работы, дополнительные сложности возникают в периоды социально-экономической нестабильности на рынках труда. Таким образом, рассматриваемая тема актуальна в современном мире. Целью данной работы является проектирование и разработка автоматизированной системы трудоустройства выпускников ДПИ НГТУ. Данная информационная система представлена в виде веб-сайта. Она позволит упростить поиск работы для студентов ДПИ НГТУ и обеспечить молодыми специалистами работодателей. Работа по созданию системы включает в себя следующие этапы: изучение предметной области, создание технического задания, создание эскизного проекта, создание технического проекта, создание документации, ввод информационной системы в эксплуатацию. При этом решались такие задачи, как анализ предметной области, разработка структуры информационной системы, подбор средств разработки и системы управления базами данных, определение требований к системе, реализация проектных решений с последующей развёрткой сайта.

Ключевые слова: информационная система, веб-сайт, автоматизация, трудоустройство, вуз, выпускник, работодатель

ORGANIZATION OF INTERACTION BETWEEN EMPLOYERS AND GRADUATES OF DPI NNSTU N.A. R.E. ALEKSEEV FOR THE PURPOSE OF EMPLOYMENT

Naumova E.G., Kuligina N.O., Nazhimova N.A.

*Dzerzhinsk Polytechnic Institute (branch) of Nizhny Novgorod State Technical University
n.a. R.E. Alekseev, Dzerzhinsk, e-mail: soboll007@yandex.ru*

This article is devoted to the problems of interaction between employers and university graduates. The main problems are the problems of employment of graduates and attracting qualified specialists by enterprises. These problems are interrelated and not so simple. This is primarily due to the fact, that the company is not always ready to hire a specialist without work experience, additional difficulties arise during periods of socio-economic instability in the labor markets. Thus, the topic under consideration is relevant in the modern world. The article deals with the design and development of an information system in the form of a website. This information system will simplify the job search for students of DPI NSTU and provide employers with young specialists. When designing the system, an iterative model of the life cycle was used, which includes the following stages: description of the subject area, terms of reference, draft design, technical design, creation of documentation, and commissioning of the information system. At the same time, such tasks as the analysis of the subject area, the development of the structure of the information system, the selection of development tools and database management systems, the definition of system requirements, the implementation of design solutions with subsequent deployment of the site were solved.

Keywords: information system, web site, automation, employment, university, graduate, employer

В настоящее время все более актуальными становятся проблемы взаимодействия работодателей и выпускников вуза, в частности по вопросам трудоустройства последних. По окончании высшего учебного заведения молодые выпускники должны рано или поздно устроиться на работу. Главным недостатком таких специалистов – отсутствие необходимого профессионального опыта, что является основной причиной их низкой конкурентоспособности на рынке труда по сравнению со специалистами, имеющими соответствующий опыт работы. Таким образом, сложность трудоустройства молодых выпускников связана с некоторыми факторами, например такими, как [1]:

– несоответствие уровня квалификации выпускников требованиям работодателей – недостаток опыта принятия самостоятельных решений, нехватка знаний в конкретной предметной области, отсутствие практических навыков по полученной специальности;

– не совсем верное представление молодых специалистов о путях адаптации в сфере труда и занятости и др.

Если рассматривать проблему взаимодействия с другой стороны, то работодатели часто ищут молодых сотрудников с определёнными нужными им знаниями и навыками, таким образом, и для них поиск может затянуться на длительное время.

И если крупные предприятия готовы взять молодого специалиста без некоторых навыков и обучить его, то небольшие компании не имеют такой возможности, и им необходимы сотрудники, уже владеющие определенными навыками и компетенциями.

Сложность трудоустройства молодых людей, только окончивших вуз, может привести к негативным последствиям, как в сфере экономики, так и в сфере социальной жизни общества.

Подводя итог вышесказанному, необходимо отметить, что перед вузом стоит вопрос о необходимости создания модели эффективного трудоустройства и адаптации к профессиональной деятельности своих выпускников. При анализе рассматриваемой предметной области выявлены следующие проблемы:

- отсутствие единой системы трудоустройства выпускников вуза;
- отсутствие концентрированной информации о требуемых компетенциях со стороны работодателя;
- слабая взаимосвязь рынка образовательных услуг и рынка труда.

Целью работы является разработка автоматизированной информационной системы (ИС), реализованной в виде веб-сайта, назначение которой – организация взаимодействия работодателей и выпускников ДПИ НГТУ им. Р.Е. Алексеева с целью трудоустройства последних. Основная задача этой системы – расширить возможности поиска работы выпускников в соответствии с полученными знаниями, а также позволить работодателям оставлять заявки на специалистов с указанием требований, предъявляемых соискателю. Таким образом, данная ИС позволит состыковать работодателей и выпускников вуза между собой, уменьшить время поиска работы выпускниками и новых сотрудников предприятиями.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- анализ предметной области,
- разработка структуры ИС в виде сайта,
- подбор средств разработки ИС,
- выбор системы управления базами данных (СУБД),
- определение требований к ИС,
- реализация проектных решений с последующей развёрткой сайта.

Материалы и методы исследования

Поставленные задачи могут быть решены двумя путями:

- использование готовых решений;
- разработка собственной ИС:

С одной стороны, если воспользоваться готовыми решениями, то такие системы

можно использовать сразу, в них содержится большая концентрация вакансий для самых разных специалистов и предложения о работе не привязаны к одному региону. С другой стороны, возникает необходимость поиска «своих» вакансий среди тысяч ненужных, присутствует высокая конкуренция, в том числе со стороны соискателей, имеющих опыт работы.

Институт же заинтересован в устройстве на работу собственных выпускников, поэтому разрабатываемая информационная система и размещаемая в ней информация будет ориентирована на выпускников, подготавливаемых на базе вуза. Кроме того ДПИ НГТУ им. Р.Е. Алексеева выпускает узконаправленных специалистов, которые в большинстве устраиваются на многочисленные химические предприятия г. Дзержинска.

Назначение проектируемой информационной системы – организация платформы для взаимодействия работодателей и выпускников, которая будет содержать в себе единую базу данных резюме студентов, а также доступных им вакансий со стороны работодателей. Выполнение системы в виде веб-сайта позволит автоматизировать процессы:

- регистрация студентов и работодателей;
- добавление, изменение, размещение, удаление резюме выпускниками вуза;
- добавление, изменение, размещение, удаление вакансий работодателями;
- поиск резюме и доступных вакансий по заданным критериям,
- предоставление информации, в том числе контактной, и организация связи между студентом и конкретной организацией.

Структура сайта приведена на рис. 1. Внешняя структура описывает общий внешний вид страниц сайта, внутренняя – основные разделы содержания сайта.

Ниже приведены инструменты, которые понадобятся при разработке сайта.

Для создания интерфейса системы используется: язык гипертекстовой разметки HTML (основной инструмент для построения веб-страниц); таблица стилей CSS (для формирования внешнего вида).

Реализация алгоритмов и функциональной части информационной системы выполнена с помощью фреймворка Django и языков программирования Python и JavaScript.

Django – это дополнительно подгружаемая библиотека для языка Python, позволяющая реализовать базовую функциональность веб-сайта и содержащая средства для взаимодействия с базами данных [2, 3]. В основе Django лежит шаблон проектирования MVC (Model-View-Control). Django позволяет реализовывать сайт как из одного, так и из нескольких приложений.



Рис. 1. Структура сайта

Кроме того, в составе этого фреймворка содержится собственный инструмент ORM (Object-Relation Mapping), который генерирует схему базы данных на основе моделей, описанных классами Python [4].

Основное назначения в данной работе языка JavaScript [5] – организация обмена данными между клиентским приложением и сервером, обработка информации на клиентских приложениях.

В качестве среды разработки используется кроссплатформенный текстовый редактор SublimeText 3, имеющий возможность подключения большого количества плагинов, написанных на языке Python.

Важнейшим элементом разрабатываемой информационной системы является база данных. В ней будет храниться информация о выпускниках и их резюме, информация о вакансиях и контактах работодателей, служебная информация. Поэтому выбор СУБД должен быть обоснован и удовлетворять всем требованиям, в том числе по совместимости. Поэтому проектирование реляционной базы данных будет выполняться также с помощью фреймворка Django, и подключенным к нему модулем SQLite. SQLite [2] является встраиваемой СУБД, выполненной в виде библиотеки, подключаемой к основному проекту. Для обмена данными используется протокол API библиотеки SQLite [6].

Для поддержания работы веб-сайта необходим хостинг с системой поддержки виртуального сервера: VDS (Virtual Dedicated Server) или VPS (Virtual Private Server).

При проектировании информационной системы необходимо определить, какие тре-

бования будут предъявляться к ней. Ниже приведена часть требований, касающихся структуры и вопросов функционирования сайта, обеспечения безопасности информации, аппаратного и программного обеспечения.

Так, структура ИС должна быть достаточно гибкой, чтобы имелись возможности:

- добавлять, модифицировать, удалять контент;
- переносить систему на более мощную аппаратную платформу;
- расширять контент без ущерба для производительности.

Система должна функционировать в двух режимах: штатном и сервисном. В штатном режиме должна быть обеспечена возможность одновременной работы не менее 50 пользователей. В сервисном режиме возможно проведение обслуживания, реконфигурации и пополнения системы новыми компонентами.

Отдельно необходимо отметить требования по безопасности информации, которая будет размещена на веб-сайте. С учётом, что в информационной системе будет циркулировать как общедоступная информация, так и конфиденциальная (персональные данные, служебная информация и т.п.), система защиты должна быть комплексной и определяться:

- организационно-правовыми нормами и правилами работы как с открытой, так и с конфиденциальной информацией;
- политикой безопасности аппаратного хостинга, на котором разворачивается приложение;
- политикой безопасности системы управления базами данных.

Система должна обеспечивать возможность исторического хранения данных с глубиной не менее пяти лет, предполагается максимальный срок хранения данных десять лет.

В качестве одного из средств защиты выступает ограничение прав доступа в соответствии с ролями, определёнными в информационной системе: для пользователей категории «Администратор» предоставляется почти полный доступ к любым данным, пользователи категории «Пользователь» могут просматривать существующие на сайте резюме и вакансии, а также добавлять новые резюме (выпускники) или вакансии (работодатели) от своего имени.

Для хранения данных должны быть использованы современные реляционные или объектно-реляционные СУБД. На этапе технического проектирования определяется структура данных. Входными данными для системы являются личная информация о пользователях с указанием всех имеющихся характеристик, в том числе ФИО выпускника или наименование организации, контактная информация. Выходные данные – полный список резюме и вакансий, содержащаяся в них информация, контактная информация. Целостность данных обеспечивается средствами СУБД и приложения.

Структура базы данных разрабатываемого сайта представлена на диаграмме (рис. 2).

Для обеспечения работы системы требуется: серверная операционная система на базе Linux, желательно Ubuntu или FreeBSD с установленным SSH-доступом; среда исполнения Python версии не ниже 3.8; фреймворк Django версии не ниже 3.0.

Минимально необходимое аппаратное обеспечение:

– со стороны сервера (хостинга): процессор с тактовой частотой не менее 2,4 ГГц, оперативная память – не менее 2 Гб, HDD с объемом не менее 100 Гб, стабильное многоканальное интернет-соединение со статическим IP-адресом со скоростью не менее 1 Мбит/с;

– со стороны клиента: процессор с тактовой частотой не менее 1,4 ГГц, оперативная память – не менее 1 Гб, HDD с объемом не менее 10 Гб, стабильное интернет-соединение с входящей скоростью не менее 512 Кб/с.

Результаты исследования и их обсуждение

Интерфейс информационной системы включает следующие разделы:

– разделы «Список резюме» и «Список вакансий»: отображают полные или отфильтрованные списки резюме и вакансий соответственно, основную информацию резюме и вакансии, подробную информацию выбранного резюме или вакансии соответственно, контактную информацию;

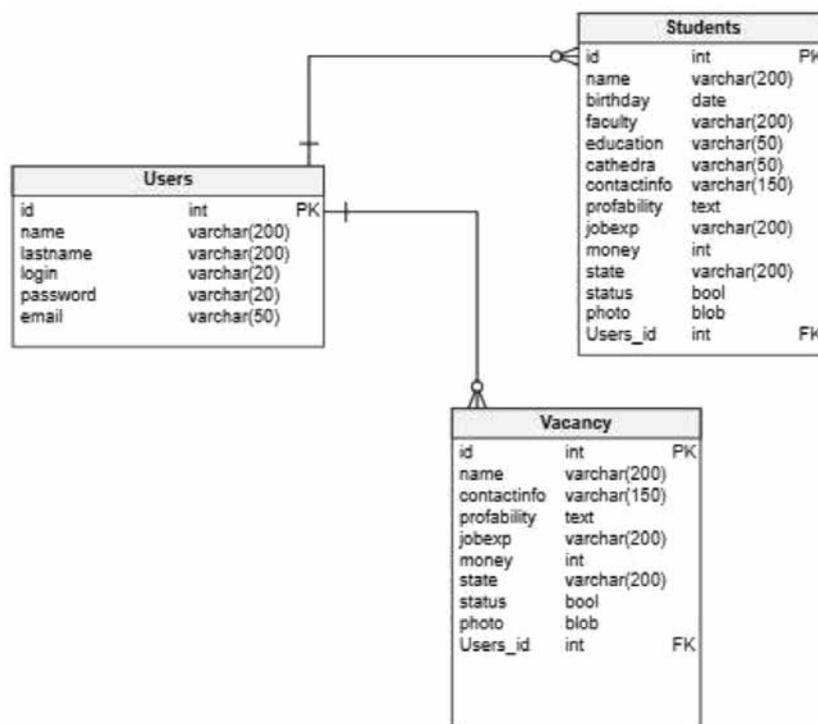


Рис. 2. Структура базы данных

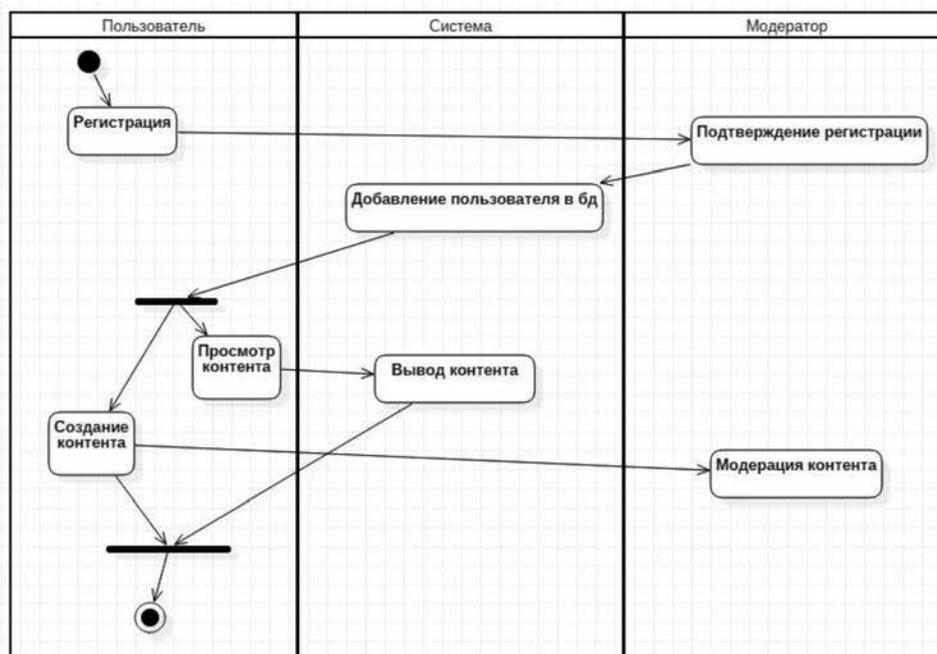


Рис. 3. Диаграмма деятельности

– раздел «Об институте»: отображает информацию об институте, контакты администрации, контакты службы поддержки;

– раздел «Администрирование» (только для пользователей со статусом «Администратор»): предоставляет такие функции, как подтверждение, изменение, удаление пользователей; подтверждение, изменение, удаление резюме и вакансий; функции редактирования разделов сайта;

– разделы «Регистрация» и «Личный кабинет»;

– разделы «Вход» и «Выход».

Для организации взаимодействия между выпускниками и работодателями на сайте реализована возможность не только просматривать профили других пользователей, но и отправлять нужному пользователю личные сообщения.

Обобщённая диаграмма деятельности пользователей на сайте представлена на рис. 3. В качестве пользователя выступают студенты и работодатели, в качестве модератора – администратор.

Заключение

В статье была проанализирована проблема трудоустройства выпускников вуза и обоснована необходимость создания автоматизированной системы трудоустройства выпускников. Было принято решение представить эту систему в виде веб-сайта. Для её реализации в качестве средств раз-

работки были выбраны следующие средства: фреймворк Django, язык гипертекстовой разметки HTML, таблицы стилей CSS, объектно-ориентированный скриптовый язык JavaScript.

Созданный веб-сайт позволит решить задачу организации взаимодействия работодателей и выпускников ДПИ НГТУ. Представители предприятий смогут разместить информацию об открытых вакансиях с указанием требований к соискателям и условий труда. Выпускники кроме информации о полученном образовании смогут предоставить и дополнительную информацию: о своих навыках, о своих личностных характеристиках, о своих предпочтениях.

Список литературы

1. Айдарова И.А. Проблемы трудоустройства молодежи на рынке труда // Гуманитарные научные исследования. 2014. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <https://human.snauka.ru/2014/06/7156> (дата обращения: 05.05.2021).
2. Златопольский Д.М. Основы программирования на языке Python. М.: ДМК Пресс, 2017. 284 с.
3. Дронов В.А. Django: практика создания Web-сайтов на Python. СПб.: БХВ-Петербург, 2016. 528 с.
4. The Web framework for perfectionists with deadlines | Django. [Электронный ресурс]. URL: <https://djangoproject.com/> (дата обращения: 05.05.2021).
5. Современный учебник JavaScript. [Электронный ресурс]. URL: <https://learn.javascript.ru/> (дата обращения: 05.05.2021).
6. Мэтис Эрик. Изучаем Python. Программирование игр, визуализация данных, веб-приложения. СПб.: Питер, 2017. 496 с.

УДК 62-503.55:004

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ЛАБОРАТОРИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Перухин М.Ю., Васильева М.Ю., Кадырова Г.К.

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань,
e-mail: perukhin@inbox.ru, marinav@inbox.ru, kadyrova.gulsat@gmail.com

На факультете управления и автоматизации Казанского национального исследовательского технологического университета, после обновления базы стандов лаборатории систем управления химико-технологическими процессами, следующим шагом стало создание цифрового двойника лаборатории. Лаборатория оснащена шестью современными лабораторными стандами, оснащенными оборудованием и средствами контроля и управления. Лабораторная работа позволяет студенту ознакомиться с процессами, протекающими в ходе лабораторной работы, получить навыки работы с приборами, самостоятельно осуществлять их настройку и наладку. Авторами описываются преимущества и недостатки классических и виртуальных лабораторных стандов. В работе предлагается внедрение технологии создания цифровых двойников, разработка виртуальных моделей реальных лабораторных стандов, реализация удаленной работы в рамках образовательного процесса. Описана работа виртуального лабораторного станда для измерения расхода и уровня жидких сред в ручном и автоматическом режимах. Виртуальный лабораторный стенд, разработанный в среде CoDeSys, способен полностью заменить работу на реальном лабораторном стенде. Работа на виртуальном стенде позволяет дополнительно освоить языки программирования и изучить работу программируемого логического контроллера при удаленном подключении к реальному стенду лаборатории. Востребованность цифровых двойников лабораторий обусловлена следующими факторами: отсутствием дорогостоящих лабораторных стандов в филиалах и небольших университетах, необходимостью выполнения лабораторной работы в дистанционном формате, предоставлению возможности параллельной работы на стенде для больших групп студентов в рамках одного занятия, обеспечением всех студентов, в том числе с ограниченными возможностями, равными возможностями. Практическая актуальность внедрения цифровых двойников в университетах обуславливается возможностью значительного повышения эффективности образовательного процесса.

Ключевые слова: цифровой двойник, система автоматизации, программируемый логический контроллер, дистанционное обучение, технологический процесс, виртуальный стенд

DIGITAL TWIN OF THE LABORATORY OF CONTROL SYSTEMS OF CHEMICAL-TECHNOLOGICAL PROCESSES

Perukhin M.Yu., Vasileva M.Yu., Kadyrova G.K.

Kazan National Research Technological University, Kazan, e-mail: perukhin@inbox.ru,
marinav@inbox.ru, kadyrova.gulsat@gmail.com

At the Faculty of Management and Automation of the Kazan National Research Technological University, after updating the base of the laboratory stands for control systems for chemical-technological processes, the next step was the creation of a digital twin of the laboratory. The laboratory is equipped with six modern laboratory stands, equipped with equipment and means of monitoring and control. Laboratory work allows the student to get acquainted with the processes occurring in the course of laboratory work, gain skills in working with devices, independently carry out their adjustment and commissioning. The authors describe the advantages and disadvantages of classical and virtual laboratory stands. The paper proposes the introduction of technology for creating digital twins, the development of virtual models of real laboratory stands, the implementation of remote work within the educational process. The operation of a virtual laboratory bench for measuring flow rate and level of liquid media in manual and automatic mode. Virtual laboratory stand, developed in the CoDeSys environment, it can completely replace the work on a real laboratory bench. Working on a virtual stand allows you to additionally learn programming languages and study the operation of a programmable logic controller when connected remotely to a real laboratory stand. The demand for digital twins of laboratories is due to the following factors: the lack of expensive laboratory stands in branches and small universities, the need to perform laboratory work in a remote format, providing the possibility of parallel work at the stand for large groups of students within one lesson, providing all students, including those with limited opportunities, equal opportunities. The practical relevance of the introduction of digital twins in universities is due to the possibility of a significant increase in the efficiency of the educational process.

Keywords: digital twin, automation system, programmable logic controller, distance learning, technological process, virtual stand

Современное производство предполагает внедрение цифровых технологий на всех этапах жизненного цикла создаваемой продукции. Наиболее интересной задачей, относящейся к развитию цифровых производств, можно назвать технологию создания и использования цифровых двойников, ставшей одним из главных направлений развития четвертой индустриальной

революции (Индустрия 4.0) [1–3]. Под цифровым двойником понимают виртуальный прототип реального объекта, который полностью имитирует его характеристики и внутренние процессы. Объектом цифрового прототипирования может быть практически что угодно.

Приведем примеры внедрения технологии создания цифровых двойников в раз-

ных отраслях: реализация цифровых двойников для управления газовым промыслом описана в [4], в [5] описаны основные подходы к формированию информационной модели производственно-технологической системы машиностроительного предприятия, разработка новых решений в области использования цифровых двойников объектов атомной энергетики в [6], в [7] рассмотрена система поддержки принятия решений при подготовке нефти с использованием цифрового двойника технологической установки.

Внедрение цифровых двойников в образовательном процессе в университетах является неотъемлемой составляющей развития промышленности. В образовательную реальность уверенно входят достижения искусственного интеллекта, технологии виртуальной и дополненной реальности, большие данные и т.д. В публикации 2021 г. в журнале «Высшее образование в России» подробно рассмотрены перспективы применения цифровых двойников в образовании [8].

Немаловажным для внедрения цифровых двойников стало применение технологий дистанционного обучения, получивших широкое распространение в условиях карантинных мероприятий 2020 г. Получена возможность дистанционного обучения на виртуальных лабораторных установках или дистанционного подключения к реальным установкам в условиях введения ограничительных мер в 2020 г. По определению В.В. Трухина, «виртуальная лаборатория представляет собой программно-аппаратный комплекс, позволяющий проводить опыты без непосредственного контакта с реальной установкой или при полном отсутствии таковой» [9].

Внедрение технологии создания цифровых двойников, разработка виртуальных

моделей реальных стендов кафедр, возможность удаленной работы в рамках образовательного процесса является актуальной задачей для университетов. Например, лабораторный практикум важен и является неотъемлемой частью занятий для закрепления теоретических положений лекционного материала путем наглядной демонстрации изучаемых явлений и процессов. Возможности, которые предоставляют виртуальные лабораторные стенды – это малая погрешность при проведении эксперимента, возможность разделять студентов на небольшие группы для выполнения работ, так как работа может проводиться на нескольких компьютерах, возможность выгрузки данных для последующей обработки, удаленная работа и т.д. [10–11].

На факультете управления и автоматизации Казанского национального исследовательского технологического университета после обновления базы стендов лаборатории систем управления химико-технологическими процессами (СУХТП) следующим шагом стало создание цифрового двойника лаборатории.

Результаты исследования и их обсуждение

Лаборатория СУХТП оснащена шестью современными лабораторными стендами, оснащенными оборудованием и средствами контроля и управления, включая оборудование фирмы ОВЕН, и дисплейным классом. Часть лабораторных стендов показана на рис. 1. На стендах лаборатории выполняются лабораторные работы: измерение температуры, измерение давления, измерение расхода и количества вещества, измерение уровня жидкости, автоматические системы регулирования, статика и динамика систем.



а)



б)

Рис. 1. Лабораторные стенды СУХТП: а) стенды по измерению параметров, б) стенды по градуировке и автоматическим системам регулирования

При принятии решения о виртуализации лабораторных стендов лаборатории СУХТП преследовались следующие цели:

1. Предоставить возможность выполнять лабораторную работу на занятии индивидуально или небольшими группами.

2. Расширить функциональность стенда за счет программируемого логического контроллера.

3. Повысить интерес учащихся и приобрести первичные навыки программирования в программной среде CoDeSys.

4. Предоставить возможность работы удаленно на стендах из дома или филиала вуза.

Часть стендов лаборатории уже оцифрована и переведена нами в виртуальные стенды. По необходимости, доступ к стендам в режиме реального времени предполагается осуществлять через OwenCloud (сервис) – облачный сервис компании ОВЕН, применяемый для удаленного мониторинга, управления и хранения архивов данных приборов, используемых в системах автоматизации. Приборы подключаются к сервису по интерфейсам RS-485 (с помощью специальных сетевых шлюзов) или Ethernet (в этом случае требуется подключение приборов к сети с доступом к интернету).

В лаборатории СУХТП установлен классический лабораторный стенд для выполнения двух лабораторных работ (рис. 2): «Измерение расхода» и «Измерение уровня». Для выполнения лабораторных работ нами разработан виртуальный лабораторный стенд для измерения расхода и уровня жидких сред [12–14]. Однако полный переход на виртуальную лабораторию может

привести к тому, что выпускники не научатся работать с приборами, с которыми они могут столкнуться на производстве. Поэтому использовать виртуальные стенды нужно в случаях, когда это необходимо, понимая, что они обладают как рядом преимуществ, так и рядом ограничений. Та же самая выгрузка результатов может осуществляться на аппаратном уровне. Достаточно иметь сетевой шлюз. Виртуальная лаборатория может быть дополнением реальных лабораторных стендов. Например, при выполнении одной лабораторной работы несколькими группами возникают сложности. Лаборатория, в которой расположен стенд, оснащена компьютерной техникой. Это позволит разработать и установить на компьютеры модель лабораторного стенда, распараллелить группы, выполняющие одинаковую работу.

Как указывалось, лаборатория оснащена приборами ПО «ОВЕН», которое выпускает контроллеры с возможностью программирования их в среде CoDeSys. Это и явилось определяющим фактором при выборе среды программирования. Программирование осуществлялось на языке SFC, который является дальнейшим развитием языка FBD. Этот язык был специально создан для проектирования систем управления непрерывными технологическими процессами [13–15].

Разработка виртуального лабораторного стенда началась с определения числовых параметров виртуального лабораторного стенда (рис. 3). Были определены параметры емкости, в которую поступает жидкость: объем 50 л, высота 50 см, длина основания 50 см, ширина основания 20 см.



а)



б)

Рис. 2. Лабораторный стенд по измерению расхода и уровня жидкости:
а) фото стенда в лаборатории, б) структурная схема стенда

Для лабораторной работы по измерению уровня жидкости емкостным уровнемером были определены время наполнения бака, расход жидкости при наполнении бака и сливе жидкости из бака: время наполнения бака, которое определено с учетом оптимизации времени выполнения лабораторной работы, 100 с; расход жидкости при наполнении бака 0,5 л/с; расход при сливе жидкости из бака 0,5 л/с; исходя из вышеуказанных параметров, был посчитано, что за 1 мс уровень жидкости в баке увеличивается на 0,005 мм; для лабораторной по измерению расхода, расход жидкости устанавливается на лабораторном стенде.

Виртуальный лабораторный стенд объединяет две лабораторные работы и включает:

1. Бак, который наполняется жидкостью.
2. Уровнемерное стекло, которое служит действительным показателем уровня жидкости в баке.
3. Уровнемерный комплект, состоящий из чувствительного элемента ёмкостного уровнемера и вторичного прибора с показывающим экраном.
4. Расходомерный комплект, состоящий из поплавкового расходомера и вторичного прибора с показывающим экраном.
5. Два вентиля подачи жидкости в бак и один вентиль слива жидкости из бака.
6. Насос для подачи жидкости в установку.
7. Трубопроводы.
8. Тумблер для задания лабораторной работы.
9. Секундомер.
10. Кнопка включения/выключения автоматического режима.

Для начала работы с виртуальным стендом необходимо:

1. Включить насос подачи воды в установку. Для этого необходимо нажать левой

кнопкой мыши на изображение насоса, находящееся в левом верхнем углу виртуального стенда. Индикатором включения насоса служит изменение его цвета на зеленый и поступление воды в установку, что также отображается изменением цвета доступной для жидкости части трубопровода.

Графическому элементу «Насос» соответствует булева переменная проекта NASOS. Пока насос не включен, т.е. NASOS = FALSE, программа не позволит выполнять никаких других действий по эксплуатации стенда. Данное свойство настраивается в конфигурации графических элементов [13–15], составляющих стенд.

2. После того как насос включен, необходимо тумблер переключить в то положение, которое соответствует выполняемой лабораторной работе: лабораторная работа № 6 «Измерение расхода» либо лабораторная работа № 15 «Измерение уровня». Одновременное включение обоих параметров недоступно. Активное положение тумблера характеризуется зеленым цветом, неактивное – красным. Положениям тумблера соответствуют булевы переменные проекта LR6 и LR15.

После того как активировано одно из положений тумблера – лабораторная работа № 6 или лабораторная работа № 15 – включается соответствующий измерительный комплект, и установка считается подготовленной для выполнения лабораторной работы.

Вентилю подачи воды во время выполнения лабораторной работы № 6 соответствует булева переменная проекта VENTIL_3. Вентилю слива воды из бака соответствует булева переменная VENTIL_2. Значения секундомера хранятся в переменной P_T типа TIME. Значения расхода – в переменной Q типа REAL.

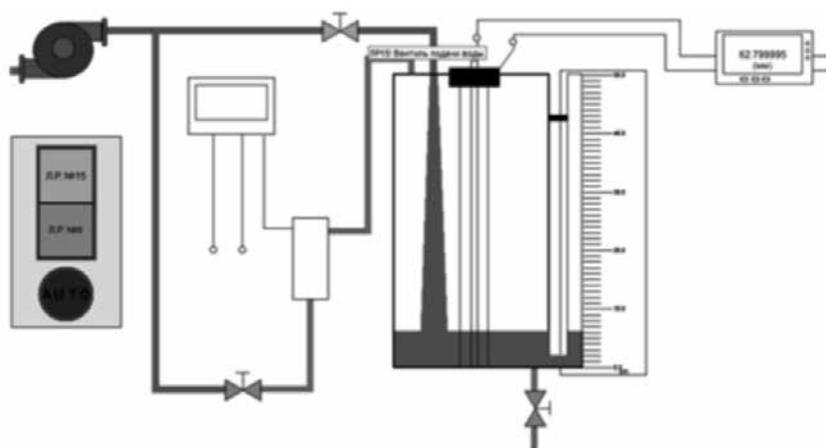


Рис. 3. Виртуальный лабораторный стенд в ходе выполнения лабораторной работы по измерению уровня жидкости ёмкостным уровнемером

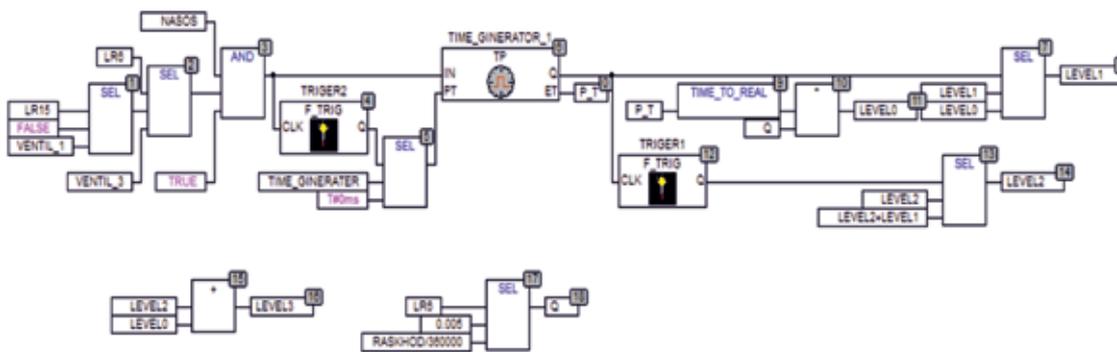


Рис. 4. Код программы, программирующий подачу жидкости в бак



Рис. 5. Код программы, реализующий прерывания изменения уровня

Вентилю подачи воды во время выполнения лабораторной работы № 15 соответствует булева переменная проекта VENTIL_1. Значения уровня хранятся в переменной L типа REAL. Код программы, отвечающий за работу установки по наполнению бака жидкостью до определенного уровня и с определенным расходом, представлен на рис. 4.

Также программой предусмотрено остановка работы насоса в том случае, если уровень жидкости больше 500 мм. И автоматическое закрытие вентилей слива жидкости, когда её уровень опускается до 0 мм. Реализация данных функций в коде программы представлена на рис. 5.

Разработанный виртуальный лабораторный стенд включает все элементы и выполняет все функции реального лабораторного стенда. Стенд дополнили автоматическим режимом, так как выбранная среда программирования CoDeSys специализируется на прикладном программировании программируемого логического контроллера (ПЛК), была поставлена задача перенести программу после завершения на ПЛК и дополнить ей реальный лабораторный стенд.

Автоматический режим предполагает, что при выборе на лабораторном стенде номера лабораторной работы и нажатии кнопки включения автоматического режима «AUTO», все действия на лабораторном стенде будут выполняться автоматически.

Водяной насос при автоматическом режиме включается автоматически, также включается вентиль подачи воды. Вентиль подачи воды остается в открытом положе-

нии 10 с, после этого он автоматически закрывается на 30 с. В это время пользователь снимает показания с уровнемерного стекла и с экрана емкостного уровнемера.

По истечении 30 с вентиль подачи воды снова открывается. Такой цикл повторяется до тех пор, пока уровень в баке не достигнет максимального: 500 мм. Когда уровень в баке достигает верхнего предела, насос и вентиль подачи воды автоматически выключаются.

Далее лабораторная работа выполняется автоматически при обратном ходе. Автоматически открывается вентиль слива воды, и уровень воды в емкости начинает уменьшаться. Вентиль слива воды остается в открытом состоянии 10 с после истечения этого времени он автоматически закрывается на 30 с. В это время пользователь снимает показания с уровнемерного стекла и экрана емкостного уровнемера. Затем вентиль слива воды снова открывается, и такой цикл происходит, пока уровень в баке не достигнет 0 мм. Когда уровень в баке достигает нижнего предела, вентиль слива воды выключается, выполнение лабораторной работы завершается. Для того чтобы заново начать выполнение лабораторной работы № 15 в автоматическом режиме, необходимо повторно нажать на кнопку «AUTO». Графическому элементу кнопке «AUTO» соответствует булева переменная проекта AUTO_MODE.

Код программы, отвечающий за включение автоматического режима и выполнение лабораторной работы при прямом ходе, представлен на рис. 6.

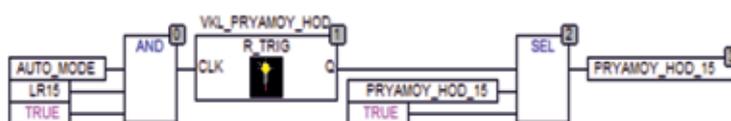


Рис. 6. Код программы, отвечающий за включение автоматического режима выполнения работы

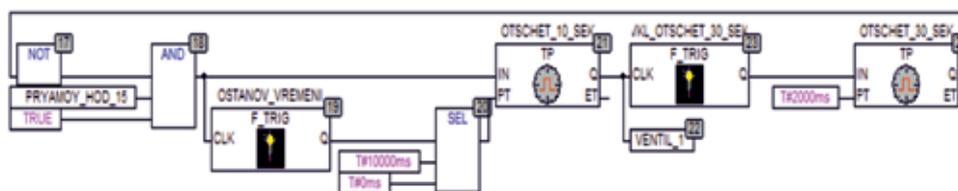


Рис. 7. Код программы, реализующий выполнение работы при прямом ходе

Представлена часть программы, реализующая выполнение лабораторной работы № 15 при прямом ходе в автоматическом режиме (рис. 7). Часть кода для автоматизации выполнения лабораторной работы на виртуальном лабораторном стенде выступает в качестве надстройки к основному коду.

Настройка ПЛК осуществлялась в среде CoDeSys. В режиме настройки и отладки (в среде программирования это режим эмуляции), студентам предоставляется возможность изменить настройки и посмотреть, как это влияет на работоспособность самой программы, так и на выходные параметры. Такая «тренировка» позволит будущим специалистам овладеть базовыми навыками программирования на языке SFC.

Как было показано выше, лабораторный виртуальный стенд может работать в двух режимах (ручном и AUTO).

В автоматическом режиме лабораторные работы выполняются без необходимости управления и контроля виртуальным стендом. Выполнение лабораторных работ в автоматическом режиме позволит студентам ознакомиться с работой ПЛК.

Заключение

Таким образом, виртуальный лабораторный стенд в настоящее время, когда, казалось бы, дистанционный режим обучения совсем недавно был преобладающим, а актуальность такого рода разработок достаточно высока, является незаменимым помощником при проведении лабораторных занятий. Кроме того, виртуальный стенд может заменить реальный при его поломке, но только в плане непрерывного проведения образовательного процесса, так как возможность непосредственного контакта студентов с реальными приборами является

определяющим фактором, позволяющим приобретать необходимые навыки работы с контрольно-измерительными приборами.

Аналогичные виртуальные стенды в рамках создания цифрового двойника лаборатории СУХТП планируется разработать для всех стендов лаборатории. Практическая актуальность внедрения цифровых двойников обуславливается возможностью значительного повышения эффективности образовательного процесса.

Список литературы

1. Шпак П.С., Сычева Е.Г., Меринская Е.Е. Концепция цифровых двойников как современная тенденция цифровой экономики // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». 2020. Т. 18. № 1. С. 57–68.
2. Фролов Е.Б., Климов А.С., Зин Мин Хтун. MES – основа для создания «цифрового двойника» производственной системы // Вестник МГТУ «Станкин». 2019. № 2 (49). С. 52–56.
3. Шинкевич А.И., Нурғалиев Р.К. Особенности управления нефтехимическим производством в индустрии 4.0 // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 3. С. 119–124.
4. Поспелова Т.А., Стрекалов А.В., Князев С.М., Харитонов А.Н. Реализация цифровых двойников для управления газовым промыслом // Сетевое научное издание «Нефтяная провинция». 2020. № 1 (21). С. 242–230.
5. Долгов В.А., Кабанов А.А. Основные подходы к формированию информационной модели производственно-технологической системы машиностроительного предприятия // Автоматизация и современные технологии. 2018. № 4. С. 178–184.
6. Лауар С., Делов М.И., Литвинцова Ю.Е., Кузьменков Д.М., Мурадян К.Ю., Навасардян М.В., Куценко К.В. Теплогидравлический стенд для разработки новых решений в области использования цифровых двойников объектов атомной энергетики // Известия вузов. Ядерная энергетика. 2020. № 2. С. 122–134.
7. Коноваленко Д.В. Система поддержки принятия решений при подготовке нефти с использованием цифрового двойника технологической установки // Моделирование, оптимизация информационные технологии. 2020. № 8 (1). С. 1–9.
8. Вихман В.В., Ромм М.В. «Цифровые двойники» в образовании: перспективы и реальность // Журнал Высшее образование в России. 2021. Т. 30. № 2. С. 22–32.

9. Трухин А.В. Виды виртуальных компьютерных лабораторий // Инновационные технологии в высшем образовании. 2005. С. 58–67.

10. Черемисина Е.Н., Антипов О.Е., Белов М.А. Роль виртуальной компьютерной лаборатории на основе технологии облачных вычислений в современном компьютерном образовании // Дистанционное и виртуальное обучение. 2012. № 1. С. 53–60.

11. Саданова Б.М., Олейникова А.В., Альберти И.В., Одинцова Е.А., Плеханова Е.Н. Применение возможностей виртуальных лабораторий в учебном процессе технического вуза // Молодой ученый. 2016. № 4. С. 71–74.

12. Перухин М.Ю., Урываев Е.В. Разработка виртуального стенда для изучения управления периодическими про-

цессами // Вестник технологического университета. 2016. № 21. Т. 19. С. 154–156.

13. Кадырова Г.К., Подрядова Д.Ю., Яруллина Л.И., Перухин М.Ю. Разработка виртуального лабораторного стенда в среде CODESYS: материалы II Всероссийской научно-практической конференции (27–28 мая 2019 г.). Пенза, 2019. С. 268–271.

14. Перухин М.Ю., Кадырова Г.К. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Измерение уровня и расхода жидкостей» № 2021611267. Дата государственной регистрации 25.01.2021 г.

15. Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / Под ред. проф. В.П. Дьяконова. М.: СОЛОН-Пресс, 2004. 256 с.

УДК 004.93

РАСПОЗНАВАНИЕ РУКОПИСНОГО ТЕКСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

¹Скрыпников А.В., ¹Денисенко В.В., ²Хитров Е.Г., ¹Евтеева К.С., ¹Савченко И.И.

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
Воронеж, e-mail: mr.saranov@mail.ru;

²ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,
Санкт-Петербург, e-mail: yegorkhitrov@gmail.com

Большое внимание в последнее время уделяется проблеме распознавания образов, изображений, текста, речи. В рамках данной статьи рассматривается проблема распознавания текста. Сложность данной задачи во многом определяется тем, в каком виде представлен текст для распознавания. Распознавание текста, написанного от руки, по сравнению с распознаванием печатного текста представляет собой более сложную задачу, которая в данный момент не решена в полной мере. Сама система распознавания представляет собой сложную структуру из различных подсистем разделения входного изображения на текст и картинки, выделения абзацев, строк и самих символов, для дальнейшей обработки. Для решения задачи распознавания рукописного текста активно применяются нейронные сети и готовые библиотеки, которые можно использовать для обучения новых сетей. Показано, что проблема распознавания рукописного текста остается до сих пор малоизученной. Распознавание рукописного текста является сложной задачей в связи с неоднозначностью распознаваемых символов, что связано с особенностями почерка каждого человека. Кроме того, даже один и тот же человек может писать один и тот же символ по-разному. В связи с этим проблема распознавания рукописного текста требует дальнейшего изучения.

Ключевые слова: распознавание рукописного текста, нейронные сети, проблемы распознавания текста, нечеткие нейронные сети, многослойный перцептрон, библиотека распознавания текста

RECOGNITION OF HANDWRITTEN TEXT USING NEURAL NETWORKS

¹Skrypnikov A.V., ¹Denisenko V.V., ²Khitrov E.G., ¹Savchenko I.I., ¹Evteeva K.S.

¹Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, e-mail: mr.saranov@mail.ru;

²St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great, St. Petersburg, e-mail: yegorkhitrov@gmail.com

Much attention has recently been paid to the problem of recognition of patterns, images, text, speech. This article discusses the problem of text recognition. The complexity of this task is largely determined by the form in which the text is presented for recognition. Recognition of handwritten text, in comparison with the recognition of printed text, is a more complex task that has not been fully resolved at the moment. The recognition system itself is a complex structure of various subsystems for dividing the input image into text and pictures, highlighting paragraphs, lines and the characters themselves, for further processing. To solve the problem of handwriting recognition, neural networks and ready-made libraries are actively used, which can be used to train new networks. It is shown that the problem of handwriting recognition is still poorly understood. Handwriting recognition is a difficult task due to the ambiguity of the recognized characters, which is associated with the peculiarities of each person's handwriting. Moreover, even the same person can write the same symbol in different ways. In this regard, the problem of handwriting recognition requires further study.

Keywords: handwriting recognition, neural networks, text recognition problems, fuzzy neural networks, multilayer perceptron, text recognition library

На сегодняшний день активно развивается такая область науки, как распознавание. Исследователи уделяют большое внимание задаче распознавания образов. Однако в последнее время все большее распространение получает проблема распознавания текста. Обычно различают два типа распознавания. Если символы представляют собой печатный формат, то распознавание называют оптическим распознаванием символов (Optical Character Recognition), если же символы написаны от руки – процесс распознавания рукописного ввода (Handwriting Recognition). Кроме того, рукописный ввод можно различать как интерактивный или автономный, в зависимости от того, когда текст подается на распознава-

ние. Если текст захватывается, когда автор пишет, это называется онлайн-режимом, в противном случае – автономным. Более сложной представляется задача распознавания рукописного текста. Сегодня наиболее популярные подходы к распознаванию символов включают использование тех или иных методов машинного обучения.

Цель данной публикации – дискуссия и анализ проблем в области распознавания рукописного текста с использованием нейронных сетей.

Сложность задачи распознавания текста во многом определяется тем, в каком виде он представлен для распознавания. Следует отметить, что для печатного текста характерно то, что он всегда располагается

на листе в ровных строках, символы текста имеют чаще всего одинаковую высоту и ширину в пределах рассматриваемого документа. Кроме того, расстояние, которое имеется между буквами, хорошо различимо и чаще всего имеет одинаковую ширину в пределах одного текста. Таким образом, наличие данных параметров снижает сложность распознавания печатного текста.

Распознавание рукописного текста представляет собой более сложную задачу, которая в данный момент не решена в полном объеме. В связи с этим рассмотрение данной темы считается актуальным.

Любой текст, написанный от руки, представляет собой символы заранее заданного алфавита языка и знаков, которые разделяют данные символы. В качестве разделительных знаков могут выступать точки, запяты, дефис, двоеточие и т.п. Обратим внимание, что важным свойством, которое характерно для текста на любом языке, является то, что отличия между символами языка более значительны, чем отличия между различными написаниями одного и того же символа. Таким образом, любой символ [1] языка можно однозначно идентифицировать при распознавании.

Почерк любого человека вне зависимости от того, на каком языке пишется текст, состоит из штрихов, располагающихся в некоторой последовательности для получения отдельного символа или буквы, а в дальнейшем – и целого слова, предложения и текста. Стоит отметить, что любой новый символ, как правило, начинается только после того, как предшествующий ему символ был закончен. Данное правило имеет исключение при написании символов «й» и «ё», для написания которых пишется сначала основа символа «и» и «е» соответственно и только потом к данной основе добавляется штрих для символа «и» и две точки для символа «е».

Для всех букв характерно наличие динамических и статических свойств. К числу первых можно отнести то, что при написании буквы человек может писать штрихи в различной последовательности, а также буквы могут состоять из разного количества таких штрихов. Однако при написании букв есть и статические свойства. Смысл данных свойств заключается в том, что форма и размер букв не изменяются в пределах одного языка.

В связи с тем, что в русском языке буквы часто имеют соединительные линии, а также случайные пересечения, задача распознавания усложняется еще и необходимостью выделить каждый символ по отдельности в исходном изображении [1]. При этом подчеркнем, что если изображение рукописного

текста было получено путем неоднократно сканирования, то могут появиться дефекты и неточности, которые могут негативно сказаться во время процесса распознавания.

Рассмотрим, с какими проблемами можно столкнуться при распознавании рукописного текста:

- элемент написан не точно, имеет отклонения;
- отсутствуют ожидаемые пересечения в пределах одной буквы;
- присутствуют пересечения с другими буквами или лишние пересечения в пределах одной буквы;
- наличие декоративного элемента у буквы;
- размеры и положение элементов отличаются от ожидаемых.

На сегодняшний день в задаче распознавания рукописного текста активно применяются нейронные сети [1]. Нейронная сеть – это модель, в основе которой лежит биологическая нейронная сеть человеческого мозга. Нейронная сеть состоит из множества искусственных создаваемых нейронов [2], которые представляют чаще всего однотипные собой простые математические вычисления [2]. Входные сигналы периодически подаются на нейроны, обрабатываются и передаются на следующие нейроны. В конечном итоге получают сеть простых элементов – нейронов, которая позволяет решать не только задачи распознавания, но другие проблемы основанные на машинном обучении. Самый простой из типов искусственного нейрона называется перцептрон. Перцептрон принимает на вход несколько двоичных чисел x_1, x_2, \dots и выдает одно двоичное число [2]. На рис. 1 представлена схема простой нейронной сети.

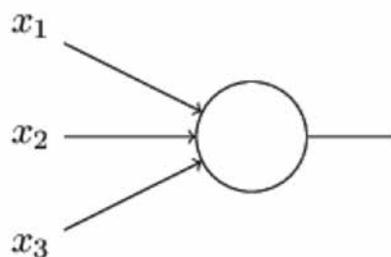


Рис. 1. Схема простой нейронной сети

Заметим, что нейронные сети не представляется возможным запрограммировать, такие сети проходят в действительности процесс обучения. Пожалуй, именно возможность обучаться является основным преимуществом нейронных сетей [2, 3].

Рассмотрим, каким образом происходит обучение нейронной сети. Процесс обуче-

ния [2] состоит в нахождении коэффициентов связей между нейронами. Во время обучения нейронной сетью улавливается зависимость между поступающими входными данными и теми данными, которые оказываются на выходе у нейронной сети. На основе этой информации нейронная сеть делает обобщения и таким образом обучается. Для того чтобы проверить, успешно ли прошла нейронная сеть обучение, достаточно подать на вход сети данные, которых не было при обучении. В этом случае, если сеть возвращает правильный ответ, можно говорить о том, что обучение завершилось успехом, в противном случае обучение повторяют [2].

Графическое описание потока данных для системы распознавания текста в виде блок-схемы представлено на рис. 2. На раз-

личных блоках представлены подсистемы, каждая из которых может быть разработана индивидуально с использованием различных подходов. Выходные данные из одной следует рассматривать как входные для следующей. Предполагается, что входными данными для системы является захваченное изображение текста, также что изображение может содержать произвольную информацию, такую как смесь и текста, и рисунков. Для начала нужно найти эти абзацы с текстом. Для этого существуют свои алгоритмы локализации текста. После того, как абзацы выделены, необходимо извлечь строки текста. Популярные методы экстракции линий представлены в [4]. Далее для выбранных строк уже происходит посимвольная сегментация и распознавание.

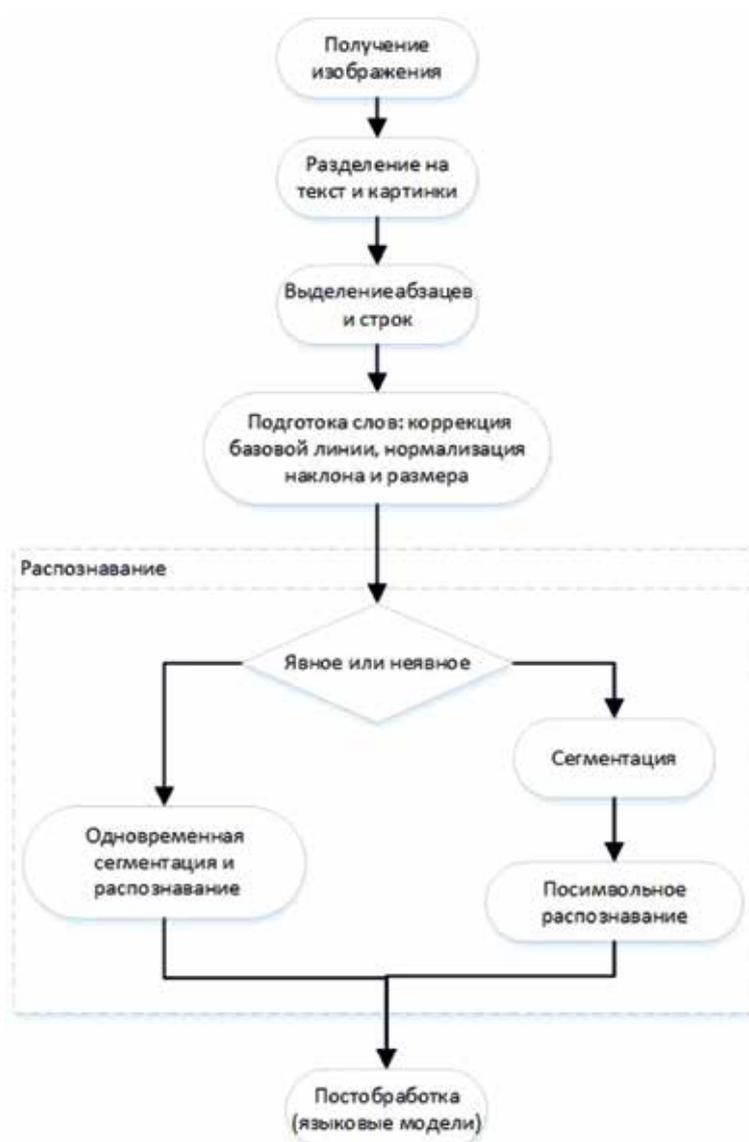


Рис. 2. Алгоритм работы систем распознавания

Рассмотрим классическую постановку задачи для распознавания. На первом этапе мы имеем некоторое множество объектов. Данные объекты необходимо классифицировать. Множество изначальных объектов состоит из нескольких подмножеств, иначе их можно назвать классами. У нас имеются: данные об имеющихся классах, описание всего множества, а также описание информации об объекте, принадлежность которого к определенному классу неизвестна. Результатом анализа является получение данных о том, к какому классу относится изучаемый объект на основании имеющегося описания и информации о классах.

В задачах, использующих нейронные сети, на сегодняшний день наибольшее применение находит нейронная сеть, представленная многослойным перцептроном (рис. 3). Такая структура, которая изучается при помощи обратного расширения ошибки, является одной из наиболее популярных и универсальных форм нейронных сетей-классификаторов и одной из наиболее часто используемых для распознавания рукописного текста [5]. В этом подходе существует много разных методов. Самыми популярными можно назвать [1, 2] нечеткие нейронные сети, сеть Хэмминга, сеть Хопфилда, самоорганизующиеся карты и многие другие.

Одним из широко применяемых способов распознавания рукописного текста является разбиение текста на сегменты. Таким образом, текст первоначально разбивается на слова, представляющие отдельные сегменты, далее каждый сегмент анализируется, и в нем выделяются отдельные символы – сегменты. В итоге разбиения текста получаем набор отдельных сегментов, представляющий собой отдельные символы исходного текста. Каждый сегмент анализируется отдельно. В том случае, если

какой-либо символ не может быть однозначно идентифицирован, происходит общий анализ всех сегментов одного слова. Благодаря данному подходу удается распознать как неизвестный символ, так и слово целиком. После того, как все символы и слова-сегменты будут распознаны, все сегменты складываются, и в итоге распознается весь исходный текст [6].

Для обучения чаще всего используются уже готовые базы данных изображений. MNIST (сокращение от «Modified National Institute of Standards and Technology») имеет готовый и достаточно популярный набор готовых изображений в сообществе распознавания образов. Набор MNIST, состоящий из 60 000 примеров рукописных символов, считается достаточно большим для надежного обучения и тестирования классификаторов. Использование набора MNIST также поможет упростить оценку любого готового решения распознавания, поскольку прототип, который будет создан, затем можно будет сравнить с решениями, доступными в исследовательском сообществе. Пример типовых образцов для рукописных цифр в наборе MNIST приведен ниже на рис. 4. В набор также входят образцы, которые трудно классифицировать даже для человека, как показано на рисунке. При использовании алгоритмов машинного обучения наиболее важной частью является не то, насколько хорошо используемый алгоритм классификатора адаптируется к обучающим данным, а вместо этого насколько хорошо он обобщается до никогда ранее не встречавшихся образцов. Поскольку MNIST разделен на обучающий и тестовый набор с разными авторами для обоих, он должен дать хорошее представление о том, насколько хорошо классификатор будет работать с реальными данными.

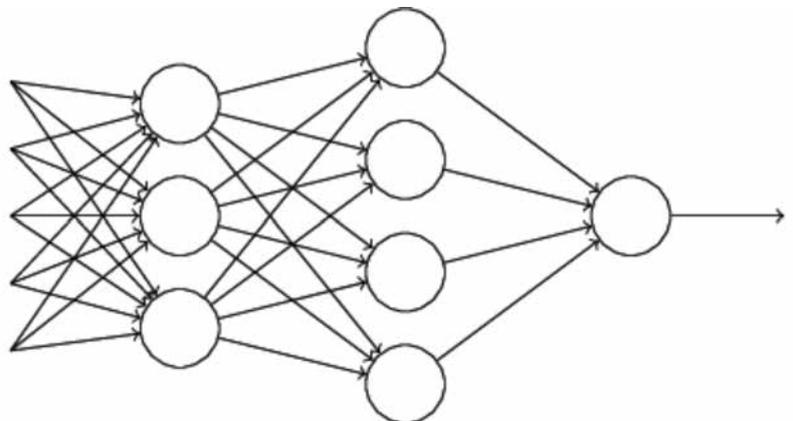


Рис. 3. Многослойный перцептрон



Рис. 4. Образцы рукописных цифр в базе MNIST

На сегодняшний день создано немалое количество библиотек для распознавания текста. Применение библиотек позволяет в значительной мере упростить разработку системы распознавания.

Одной из наиболее популярных библиотек для распознавания является библиотека OpenCV. Данная библиотека имеет открытый исходный код на языке программирования C/C++. Отметим, что данная библиотека существует и для других языков программирования. Отметим, что библиотека OpenCV подходит не только для распознавания рукописного текста, но и для распознавания печатного текста, объектов на изображении, для устранения искажений, обнаружения сходства и формы объектов, слежения за перемещением объекта, распознавания движений [7].

Кроме вышеуказанной библиотеки существует и ряд других библиотек, успешно применяющихся в области распознавания.

Рассмотрим фреймворк AForge.NET. Фреймворк предоставляет возможности для обработки изображений, работы с нейронными сетями, машинным обучением и т.п. В фреймворк входит несколько основных компонентов, которые позволяют осуществлять тот или иной спектр задач. Для задачи распознавания текста в AForge.NET применяется компонент AForge.Imaging.

TensorFlow – библиотека от компании Google. Нейронная сеть представляется в виде графа, а информация хранится с помощью многомерных массивов. Для данной библиотеки имеется достаточно большое количество примеров в сети Интернет, что делает разработку с использованием данной библиотеки проще и удобнее [2].

А.С. Басанько и С.В. Рыбкин в своей статье «Использование OpenCV в рамках задачи оффлайн распознавания рукописного текста» рассматривают применение библиотек на конкретном примере. Авторами рассматривается изображение с текстом «Тестовое предложение». В заключение

исследования А.С. Басанько и С.В. Рыбкина подтверждают, что библиотека успешно справилась со своей задачей [7].

Заключение

На сегодняшний день создано немалое количество библиотек для распознавания текста, одной из наиболее популярных из них является библиотека OpenCV, имеющая открытый исходный код на языке программирования C/C++.

Существует и ряд других библиотек, успешно применяющихся в области распознавания, например фреймворк AForge.NET, содержащий несколько компонентов (для задачи распознавания текста в AForge.NET применяется компонент AForge.Imaging), либо TensorFlow – библиотека от компании Google.

Распознавание рукописного текста является сложной задачей в связи с неоднозначностью распознаваемых символов, в первую очередь это связано с особенностями почерка каждого человека. Кроме того, стоит отметить, что даже один и тот же человек может писать один и тот же символ по-разному. Проблема распознавания рукописного текста остается малоизученной и представляет перспективное направление дальнейших исследований в области информационных технологий.

Список литературы

1. Исрафилов Х.С. Применение нейронных сетей в распознавании рукописного текста // Молодой ученый. 2016. № 29. С. 24–27.
2. Денисенко В.В., Евтеева К.С., Савченко И.И., Скрыпников А.А. Использование искусственного интеллекта для обработки персональных данных // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2020. № 7–1 (46). С. 110–114.
3. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд. / Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. 1104 с.
4. S. Snoussi Maddouri. Baseline Extraction: Comparison of Six Methods on IFN/ENIT Database. International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition (ICFHR), 2008. [Electronic resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/228860907_Baseline_Extraction_Comparison_of_Six_MMMethod_on_IFNENIT_Database/link/00b7d53a74048e79a0000000/download (date of access: 21.05.2021).
5. Горбачевская Е.Н., Краснов С.С. История развития нейронных сетей // Вестник Волжского университета имени В.Н. Татищева. 2015. № 1 (23). С. 52–56.
6. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Кирпичников А.П. Распознавание рукописных символов на базе искусственной нейронной сети // Вестник Казанского технологического университета. 2015. № 11. С. 173–176.
7. Басанько А.С., Рыбкин С.В. Использование OpenCV в рамках задачи оффлайн распознавания рукописного текста // Международный студенческий научный вестник. 2018. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.eduherald.ru/pdf/2018/6/19364.pdf> (дата обращения: 21.05.2021).

УДК 004.89

К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ СКВАЖИН-КАНДИДАТОВ НА ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРИЧИНАМ ОТКЛОНЕНИЯ

Хакимов Р.Ф.*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»,
Уфа, e-mail: wilmgc@gmail.com*

Процесс согласования и отклонения скважин-кандидатов на геолого-технические мероприятия является трудоемким и подвержен человеческому фактору ввиду большого количества скважин-кандидатов и возможных причин отклонения, в связи с этим возникает задача разработки программного обеспечения для решения этой задачи. В данной статье рассматриваются результаты исследования возможности применения методов машинного обучения для классификации скважин-кандидатов на мероприятие «Вывод из бездействия» по причинам отклонения для повышения эффективности и надёжности процесса согласования и отклонения. В качестве классификатора предложен многослойный перцептрон. Для балансировки данных используются методы генерации синтетических экземпляров, в частности метод Synthetic Minority Oversample Technique и метод Random Oversampling. Новизна представленного решения связана с использованием методов машинного обучения в процессе согласования и отклонения скважин после первичного подбора на геолого-техническое мероприятие. Использование нейросетевого классификатора для классификации скважин-кандидатов на мероприятие «Вывод из бездействия» по причинам отклонения позволяет с достаточной для повышения эффективности процесса точностью классифицировать заданную скважину. В результате оценки классификатора была получена средняя точность 96, 67, 72% по метрикам precision, accuracy, recall. Предложенное программное решение можно реализовать в виде API-службы, принимающей входные данные о скважине и возвращающей несколько наиболее вероятных причин отклонения. Такая служба сможет взаимодействовать с соответствующими прикладными приложениями для работы со скважинами для вывода на пользовательский интерфейс наиболее подходящих причин отклонения.

Ключевые слова: добыча нефти, геолого-технические мероприятия скважин, нормализация данных, балансировка данных, машинное обучение, методы классификации, верификация данных, нейронные сети

TO THE QUESTION OF SOFTWARE DEVELOPMENT FOR THE CLASSIFICATION OF WELL-CANDIDATES FOR GEOLOGICAL AND TECHNICAL ACTIONS BY REJECTION REASONS

Khakimov R.F.*Ufa State Aviation Technical University, Ufa, e-mail: wilmgc@gmail.com*

Process of approval of wells-candidates for geological and technical actions is labour intensive and human-susceptible because of a large number of wells-candidates and possible rejection reasons. The purpose of the paper is to research possibility of using machine learning methods for classification of wells-candidates to geological and technical action called «Well recommissioning» by rejection reasons to improve efficiency and reliability of approval process. A multilayer perceptron is used as a classifier. Methods for generating synthetic instances are used to balance the data, in particular, the Synthetic Minority Oversample Technique method and the Random Oversampling method. Novelty of the presented solution is the use of machine learning methods in the process of approval and rejection wells-candidates after the initial selection for an action. The use of a neural network classifier for classification of wells-candidates for the action «Well recommissioning» by rejection reasons allows to classify a well with sufficient accuracy to increase efficiency of the process. As a result of the assessment of the classifier an average accuracy of 96%,67%,72% was obtained on precision, accuracy, recall metrics. Presented solution may be implemented in the form of an API service that accepts input data about a well and returns several of the most probable rejection reasons for a well. Such a service would be able to interact with appropriate applications to display the most appropriate rejection reasons on the user interface.

Keywords: oil production, geological and technical actions for wells, data normalization, data balancing, machine learning, classification methods, data verification, neural networks

При эксплуатации нефтяных скважин для увеличения производительности и повышения экономической эффективности скважины применяются геолого-технические мероприятия (ГТМ) – комплекс мер геологического, технологического, технического и экономического характера. Существует несколько видов ГТМ, таких как гидроразрыв пласта, обработка призабойной

зоны, смена частоты ЭЦН, оптимизация, вывод из бездействия.

При подборе скважин-кандидатов на определенное мероприятие используются различные параметры скважины, такие как пластовое давление, забойное давление, текущие дебиты жидкости и нефти, вязкости и другие, а также статистические данные скважины.

Автоматизация первичного подбора скважин на геолого-технические мероприятия с помощью информационных систем позволяет значительно повысить эффективность и оперативность данного процесса [1].

После процесса первичного подбора скважин происходит процесс согласования ГТМ для каждой предложенной скважины – специалист либо согласовывает ГТМ либо отклоняет с указанием причины. Причины отклонения могут быть связаны с недостатком данных, аномальными данными либо организационными причинами. Список причин отклонения может отличаться для каждого вида ГТМ.

Процесс согласования и отклонения геолого-технических мероприятий для скважин является трудоемким ввиду большого количества скважин и причин отклонения. Автоматическая классификация скважин по причинам отклонения может существенно повысить оперативность работы специалистов.

В данной статье рассмотрен подход к разработке системы классификации скважин-кандидатов на геолого-технические мероприятия по причинам отклонения.

Постановка задачи

Имеющаяся в системе автоматизированного подбора скважин на геолого-технические мероприятия информация может прямо или косвенно указывать на невозможность проведения данного мероприятия. К примеру, показатель пластового давления может указывать на причины «Низкое пластовое давление» либо «Аномально высокое пластовое давление», информация о состоянии скважины может указывать на причину «Запущена в работу в текущем месяце», информация о целевых параметрах скважины может указывать на причину «Отсутствие эффекта от ГТМ».

Таким образом, наличие в системе данных о скважине даёт возможность составить предварительную классификацию либо ранжирование скважин по причинам отклонения. Наличие множества возможных причин отклонения для каждого отдельного вида геолого-технического мероприятия характеризует данную задачу как задачу многоклассовой классификации.

Необходимо разработать программное решение в виде API-службы, позволяющее обучить классификатор на заданной обучающей выборке, а также классифицировать заданную скважину-кандидата по причинам отклонения, соответствующим данному типу геолого-технического мероприятия.

Математическая постановка задачи классификации скважин-кандидатов на геолого-технические мероприятия может быть

сформулирована следующим образом.

Дано: множество параметров скважин-кандидатов на геолого-технические мероприятия $X^{ГТМ} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, множество причин отклонения для данного геолого-технического мероприятия $Y^{ГТМ} = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$, где ГТМ $\in \{\text{ОПТ, ОПЗ, ГРП, УВЧ, ВБД, ВБД ПФ}\}$, где ОПТ – оптимизация, ОПЗ – обработка призабойной зоны, ГРП – гидроразрыв пласта, УВЧ – изменение частоты ЭЦН, ВБД – вывод из бездействия, ВБД ПФ – вывод из бездействия прочего фонда – возможные геолого-технические мероприятия.

Разработать: алгоритмы $a^{ГТМ}: X^{ГТМ} \rightarrow Y^{ГТМ}$, способные классифицировать произвольную скважину $x^{ГТМ} \in X^{ГТМ}$.

Данная задача относится к классу задач многоклассовой классификации.

Подход к решению задачи многоклассовой классификации

Для решения задачи классификации скважин-кандидатов по причинам отклонения использован метод классификации с помощью нейронной сети. Обучающая выборка построена на основе данных из системы согласования скважин-кандидатов на геолого-технические мероприятия.

При построении обучающей выборки необходимо использовать только те скважины-кандидаты на геолого-технические мероприятия, признак согласования либо причина отклонения которых встречались в исходной выборке более 10 раз. Это ограничение связано с тем, что использование классов, для которых размер обучающей выборки меньше определённого числа не позволяет выполнить балансировку данных без потери обучающей способности нейронной сети.

При разработке классификатора были задействованы этапы, представленные на рис. 1.

Исходными параметрами алгоритма является вектор параметров для каждой i -й скважины $X^i = \{x_1^i, x_2^i, \dots, x_n^i\}$, который включает в себя такие данные, как:

- Остановочные параметры скважины (дебит жидкости, нефти, забойное давление, пластовое давление, давление насыщения, линейное давление, обводненность).

- Потенциальные параметры скважины (дебит жидкости, нефти, обводненность, забойное давление).

- Параметры экономической эффективности скважины (Суммарные затраты на ГТМ, NPV, PI).

- Предыдущая причина отклонения (если возможно).

- Признак месторождения.



Рис. 1. Этапы разработки классификатора

На основе этих данных алгоритм классифицирует скважину в один из 11 классов Y_i (ГТМ принят, низкая экономическая эффективность, аварийный фонд, некорректные данные, и т.д.).

В связи с тем, что входные данные алгоритма имеют разные типы и области значений, данные в исходном виде могут оказывать разное влияние на обучение нейронной сети [2]. Для того чтобы избавиться от этого фактора, применяется нормализация данных. Среди входных параметров выделяются:

- Численные (Дебиты, давления, обводненность, экономические параметры).
- Категориальные (Признак месторождения, предыдущая причина отклонения).

Для нормализации численных параметров применяется метод минимаксной нормализации – $X' = \frac{X - X \min}{X \max - X \min}$ [3].

Для нормализации категориальных параметров применяется метод унитарного кода, при котором каждому из возможных значений признака сопоставляется отдельный бинарный признак [4].

В наборах данных часто оказывается так, что какие-либо классы присутствуют в большем количестве, чем другие. Такие наборы данных могут негативно влиять на обучение нейронной сети, так как более присутствующие классы будут оказывать большее влияние на обучение, чем менее присутствующие [5, 6]. Для решения проблемы несбалансированности данных в обучающей выборке используется алгоритм SMOTE (Synthetic Minority Oversample Technique), суть которого заключается в генерации искусственных экземпляров миноритарного класса [7]. Искусственные экземпляры генерируются в «соседних» областях с помощью алгоритма ближайшего соседа (KNN).

При разбиении исходных данных на обучающую и тестовую выборки в задаче многоклассовой классификации важно, чтобы каждый класс был представлен

равно как в обучающей, так и в тестовой выборке, иначе классификатор может иметь недостаточно данных для обучения либо для проверки. Для равномерного распределения классов среди обучающей и тестовой выборок используется алгоритм стратифицированного разделения.

Таким образом, исходное множество X делится на N подмножеств $X_k \subseteq X, k \leq N$, где N – количество классов, в соответствии с принадлежностью к классу k . После этого из каждого подмножества случайным образом выбирается $T_k = |X_k| * h$ элементов, где h – коэффициент разделения, для тестовой выборки – $X^{test} = \bigcup_i T_i$, а из оставшихся элементов формируется обучающая выборка – $X^{train} = X \setminus X^{test}$.

Для решения поставленной задачи используется архитектура многослойного перцептрона, со следующими слоями (рис. 2).

- Входной слой, 36 элементов.
- Скрытый слой, 128 элементов.
- Скрытый слой, 128 элементов.
- Выходной слой, 11 элементов.

В скрытых слоях используется функция активации линейного выпрямителя

$$(\text{ReLU}) - f(x) = \begin{cases} 0, x < 0 \\ x, x > 0 \end{cases}.$$

Для выходного слоя используется функция активации Softmax – $f_i(\vec{x}) = \frac{e^{x_i}}{\sum_{j=1}^J e^{x_j}}$. Областью определения функции Softmax является (0,1), и её результат можно интерпретировать как вероятность попадания в заданный класс.

Для того чтобы предотвратить переобучение нейронной сети, используется метод регуляризации Dropout, суть которого заключается в отключении определённого количества случайных нейронов слоя на каждом шаге обучения. В данном случае метод Dropout применяется к скрытым слоям нейронной сети.

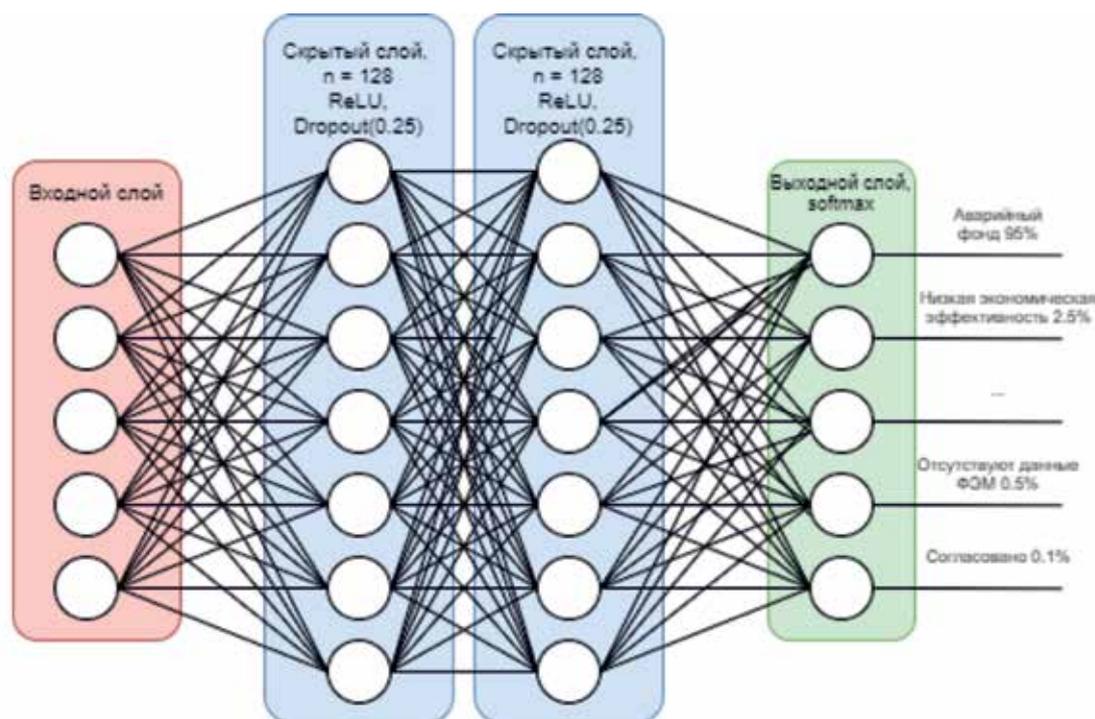


Рис. 2. Архитектура нейронной сети

Для реализации заданной модели использовался язык программирования Python, а также пакет keras для реализации нейросетевой модели и пакет sklearn для обработки исходных данных и валидации результатов. API-служба реализована на языке Python с помощью фреймворка Flask.

Оценка результатов

Для проведения эксперимента был выбран метод скользящего контроля со случайными разбиениями. В данном методе исходная выборка X^L делится N различными способами на две непересекающиеся выборки $X^L = X_n^m \cup X_n^k$, где X_n^m – обучающая выборка, а X_n^k – тестовая выборка. Алгоритм классификации обозначим $a_n = \mu(X_n^m)$, значение оценки качества $Q_n = Q(a_n; X_n^k)$. После вычисления среднего арифметического значения оценок по всем выборкам получим оценку скользящего контроля:

$$CV(\mu, X^L) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N Q(\mu(X_n^m); X_n^k). \text{ В данном}$$

эксперименте исходная выборка делится на 10 различных случайных разбиений на обучающую и тестовую выборку.

При оценке точности классификатора в задачах многоклассовой классификации принято использовать метрики Accuracy, Precision и Recall. Для оценки

точности классификатора можно представить многоклассовый классификатор как множество бинарных классификаторов для каждого класса. Таким образом, введем понятия для результатов классификации: истинно положительный результат, ложно положительный результат, истинно отрицательный результат, ложно отрицательный результат. В задачах оценки классификатора такие результаты называются True Positive (TP), False Positive (FP), True Negative (TN), False Negative (FN).

Метрика $accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$

показывает долю верно предсказанных

результатов, метрику $precision = \frac{TP}{TP + FP}$

можно интерпретировать как долю объектов, названных классификатором положительными и при этом действительно являющимися положительными, а метрика

$recall = \frac{TP}{TP + FN}$ показывает, какую долю

объектов положительного класса из всех экземпляров положительного класса определил классификатор. На следующей диаграмме показаны усреднённые по всем разбиениям оценки accuracy, precision, recall для геолого-технического мероприятия «Вывод из бездействия».

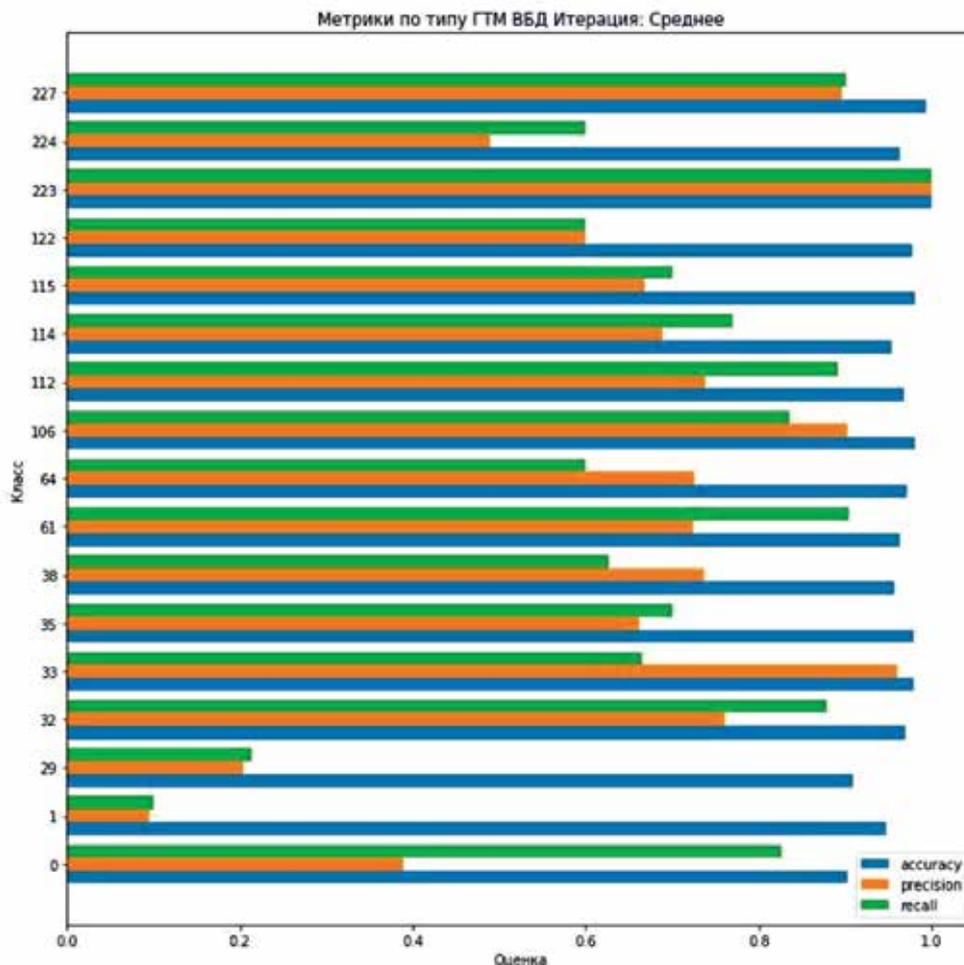


Рис. 3. Результаты оценки классификатора

Усреднив оценки по всем классам, получим итоговую оценку классификации по геолого-техническому мероприятию «Вывод из бездействия» accuracy = 96%, precision = 67%, recall = 72%.

Для большинства результирующих признаков точность классификации является довольно высокой. Самая низкая точность классификации получилась для класса 1 (Стоит бригада), accuracy = 0.94, precision = 0.10, recall = 0.11. Для повышения точности классификации по этой причине отклонения необходима информация о бригадах, которой в данном исследовании не было в исходной выборке.

Заключение

Процесс согласования и отклонения скважин-кандидатов на геолого-технические мероприятия является трудоёмким и ресурсозатратным, автоматизация некоторых аспектов данного процесса может повысить его эффективность и надёжность.

В ходе исследования реализовано программное решение для классификации скважин-кандидатов на геолого-техническое мероприятие «Вывод из бездействия» по причинам отклонения с помощью нейросетевого классификатора. Результаты эксперимента показали, что нейронная сеть с заданными параметрами решает задачу классификации скважин с точностью, достаточной для отображения оператору в качестве предложения для принятия решения. Увеличение количества входных параметров о скважине, таких как информация о предыдущих мероприятиях, информация о мероприятиях на данном пласте, может существенно увеличить точность классификатора.

Список литературы

1. Ситников А.Н., Асмандияров Р.Н., Пустовских А.А., Шеремеев А.Ю., Зулкарниев Р.З., Колупаев Д.Ю., Чебыкин Н.В., Кириллов А.А. Формирование программ геолого-технических мероприятий с помощью цифровой ин-

формационной системы «Подбор ГТМ» // ПРОНЕФТЬ. Профессионально о нефти. 2017. № 2 (4). С. 39–46.

2. Sola J. & Sevilla Joaquin. Importance of input data normalization for the application of neural networks to complex industrial problems. Nuclear Science, IEEE Transactions. 1997. Vol. 44. No 18. P. 1464–1468.

3. Patro S., Sahu K.K. Normalization: A preprocessing stage // arXiv preprint. 2015. [Electronic resource]. URL: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1503/1503.06462.pdf> (date of access: 16.05.2021).

4. Potdar, Kedar & Pardawala, Taher & Pai, Chinmay. A Comparative Study of Categorical Variable Encoding Tech-

niques for Neural Network Classifiers. International Journal of Computer Applications. 2017. Vol. 175. No. 4. P. 7–9.

5. Shuo Wang, Member, and Xin Yao. Multiclass Imbalance Problems: Analysis and Potential Solutions. IEEE Transactions On Systems, Man, And Cybernetics. Part B: Cybernetics. 2012. Vol. 42. No. 4. P. 1119–1130.

6. Никулин В.Н., Канищев И.С., Багаев И.В. Методы балансировки и нормализации данных для улучшения качества классификации // Компьютерные инструменты в образовании. 2016. № 3. С. 16–24.

7. Chawla N.V., Bowyer K.W., Hall L.O., Kegelmeyer W.P. SMOTE: Synthetic Minority Over-Sampling Technique. Journal of Artificial Intelligence Research. 2002. Vol. 16. P. 321–357.

УДК 004.5

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕКУЩЕГО УРОВНЯ ЖИДКОСТИ С ПОМОЩЬЮ УДАЛЕННОГО ВИДЕОАНАЛИЗА

Шустова К.П.

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,
Казань, e-mail: kseniyashustova@yandex.ru*

В настоящей статье спроектирована система для контроля текущего уровня жидкости с помощью удаленного видеоанализа с нескольких видеокамер. На видеопотоке, поступающем с каждой камеры, можно следить за уровнями жидкости в разных указанных пользователем областях интереса, находящихся в обзоре выбранной камеры. Приведена UML-диаграмма деятельности работы этой системы и предложен алгоритм определения текущего уровня жидкости в указанных пользователем объектах интереса. Предложенный алгоритм может быть применен как для пенящихся, так и непенящихся жидкостей. В системе можно реализовывать настройку параметров наблюдения, вида изображения на месте, т.е. в своих конкретных условиях освещенностей и шумов. В базу знаний разрабатываемой в настоящей статье системы заложен алгоритм, основанный на операциях удаления шумов и бинаризации с указанными пользователем через интерфейс верхними границами параметров методов и их текущих значений. В качестве примеров программирования ключевых моментов предложенного алгоритма приведены коды программы в системе Mathematica 11, в которых реализованы предложенные в работе приемы реализации этих моментов. Эта система спроектирована с учетом встройки ее в качестве модуля в прикладной раздел автоматизированной системы, разрабатываемой автором совместно с М.Д. Миссаровым, Е.П. Шустовой и А.Ю. Соловьянко.

Ключевые слова: уровень жидкости, видеоанализ, система поддержки принятия решений, UML, диаграмма деятельности, Mathematica

DESIGNING A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR CONTROL OF THE CURRENT LIQUID LEVEL USING REMOTE VIDEO ANALYSIS

Shustova K.P.

Kazan State Energy University, Kazan, e-mail: kseniyashustova@yandex.ru

In this article, a system has been designed for monitoring the current liquid level using remote video analysis from several video cameras. On the video stream coming from each camera, you can monitor the liquid levels in different user-specified ROIs in the view of the selected camera. A UML diagram of the operation of this system is given and an algorithm for determining the current liquid level in the objects of interest specified by the user is proposed. The proposed algorithm can be applied to both foaming and non-foaming liquids. In the system, you can configure the monitoring parameters by seeing the image on the spot, i.e. in their specific lighting and noise conditions. The knowledge base of the system developed in this article contains an algorithm based on the operations of noise removal and binarization with the upper bounds of the method parameters and their current values specified by the user through the interface. As examples of programming the key points of the proposed algorithm, the codes of the program in the Mathematica 11 system are given, in which the methods for implementing these points proposed in the work are implemented. This system is designed taking into account its integration as a module into the applied section of the automated system, developed by the author together with M.D. Missarov, E.P. Shustova and Solovyanenko A.Yu.

Keywords: fluid level, video analysis, decision support system, UML, activity diagram, Mathematica

В настоящее время существуют различные приборы для определения уровня жидкости в емкости. Все они не предполагают удаленного видеоанализа. Еще в 2019 г. автор статьи пришла к выводу о необходимости создания системы для удаленного видеоконтроля текущего уровня жидкости для объекта интереса в видеопотоке, получаемом с камеры. Поэтому в рамках научно-исследовательской работы было предложено студенту КФУ А. Гильманову (направление «Прикладная математика и информатика») реализовать создание такой системы. В базе знаний этой системы было предложено реализовать алгоритм, основанный на обработке изображения,

полученного из текущего с помощью операции бинаризации. Им была создана такая система, но с нарушением некоторых правил проектирования интерфейсов систем. В настоящее время такая система им дорабатывается.

Автором настоящей статьи были замечены недостатки в точности срабатывания указанного выше алгоритма. Поэтому в настоящей статье этот алгоритм улучшен. А также добавлена возможность наблюдения с одной камеры сразу за несколькими объектами интереса. То есть сразу, например, за несколькими байпасными уровнями, попавшими в поле зрения одной камеры. Это поможет сэкономить средства

на закупку и установку камер. К тому же в настоящей работе система спроектирована так, чтобы можно было наблюдать за объектами интереса сразу несколькими камерами, указанными пользователем. Эта функция полезна, например, для случая, когда одна камера не может быть установлена так, чтобы захватить все нужные объекты интереса или для разных объектов интереса нужно разное разрешение.

Проектирование системы в настоящей работе проведено с учетом встройки ее в качестве модуля в прикладной раздел автоматизированной системы, разрабатываемой автором совместно с М.Д. Миссаровым, Е.П. Шустовой и А.Ю. Соловяненко [1–3].

Заметим, что события 2020–2021 гг., связанные с пандемией COVID-19, дополнительно показали актуальность разработки такой системы.

Цель исследования: проектирование системы поддержки принятия решения для контроля текущего уровня жидкости с помощью удаленного видеонализа с нескольких камер с возможностью контроля сразу нескольких объектов интереса, находящихся в поле зрения каждой камеры. Эта система должна быть спроектирована с учетом встройки ее в качестве модуля в прикладной раздел автоматизированной системы, разрабатываемой автором со-

вместно с М.Д. Миссаровым, Е.П. Шустовой и А.Ю. Соловяненко [1–3].

Объекты исследования: видеопотоки.

Предмет исследования: уровень жидкости.

*Алгоритм работы системы
«Контроль уровня жидкости»*

Нашу систему спроектируем так, чтобы у пользователя была возможность анализировать видеопоток, поступающий как с указанной пользователем камеры, так и из файла. Текущее изображение с указанным на нем j -м объектом интереса обозначим через $im[k,j]$ (здесь $k=0$ означает, что изображение получено из файла, для остальных k – с камеры под меткой k). Само текущее изображение $im[k,j]$ будем выводить на форму пользователя $F[k]$, если видеопоток поступает с камеры, и $Ffile$, если видео получено из файла.

Как правило, текущее изображение, получаемое камерой в разных условиях съемки, нуждается в соответствующих методах предварительной его обработки, с целью получения изображения, пригодного для конкретного анализа. Нашу систему будем создавать, соблюдая принцип развития. А именно, например, в Mathematica 11 путем задания порогов параметров и значений этих параметров в виде функций:

```
zadatp[k_,j_,v_,i_] := Grid[{"Задайте верхнюю грань порога p", i, " ",
  InputField[Dynamic[p2[k,j,v,i]], Number, FieldSize -> 4]
}]

slp[k_,j_,v_,i_] := Grid[{"p", i,
  Manipulator[Dynamic[p[k,j,v,i]],
    {0, Dynamic[p2[k,j,v,i]]}
}],
}],
```

здесь k – тип (номер) камеры, j – номер области интереса, v – вид операции улучшения изображения (например, бинаризация, медианный фильтр), i – номер параметра для метода вида v , $p2[k,j,v,i]$ это верхний порог бинаризации, $p[k,j,v,i]$ текущее значение порога бинаризации. Устанавливать верхний порог бинаризации и его текущее значение пользователь может, введя значение порога в поле ввода и двигая движок на форме во вкладке «Настройка».

Теперь создадим в Mathematica 11 панель $pul[k,j,v,i]$ для улучшения j -го объекта интереса на текущем изображении $im[k,l]$ с помощью движков на форме для параметров i метода v :

```
pul[k_,j_,v_,i_] := Panel[
  Column[
    v,
    Dynamic@Grid[{"zadatp[k,j,v,i]"},
    Dynamic@Grid[{" ", slp[k,j,v,i]}]
  ]],
  Background -> RGBColor[0.8, 0.8, 0.75]
].
```

Заметим, что в настоящей статье разрабатывается система для наблюдения:

- за показаниями байпасного уровнемера (рис. 1–2),
- за уровнем в прозрачной или полупрозрачной емкости.

Принцип работы байпасных уровнемеров изложен, например, на официальных сайтах компании «РусАвтоматизация Эксперт в датчиках уровня» и ООО «ОЛИЛ» [4, 5].

Видим, что контроль уровня, показываемого байпасным уровнемером, и контроль уровня в жидкости в прозрачной или полупрозрачной емкости может осуществляться по одному и тому же алгоритму. А именно, надо находить границу разделения сред (между повернувшимися и не повернувшимися пластинами в случае байпасного

уровнемера и между жидкостью и воздухом (пенной) в случае пенящихся жидкостей). В базу знаний нашей системы заложим нахождение этой границы снизу вверх в узком столбике. Левый верхний угол этого столбика указывается пользователем с помощью клика около каждого из объектов интереса $I[k, j]$, попавшего в обрабатываемый видеофайл при $k = 0$ и в обзор указанной пользователем камеры для остальных значений k . На местах клика появляется соответствующий указатель (локатор), который пользователь может передвинуть в случае, если изначально он указал не тот левый угол. При этом формируется легенда, где пользователь может ввести наименование соответствующего объекта интереса $I[k, j]$.



Рис. 1. Байпасный измеритель уровня NivoFlip [4]

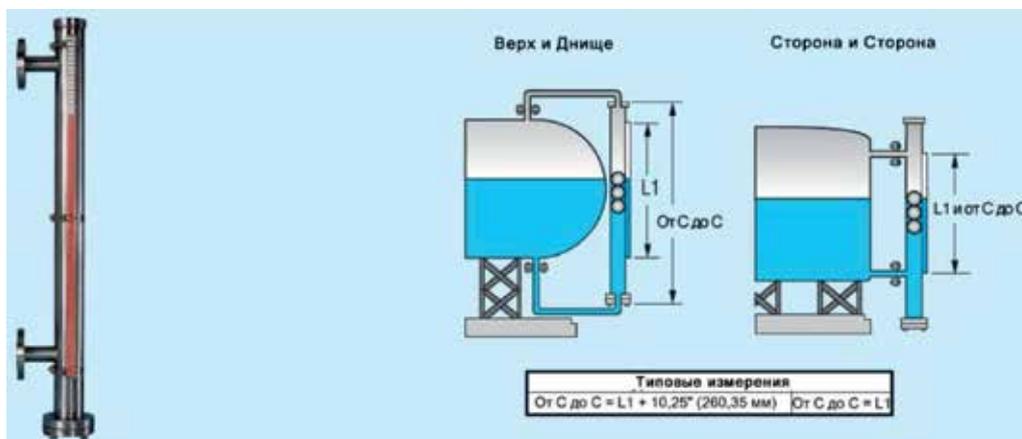


Рис. 2. Индикатор уровня жидкости серии VR [5]

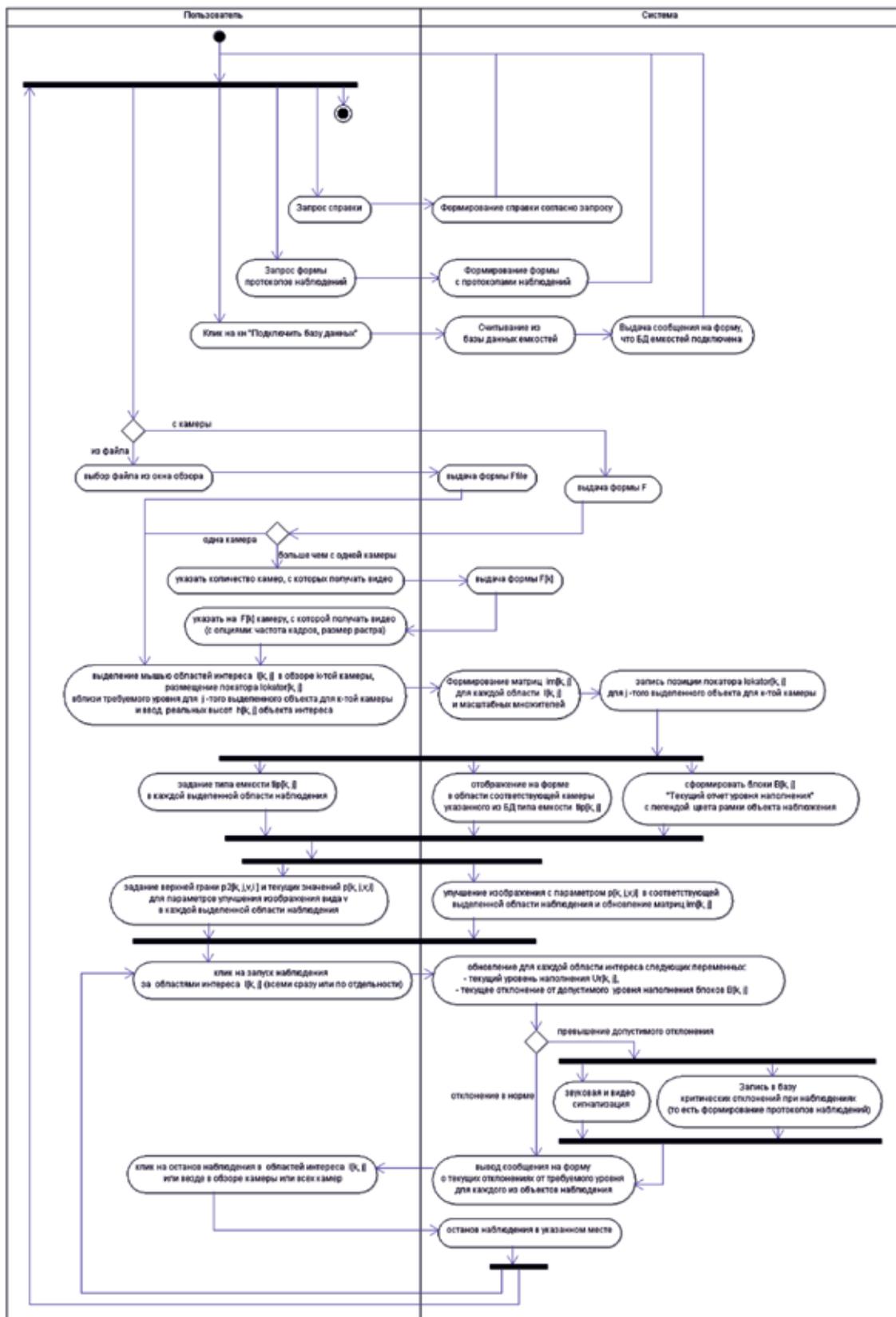


Рис. 3. Логика разрабатываемой системы

Приведена диаграмма деятельности работы в нашей СППР (рис. 3). Поясним приведенную на этом рисунке диаграмму. На ней представлен порядок действий в настоящей СППР для реализации указанного выше метода определения уровня жидкости:

- импорт данных из базы данных (емкостей или байпасных уровнемеров);
- получение текущего изображения (из файла через окно обзора или из камеры (камер)) и выдача соответственно форм *Ffile* или *F[k]*;
- автоматическая бинаризация изображения (порог бинаризации – среднее значение интенсивности пикселей изображения);
- захват области интереса (областей интересов) $I[k, j]$ в обзоре k -й камеры и указание их реальных высот $h[k, j]$ на выведенном видеопотоке (видеопотоках) соответственно на формах *Ffile* или *F[k]*.

Здесь стоит заметить, что в случае нескольких камер надо учитывать пропускную способность USB. Поэтому чтобы изображения с камер передавались, надо регулировать частоту кадров и разрешение (чем больше камер, тем меньше они должны быть). Например, в Mathematica 11 это можно сделать с помощью оператора:

```
Imagecapture[Imagesize -> 200].
```

Это если камеры подключены к одной шине. Заметим, что можно добавить при необходимости еще одну карту USB на свой компьютер, чтобы увеличить пропускную способность.

- осуществление системой поддержки принятия решений соответствующего с предыдущим действием, формирование матриц $mI[k, j]$ для каждой области $I[k, j]$ и соответствующих масштабных множителей, а также запись позиции локатора $lokator[k, j]$ для j -го выделенного объекта для k -й камеры;

- улучшение пользователем бинарного изображения области (областей) интереса $I[k, j]$ на формах *Ffile* или *F[k]* соответственно до четкой видимости наблюдаемого уровня жидкости (снизу вблизи вертикальной оси области интереса черные пиксели вплоть до границы разделения сред), а система в этот момент обновляет матрицу $mI[k, j]$;

- определение масштаба (цены одного пикселя в сантиметрах): поделить реальную высоту объекта интереса $h[k, j]$ на количество строк в матрице объекта интереса $mI[k, j]$, полученной (полученных) с *Ffile* или *F[k]* соответственно;

- задание пользователем типа емкости $tip[k, j]$ в каждой выделенной области наблюдения (или для всех областей интереса сразу, если они одни и те же во всех этих областях интереса, а системой одновременно отображение на форме в области соответствующей камеры указанного из БД типа емкости $tip[k, j]$ и сформирование блоков $B[k, j]$ «Текущий отчет уровня наполнения» с легендой соответствующего цвета;

- задание пользователем верхней грани порога бинаризации $p2[k, j, v, i]$ и его текущего значения $p[k, j, v, i]$, путем ввода в каждой выделенной области наблюдения значения верхней грани порога бинаризации в поле ввода и установки текущего его значения с помощью движка на форме во вкладке «Настройка». А системой одновременно осуществление бинаризации с этим заданным пользователем порогом $p[k, j, v, i]$ в соответствующей выделенной области наблюдения $I[k, j]$;

- после клика пользователя на запуск наблюдения за областями интереса $I[k, j]$ (всеми сразу или по отдельности) система осуществляет обновление для каждой области интереса следующих переменных:

- текущий уровень наполнения $Ur[k, j]$,
- текущее отклонение от допустимого уровня наполнения блоков $B[k, j]$.

Текущий уровень наполнения $Ur[k, j]$ находится системой (в сантиметрах);

- если отклонение этого уровня от требуемого уровня наполнения превышает допустимое отклонение, то системой осуществляется звуковая и видеосигнализация об этой ситуации с одновременной записью в базу критических отклонений (дата, время, камера, область интереса, отклонение от нормы), а затем вывод сообщения на форму о текущих отклонениях от требуемого уровня для каждого из объектов наблюдения.

Например, в Mathematica 11 указанное выше звуковое сопровождение можно организовать с помощью кода:

```
Dynamic@If[Ur[k, j] != " ",
  If[Abs[turbd[k, j, tip[k, j]] - Ur[k, j]] > d[k, j, tip[k, j]],
  EmitSound[Play[Sum[Sin[2000 2^t n t], {n, 5}], {t, 0, 4}]]];
]
```

а вывод на форму сообщения запрограммировать следующим образом:

```
Column[{"Сообщение системы", ,
soobsh[k,j] =
Dynamic@If[Ur[k,j] != " ",
Dynamic@Piecewise[{
{
InputField["Отклонение от нормы больше допустимого", String,
Appearance -> "Frameless", ImageSize -> 200],
Abs[turbd[k,j,tip[k,j]] - Ur[k,j]] > d[k,j,tip[k,j]]
},
{
InputField["Уровень наполнения в норме", String,
Appearance -> "Frameless", ImageSize -> 250],
Abs[turbd[k,j,tip[k,j]] - Ur[k,j]] <= d[k,j,tip[k,j]]
}
}]]
```

Здесь $tip[k, j]$ – тип указанной пользователем емкости (или байпасного уровнемера) для j -го объекта интереса, находящегося в обзоре k -й камеры, $d[k, j, tip[k, j]]$ – допустимое отклонение от среднего уровня, которое считано из базы данных для указанной пользователем емкости (байпасного уровнемера) для j -го объекта интереса, находящегося в обзоре k -й камеры. В программе $Ur[k, j] = "$ " по умолчанию, т.е. в том случае, когда пользователем не указан объект интереса или не выбрана камера.

Заметим, что в коде мы запоминаем текущее сообщение системы в виде значения функции $soobsh[k, j]$. Это сделано для того, чтобы в дальнейшем можно было записывать в протоколы наблюдений ситуации превышения допустимых отклонений.

– если отклонение этого уровня (в сантиметрах) от требуемого уровня наполнения (в сантиметрах) в норме, то системой осуществляется только вывод этого сообщения на форму и вывод информации о текущих отклонениях от требуемого уровня для каждого из объектов наблюдения;

– пользователь может остановить наблюдение в выбранной им области интереса $I[k, j]$ или везде в обзоре камеры или всех камер. Система тогда отметит эту область как область с остановленным наблюдением и не будет рассчитывать информацию для этих областей;

– пользователь может так же запустить снова наблюдение в остановленных ранее местах.

Заключение

В настоящей работе спроектирована СППР «Контроль уровня жидкости». Эта

система поддержки принятия решения предназначена для контроля текущего уровня жидкости с помощью удаленного видеонализа с нескольких видеокамер. Причем с видеопотока, поступающего с одной камеры, можно следить за уровнями жидкости в разных указанных пользователем областях интереса, находящихся в обзоре выбранной камеры. Система спроектирована с учетом встройки ее в качестве модуля в прикладной раздел автоматизированной системы, разрабатываемой автором совместно с М.Д. Миссаровым, Е.П. Шустовой и А.Ю. Соловяненко [1–3].

Список литературы

1. Миссаров М.Д., Шустова Е.П., Шустова К.П. Интерфейс системы «Обработка и анализ изображений и видеопотоков» // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 6–1. С. 67–73. DOI 10.17513/snt.38073.
2. Shustova E.P. Design principles and architecture of the system «Processing and analysis of images and video streams». Journal of Physics: Conference Series. 2019, Vol. 1158(4):042017. [Electronic resource]. URL: <https://iopscience.iop.org/issue/1742-6596/1158/4>, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1158/4/042017> (date of access: 20.05.2021). DOI: 10.1088/1742-6596/1158/4/042017.
3. Соловяненко А.Ю. Система тестирования качества работы методов обработки и анализа изображений и видеопотоков // Материалы Международной молодежной научной конференции «XXIV Туполевские чтения» (Казань, 7–8 ноября 2019 г.). Казань: Изд-во ИП Сагиева А.Р., 2019. Т. 4. С. 417–423. [Электронный ресурс]. URL: <https://t4.kai.ru/material/24>, https://t4.kai.ru/images/digest_2019/4.pdf (дата обращения: 20.05.2021).
4. Официальный сайт компании «РусАвтоматизация Эксперт в датчиках уровня». [Электронный ресурс]. URL: https://rusautomation.ru/datchiki_urovnya/nivoflip (дата обращения: 20.05.2021).
5. Официальный сайт ООО «ОЛИЛ», страница «Визуальный индикатор уровня жидкости серии VR». [Электронный ресурс]. URL: <https://dwyer.ru/catalog/indikator-urovnya/vizualnyj-indikator-urovnya-vr> (дата обращения: 20.05.2021).

УДК 004.75

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ БАЗАМИ ДАННЫХ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ХРАНИЛИЩА РЕПОЗИТОРИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

Ямашкин С.А., Скворцов М.А., Большакова М.В., Ямашкин А.А.

*ФГБОУ «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарёва», Саранск, e-mail: dep-general@adm.mrsu.ru*

Значительную роль в решении задачи усиления связанности территории Российской Федерации играет внедрение эффективных цифровых инфраструктур пространственных данных регионов России, нацеленных на оперативную диагностику природно-социально-производственных систем и высокоточное прогнозирование развития стихийных процессов и явлений. Ядро систем данного класса представляют методы и алгоритмы машинного анализа пространственных данных, позволяющие решать целый спектр прикладных задач – обнаружение аномалий, классификация данных, обучение признакам, объединение данных. Области применения результатов анализа в народном хозяйстве при этом чрезвычайно широки – от повышения эффективности сельского хозяйства до оценки последствий стихийных процессов. Цель исследования заключается в проведении сравнительного анализа подходов к управлению базами данных для организации хранилища репозитория нейросетевых моделей. Основное направление исследования направлено на изучение существующих видов и форм хранения информации, их классификации и анализа существующих решений. Подробный анализ существующих видов баз данных позволит выявить плюсы и минусы существующих решений, а так же подобрать решение максимально подходящее для хранения весов нейронных сетей. В результате данного исследования были проанализированы различные виды баз данных. Рассмотрены существующие на рынке программного обеспечения продукты и выделено три программных продукта подходящих для хранения весов нейронных сетей.

Ключевые слова: база данных, обмен информацией, хранение информации, хранение пространственных данных, инфраструктура пространственных данных, PostgreSQL, InfluxBD, Neo4j

COMPARATIVE ANALYSIS OF APPROACHES TO DATABASE MANAGEMENT FOR ORGANIZING A REPOSITORY OF NEURAL NETWORK MODELS

Yamashkin S.A., Skvortsov M.A., Bolshakova M.V., Yamashkin A.A.

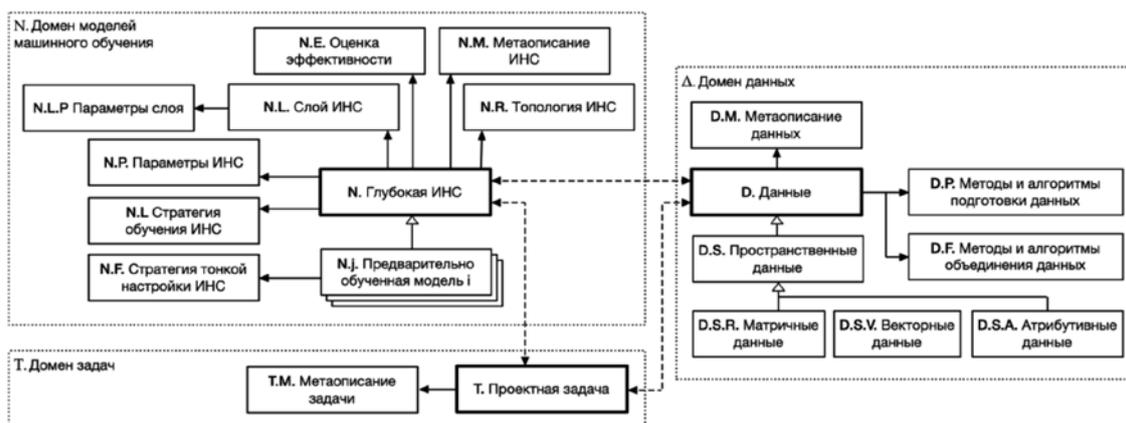
National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, e-mail: dep-general@adm.mrsu.ru

A significant role in solving the problem of strengthening the connectivity of the territory of the Russian Federation is played by the introduction of effective digital infrastructures of spatial data of the regions of Russia, aimed at operational diagnostics of natural-social-production systems and high-precision forecasting of the development of natural processes and phenomena. The core of this class of systems is represented by methods and algorithms for machine analysis of spatial data, which allow solving a whole range of applied problems – anomaly detection, data classification, feature training, data fusion. The areas of application of the results of the analysis in the national economy are extremely wide – from increasing the efficiency of agriculture to assessing the consequences of natural processes. The purpose of the research is to conduct a comparative analysis of approaches to database management for organizing a repository of neural network models. The main direction of the research is aimed at studying the existing types and forms of information storage, their classification and analysis of existing solutions. A detailed analysis of existing types of databases will reveal the pros and cons of existing solutions, as well as choose a solution that is most suitable for storing the weights of neural networks. As a result of this study, various types of databases were analyzed. The products existing on the software market are considered and three software products are selected that are suitable for storing the weights of neural networks.

Keywords: database, information exchange, information storage, spatial data storage, spatial data infrastructure, PostgreSQL, InfluxBD, Neo4j

Значительную роль в решении задачи усиления связанности территории Российской Федерации играет внедрение эффективных цифровых инфраструктур пространственных данных (ИПД) регионов России, нацеленных на оперативную диагностику природно-социально-производственных систем (ПСПС) и высокоточное прогнозирование развития стихийных процессов и явлений. Ядро систем данного класса представляют методы и алгоритмы машинного анализа пространственных данных, позволяющие решать целый спектр

прикладных задач – обнаружение аномалий, классификация данных, обучение признакам, объединение данных [1]. Предметом анализа могут выступать данные космической съемки, аэрофотосъемка, массивы информации об природных, социальных и экономических объектах, имеющих распределенную геопространственную организацию. Области применения результатов анализа в народном хозяйстве при этом чрезвычайно широки – от повышения эффективности сельского хозяйства до оценки последствий стихийных процессов.



Онтологическая модель репозитория для пространственного анализа и прогнозирования с применением глубоких нейронных сетей. Ключевые понятия

Задача проектирования и обучения эффективных глубоких нейросетевых моделей для анализа больших массивов пространственных данных встречается перед собой множество проблемных моментов, требующих поиска решений. Научная проблема накопления и систематизации моделей и алгоритмов машинного обучения с целью поддержки процесса принятия управленческих решений в области обеспечения условий устойчивого развития регионов России может получить решение благодаря разработке и внедрению репозитория глубоких нейросетевых моделей для анализа и прогнозирования развития пространственных процессов.

Цель исследования заключается в проведении сравнительного анализа подходов к управлению базами данных для организации хранилища репозитория нейросетевых моделей. Основное направление исследования – на изучение существующих видов и форм хранения информации, их классификации и анализа существующих решений. Подробный анализ существующих видов баз данных позволит выявить плюсы и минусы существующих решений, а также подобрать решение, максимально подходящее для хранения весов нейронных сетей.

Материалы и методы исследования

Решение задачи формирования архитектуры и программной реализации репозитория глубоких нейросетевых моделей должно опираться на онтологическую модель, определяющую формализованное описание топологий глубоких моделей, решаемых задач, множества анализируемых данных, алгоритмов обучения, а также отношений между этими сущностями. Онтологическая модель репозитория выдвигает

требования к хранилищу данных и может быть декомпозирована на домены моделей глубокого машинного обучения, решаемых задач и данных и позволит дать комплексное определение формализуемой области знаний: каждая хранимая модель будет сопоставлена с набором конкретных задач и наборами данных (тензорных, растровых, векторных, атрибутивных) (рисунок).

Данная организация репозитория позволит дать формализованное определение исследуемых знаний, поможет сформировать базу для проектирования платформенного решения консолидации, подбора, эффективного использования и хранения нейросетевых моделей для решения проблемно-ориентированных задач.

Нейросетевые модели являются одной из перспективных технологий, текущий уровень развития которой поражает воображение и притягивает к себе все больше и больше внимания. Нейронные сети (НС) представляют собой совокупность моделей биологических нейронных сетей. Обучение нейросетевых моделей – это задача многомерной оптимизации, и для ее решения существует множество алгоритмов. Для обучения нейронных сетей необходимо собирать, сортировать и хранить датасет. Датасет – это обработанная и структурированная информация в табличном виде. После обучения нейронной сети мы получаем готовый набор весов, с помощью которых мы можем восстановить обученную нейронную сеть. Процесс обучения многогранен, и существует риск как недоучить нейронную сеть, так и переобучить ее. Поэтому принято сохранять веса во время обучения либо по таймеру эпох, либо по наилучшим результатам. Таким образом возникает большое количество данных, которое не-

обходимо хранить. Для автоматизации процесса обучения придется придумать грамотный процесс сохранения полученных данных [2].

П.А. Клеменков и С.Д. Кузнецов в своей статье «Большие данные: современные подходы к хранению и обработке» [3] анализировали возможные способы решения проблем с хранением и обработкой больших данных, а также рассмотрели три современных подхода к работе с большими данными. В статье «Big Data – большие данные в бизнесе» [4] автор рассмотрел различные возможности использования больших данных, проанализировал варианты использования сервисов для хранения больших данных. Е.П. Гордиенко и Н.С. Паненко в статье «Современные технологии обработки и анализа больших данных в научных исследованиях» [5] также рассматривали вопрос анализа хранения больших данных. Был выполнен обзор технологий больших данных и рассмотрены перспективы развития методов анализа больших данных в научных исследованиях.

Для систематизации процесса сохранения данных логичнее всего будет воспользоваться помощью базы данных (БД). Для начала введем определение БД – это некая структурированная форма представления информации, которая необходима для изменения, обработки и хранения взаимосвязанной информации, как правило, больших объемов. Семейства БД, называемых также моделями БД, представляют собой структуры и шаблоны, используемые для организации данных в системе управления базами данных (СУБД). Тип влияет на то, как будут представлены данные, какие операции сможет выполнять приложение, на функции СУБД для разработки и запуска. В данной статье мы рассмотрим современные типы баз данных, проведем сравнительный анализ и постараемся определить наиболее подходящие БД для хранения нейронных сетей.

За долгое время существования баз данных они претерпели довольно большое количество изменений и доработок. Рассмотрим основные типы баз данных, существующих на данный момент:

1) *Простейшие базы данных* – это простейший способ хранения данных – текстовые массивы. Данная методика применяется и в наши дни для работы с малыми объемами информации. Для разделения полей используется специальный символьный разделитель: пробел или двоеточие в *nix-подобных системах, точка с запятой или запятая в csv-файлах датасетов [6]. Они являются самыми простыми базами данных.

Имеют одну из простейших структур и слабо подходят для хранения больших массивов данных. Среди примеров таких баз данных можно выделить такие, как csv-файлы, файловые системы, DNS, LDAP, IDMS.

2) *Реляционные базы данных*. К реляционным базам данных относятся в первую очередь SQL базы данных. Это старейший тип используемых баз данных. Основа организации – это таблицы и связи, установленные между ними. Каждая строка в таблице представляет элемент данных в таблице или отдельную запись, который содержит значение для каждого из столбцов. В качестве примера можно привести следующие базы данных – MySQL, MariaDB, PostgreSQL, SQLite.

3) *NoSQL базы данных*. Это группа баз данных, предлагающих подходы, не совсем связующиеся с подходом SQL БД. Когда говорят о таких БД, подразумевают подход расширяющий или полностью отличный от уже существующей SQL структуры. Существуют 5 основных типов NoSQL баз данных: документные базы данных; колоночные базы данных; базы данных «ключ-значение»; графовые базы данных; базы данных временных рядов. Такие базы данных в основе своей имеют структуру объекта, имеющего два поля – ключ и значение. Отличие первого от второго типа заключается в формате данных, установленного в поле значение. Для документных баз поле значение содержит данные определенных жестко установленных типов, таких как JSON, BSON или XML. Примерами первых двух типов баз данных являются Redis, memcached, etcd, MongoDB, RethinkDB.

Дальнейшие типы баз данных представляют больший интерес для исследования. Они имеют более изощренную структуру. Данные в графовой базе данных представляются собой набор вершин и ребер между ними. Каждый узел в такой базе данных может иметь неограниченное количество связанных с ней узлов. Примерами таких баз данных могут являться Neo4j, JanusGraph, Dgraph. Колоночные базы данных относятся к типу NoSQL БД, но внешне схожи с реляционными БД. Как и реляционные, колоночные БД хранят данные, используя строки и столбцы, но с иной связью между элементами. Строка формируется из уникального строкового идентификатора, используемого для формирования поисковых запросов, за которым следуют наборы значений столбцов и имён. Следствием является то, что они удобны при работе с приложениями, требующими высокой производительности, данные и метаданные хранятся по одному идентификатору и га-

рантируют размещение данных из отдельно взятой строки в одном кластере, что упрощает сегментацию и масштабирование. Примерами таких баз данных являются Cassandra, HBase.

Последним и одним из самых интересных типов NoSQL баз данных являются базы временных рядов. Такие базы созданы для сбора и управления данными, меняющимися с течением времени. Для каждой записи в такой БД добавляется жесткая временная метка, которая характеризует состояние объекта в текущий момент времени. Для одной таблицы одновременно может поддерживаться несколько метрик.

Следствиями применения данного типа баз данных является ориентированность на запись, то, что они предназначены для постоянной обработки потока входных данных, производительность такой БД зависит от количества одновременно поддерживаемых метрик. Среди примеров можно выделить следующие – OpenTSDB, Prometheus, InfluxDB, TimescaleDB.

4) *Комбинированные типы БД.* Это интересный вид баз данных, созданный для того, чтобы извлечь максимальную выгоду из двух подходов к структурам БД – SQL и NoSQL. Существуют 2 типа таких БД: NewSQL базы данных; многомодельные базы данных. Они наследуют семантику и реляционную структуру, но построены с использованием масштабируемых конструкций. Главная цель – обеспечить более высокие гарантии согласованности, чем в NoSQL. Компромисс между согласованностью и большей масштабируемостью и доступностью, нежели реляционные БД, и является фундаментальной проблемой распределённых баз данных, описываемой в теореме CAP. Примерами таких БД выступают – Spanner, MemSQL, Calvin, VoltDB, CockroachDB, YugabyteDB, FaunaDB. Многомодельные базы данных – это гибридные базы данных, основанные на функциональных возможностях нескольких баз данных. Преимущества такого подхода в том, что для разных типов данных одна и та же система может использовать различные представления. Совместное размещение данных из нескольких типов БД в одной системе позволяет выполнять новые операции, которые в противном случае были бы затруднены или невозможны. Примерами таких БД являются – ArangoDB, OrientDB, Couchbase.

Результаты исследования и их обсуждение

Ознакомившись с основными типами баз данных, произведем подбор базы дан-

ных для хранения нейронных сетей. Нам нужно максимально оптимизировать процесс получения нейронной сети из базы данных, также нам бы хотелось поддерживать версиюность хранимых весов, для записи всех весов, рассчитанных в процессе обучения.

Проведя небольшой анализ доступной документации, процента использования, потребности рынка было выделено несколько БД, достаточно подходящих под наши потребности: PostgreSQL, Neo4j, InfluxDB. Рассмотрим их более конкретно.

PostgreSQL – универсальный инструмент современного разработчика. Она имеет большое число поклонников, существуют версии почти для всех текущих операционных систем, имеет дружелюбный программный и графический интерфейс, надежна и имеет высокое быстродействие. Это одна из самых популярных баз данных, используемых в web-разработке.

Обращения к базе данных происходят посредством чистых SQL запросов. Однако кроме голого SQL существует огромное количество ORM систем, поддерживающих данную БД. Для справки – ORM (Object-Relational Mapping) – технология программирования, которая связывает базы данных с концепциями объектно-ориентированных языков программирования, создавая «виртуальную объектную базу данных» [7]. Тем самым во время разработки пользователю не придется спускаться в более низкоуровневый язык SQL, а писать команды на высокоуровневом языке разрабатываемой системы.

Несмотря на недостатки, данная БД является эталоном надежности и вполне подойдет для тривиальных задач, связанных с машинным обучением, а скорость ее работы и возможность гибкой настройки типов полей делают ее почти незаменимым и универсальным инструментом разработчика. Neo4j – графовая СУБД с открытым исходным кодом, реализована на Java компанией Neo Technology. Не уступает по производительности реляционным базам данных благодаря собственному формату хранения данных [8, 9].

Для работы с базой данных был разработан новый язык запросов – Cypher. Cypher – декларативный язык запросов в виде графа, позволяющий получить выразительный и эффективный запрос данных. Neo4j следует модели данных, называемой моделью графа собственных свойств. Здесь граф содержит узлы (сущности), и эти узлы связаны друг с другом. Узлы и отношения хранят данные в парах ключ-значение, известных как свойства. В Neo4j нет необхо-

димости следовать фиксированной схеме. Можно добавить или удалить свойства согласно требованию. Возможно масштабировать базу данных, увеличивая количество операций чтения/записи и объем, не влияя на скорость обработки запросов и целостность данных. Neo4j также обеспечивает поддержку репликации для обеспечения безопасности и надежности данных [10].

После рассмотрения данной БД сложно сказать о ее применимости к нейронным сетям. Так или иначе, она не решает проблемы хранения больших данных, но за счет графовой структуры мы можем напрямую создать структуру весов, тем самым снизив объем одного узла. Это обеспечит совершенно другой подход к структуре хранения весов нейронной сети, но значительно усложнит процесс внесения базы данных. Такой подход подойдет для внесения уже готовой и предобученной нейронной сети. Либо же придется разработать метод развертывания нейронной сети в базе данных после ее непосредственного локального обучения.

InfluxDB – это база данных, адаптированная для хранения статистических данных (параметры и их значения на определенный момент времени). Хорошо подходит для систем мониторинга, интернета вещей, различных метрик приложений. В базе данных InfluxDB хранятся точки. Точка имеет четыре компонента: измерение, набор тегов, набор полей и timestamp. Измерение позволяет связать точки, которые могут иметь разные наборы тегов или наборы полей. Набор тегов – это словарь пар ключ-значение для хранения метаданных с точкой. Набор полей представляет собой набор типизированных значений scalar-данных, записываемых точкой.

Каждая точка хранится ровно в одной базе данных в рамках ровно одной политики хранения. База данных – это контейнер для пользователей, политик хранения и точек. Политика хранения определяет, как долго InfluxDB хранит точки (продолжительность), сколько копий этих точек хранится в кластере (коэффициент репликации) и временной диапазон, охватываемый группами сегментов (продолжительность группы сегментов). Политика хранения позволяет пользователям легко (и эффективно для базы данных) удалять старые данные, которые больше не нужны. Это общая закономерность в приложениях временных рядов.

Когда база данных получает новые точки, она должна сделать эти точки долговечными, чтобы их можно было восстановить в случае сбоя базы данных или сервера и сделать точки доступными для запроса.

Приложения временных рядов часто вытесняют данные из хранилища через определенный промежуток времени. Многие приложения мониторинга, например, будут хранить последние месяц или два данных в интернете для поддержки запросов мониторинга. Он должен быть эффективным для удаления данных из базы данных, если срок действия настроенного time-to-live истекает. Удаление точек из столбчатого хранилища обходится дорого, поэтому InfluxDB дополнительно организует свой столбчатый формат в ограниченные по времени фрагменты. Когда time-to-live истекает, ограниченный по времени файл может быть просто удален из файловой системы, а не требовать большого обновления сохраненных данных. За счет использования данной БД мы можем производить сохранение статистики появления всех весов, следить в реальном времени за процессом обучения нейронной сети и иметь доступ до любых обученных весов в любой момент времени.

Заключение

Внедрение в репозиторий моделей машинного обучения разрешит не просто построить банк глубоких ИНС, в области анализа пространственных данных различного типа разработанных для решения прикладных задач, но так же с помощью разработки системы рекомендаций и развертывания экспертного инструментария решить проблему подбора действенной модели, осуществляющего выбор наилучшего из алгоритмов. Каждую глубокую нейронную сеть необходимо опробовать на тестовых полигонах с целью поиска численных и субъективных оценок ее эффективности. Онтологическая модель репозитория определяет структуру хранилища данных и может быть декомпозирована на домены моделей глубокого машинного обучения, решаемых задач и данных, что позволит дать комплексное определение формализуемой области знаний.

Рассмотрение различных видов современных баз данных позволило выделить три наиболее подходящих для дальнейших разработок. Отметим, что каждая в отдельности парадигма к организации хранилища репозитория глубоких моделей машинного обучения не дает ответа на все вопросы, которые возникают при решении проблемы систематизации информации из доменов данных, моделей и проектных задач. Комплексный ответ на обозначенную проблему способны предоставить мультимодельные системы управления базами данных, представляющие собой гибридные хранилища, которые могут быть централизованы в цен-

тре обработки данных, или же представлены в масштабах облака, функционирование которых основано на суперпозиции возможностей, заложенных в СУБД разных классов.

Результатом грамотного использования мультимодельных систем управления данными репозитория глубоких нейросетевых моделей должно стать целенаправленное усиление качественных характеристик формируемого хранилища нейронных сетей, в том числе масштабирования и модульности, отказоустойчивости и надежности.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации (грант № МК-199.2021.1.6).

Список литературы

1. Ямашкин С.А., Ямашкин А.А., Занозин В.В. Формирование репозитория глубоких нейронных сетей в системе цифровой инфраструктуры пространственных данных // Потенциал интеллектуально одаренной молодежи – развитию науки и образования: материалы IX Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников. 2020. С. 370–375.
2. Федюшкин Н.А., Ямашкин С.А. Исследование репозитория моделей нейронных сетей Научно-технический вестник Поволжья. 2021. № 3. С. 28–30.
3. Клеменков П.А., Кузнецов С.Д. Большие данные: современные подходы к хранению и обработке // Труды Института системного программирования РАН. 2012. Т. 23.
4. Сизов И.А. Big Data – большие данные в бизнесе // Экономика. Бизнес. Информатика. 2016. Т. 2. № 3. С. 8–23.
5. Гордиенко Е.П., Паненко Н.С. Современные технологии обработки и анализа больших данных в научных исследованиях // Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. 2018. С. 44–48.
6. Савоськин И.В., Фирсов А.О. Исследование способов применения NoSQL и реляционных баз данных // E-Scio. 2019. № 6 (33).
7. Halpin T. Object-role modeling (ORM/NIAM). Handbook on architectures of information systems. Springer, Berlin, Heidelberg, 1998. P. 81–103.
8. Miller J.J. Graph database applications and concepts with Neo4j. Proceedings of the Southern Association for Information Systems Conference, Atlanta, GA, USA. 2013.
9. Naqvi S.N.Z., Yfantidou S., Zimányi E. Time series databases and influxdb. Studienarbeit, Université Libre de Bruxelles. 2017. P. 12.
10. Sahatqija K. et al. Comparison between relational and NOSQL databases. 2018 41st international convention on information and communication technology, electronics and microelectronics (MIPRO). IEEE, 2018. P. 216–221.

УДК 681.51 (075.4)

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ КАЧЕСТВА ЧАСОВЫХ МЕХАНИЗМОВ

Яшин В.Н., Халикова Е.А.

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

В статье рассматриваются вопросы, связанные с алгоритмизацией методов оптимизации качества механизмов. Разработка и производство любых часовых механизмов (ЧМ) представляют собой целенаправленный процесс. Эти цели определяют вид и тип ЧМ, их показатели качества, характеристики, стоимость комплектующих изделий, их изготовление и т.д. Поэтому для оценки степени достижения целей, преследуемых при разработке и изготовлении ЧМ, целесообразно ввести определенную меру – целевую функцию показателей качества или соответствующих параметров ЧМ, которая позволяет оценить степень достижения целей, поставленных при их разработке и изготовлении. Часы или часовые механизмы будут называться оптимальными, если они обладают такими показателями качества или характеристиками (параметрами), при которых соответствующая целевая функция в общем случае достигает экстремума (максимума). Таким образом, оптимизация ЧМ сводится к поиску набора показателей качества или параметров ЧМ, максимизирующих целевую функцию. Количественная оценка качества ЧМ была и остается актуальной задачей, поскольку ее существующие решения не являются оптимальными. В статье предлагаются к рассмотрению методы и алгоритмы оптимизации качества ЧМ, основанные на анализе целевой функции. В работе обосновывается возможность оптимизации показателей качества ЧМ на основе анализа целевой функции.

Ключевые слова: методы, оптимизация, алгоритмизация, показатели, качество часовые механизмы, программирование, информационные технологии

ALGORITHMIZATION OF METHODS FOR OPTIMIZING THE QUALITY OF CLOCKWORK

Yashin V.N., Khalikova E.A.

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

The article deals with problems of algorithmizing of methods for optimizing the quality of mechanisms. The development and production of any clockwork (CW), including watches, is a targeted process that pursues the certain goals. These goals determine the kind and the type of CW, their quality indicators, characteristics, price of components, their production, etc. So it is advisable to introduce a certain measure – the target function to assess the degree of achievement of the goals pursued in the development and manufacturing of CW. The target function, being a function of quality indicators or the corresponding parameters of CW, allows us to evaluate the degree of achievement of the goals set during their development and production. Watches or clockwork mechanism will be called optimal if they achieve quality indicators or characteristics (parameters) when the corresponding target function generally reaches an extremum (maximum). Thus, CW optimization is reduced to finding a set of quality indicators or CW parameters that maximize the target function. Quantifying the quality of CW has been and remains an urgent task due to the complexity of the problem itself, are not optimal. The article proposes to consider methods and algorithms for optimizing the quality of CW, based on the analysis of the target function. The paper substantiates the possibility of optimizing CW quality indicators based on the analysis of the target function.

Keywords: methods, optimization, algorithmization, indicators, quality clockwork, programming, information technology

Методы оптимизации и их алгоритмизация, заключающиеся в поиске экстремума функции при наличии ограничений или без ограничений, широко используются для решения научных, технических, технологических и ряда других актуальных задач, где требуются оптимальное проектирование и разработка различных объектов (например, выбор наилучших номинальных технологических режимов, структуры технологических цепочек, условий экономической деятельности, повышение доходности и т.д.) [1, 2].

Разработка и производство любых часовых механизмов (ЧМ) представляют собой целенаправленный процесс. Эти цели определяют вид и тип ЧМ, их показатели

качества, характеристики, стоимость комплектующих изделий, их изготовление и т.д. [3, 4]. Для оценки степени достижения целей, преследуемых при разработке и изготовлении ЧМ, целесообразно ввести определенную меру – целевую функцию. Часы или часовые механизмы будут называться оптимальными, если они обладают такими показателями качества, при которых соответствующая целевая функция в общем случае достигает экстремума (максимума). Таким образом, оптимизация ЧМ сводится к поиску набора показателей качества или параметров ЧМ, максимизирующих целевую функцию.

С общих метрологических позиций задача количественной оценки качества

ЧМ может быть сформулирована как задача количественного сравнения объектов, определенных списочными описаниями, решаемая с помощью средств информационных технологий. С позиций предлагаемой математической модели качество ЧМ может рассматриваться как некоторая точка n -мерного гиперпространства натуральных показателей качества $K_1, K_2, K_3, \dots, K_n$, взвешенных весовыми коэффициентами $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, учитывающими важность каждого из этих показателей. Данная точка k может быть задана координатами $(K_1, K_2, K_3, \dots, K_n)$ или радиус-вектором:

$$\bar{k} = \bar{1}_n \cdot k (n \times 1), \quad (1)$$

где $\bar{1}_n$ – единичный радиус-вектор в выбранном базисе, равный сумме базисных ортов:

$$\bar{1}_n = \bar{1}_1 + \bar{1}_2 + \bar{1}_3 + \dots + \bar{1}_n;$$

$\bar{1}_1$ – радиус-вектор точки $(1, 0, \dots, 0)$;

$\bar{1}_2$ – радиус-вектор точки $(0, 1, \dots, 0)$ и т.д.

Исходя из выражения (1) обобщенный показатель качества ЧМ может быть представлен в матричной форме:

$$k = \begin{pmatrix} K_1 \\ K_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ K_n \end{pmatrix} = |K| \cdot |X|, \quad (2)$$

где $|K|$ – матрица-столбец натуральных показателей качества ЧМ;

$|X|$ – диагональная матрица весовых коэффициентов, нормированных условием вида:

$$\sum_{i=1}^n X_i = 1.$$

При выборе метрики вида:

$$m_{\Delta K} = \sum_{i,j=1}^m |K_i - K_j|$$

обобщенный показатель качества ЧМ можно представить в виде:

$$k_{\text{ТСХ}} = \sum_{i=1}^m K_i X_i. \quad (3)$$

Следовательно, задача количественной оценки качества ЧМ сводится к определе-

нию показателей K_i и весовых коэффициентов X_i , отражающих удельный вес потребительских свойств ЧМ. В общем случае элементы матрицы (2) могут представлять не только единичные взвешенные показатели качества, но и целые группы однотипных показателей. Групповая матрица технических показателей может быть представлена следующим образом:

$$K_1 = \begin{pmatrix} K_{11} \\ K_{12} \\ K_{13} \\ \cdot \\ \cdot \\ K_{1n} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \text{точность} \\ \text{информативность} \\ \text{потребляемая энергия} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \text{вес} \end{pmatrix} \quad (4)$$

При всех изменениях требований наиболее стабильной по значимости является групповая матрица технических показателей, удельный вес которой среди всех групповых матриц достаточно высок и определяется значением X_i .

Если при оценке качества ЧМ учитывать только технические характеристики, то обобщенный показатель качества можно представить в виде:

$$k_{\text{ЧМ}} \cong \sum_{i=1}^n K_{1i} \cdot X_{1i}. \quad (5)$$

Постановка задачи

На множестве показателей качества $K_1, K_2, K_3, \dots, K_n$, на котором задана вещественная функция цели $\mathcal{U} = \mathcal{U}(K_1, K_2, K_3, \dots, K_n)$, имеющая смысл того или иного показателя качества и стесненная ограничениями вида:

$$\mathcal{Z}(K_1, K_2, K_3, \dots, K_n) < \mathcal{Z}_{\text{дон}},$$

требуется определить оптимальный набор натуральных показателей качества $K_i^{\text{опт}}$, максимизирующий целевую функцию \mathcal{U} и одновременно удовлетворяющий введенным ограничениям величин $K_1, K_2, K_3, \dots, K_n$.

Методы оптимизации качества ЧМ и их алгоритмизация

Учитывая выражение (4), запишем некоторую вещественную целевую функцию в виде:

$$\mathcal{U} = \mathcal{U}(K_1, K_2, K_3, \dots, K_n) = \mathcal{U}\{K_1(k_{11}, \dots, k_{1n}), \dots, K_n(k_{11}, \dots, k_{1n})\}, \quad (6)$$

для которой требуется найти оптимальный набор параметров $k_i^{\text{опт}}$, соответствующий экстремуму, максимуму или минимуму целевой функции и удовлетворяющий ограничениям вида $Y_i = (k_{11}, \dots, k_{1n}) > 0$.

Поскольку в общем случае целевая функция может иметь несколько максимумов и минимумов, из которых нас интересует глобальный, то условие экстремальности можно записать в следующем виде:

$$\Pi(k_1^{opt}, \dots, k_n^{opt}) = \sup \Pi(k_{11}, k_{12}, \dots, k_{1n}) \quad (7)$$

$$(k_i^{opt}) \in \Gamma \text{lim},$$

где Γlim – область допустимых значений k_i , удовлетворяющих введенным выше ограничениям.

Методы решения такой задачи, относящейся к задачам аналитического программирования (планирования), имеют много общего с классическими методами решения оптимальных задач, но отличаются от них наличием дополнительных ограничительных условий. Поэтому можно записать условие экстремума в виде:

$$\text{grad} \Pi(R(k)) = \nabla \Pi(\vec{R}(k)) = 0, \quad (8)$$

где $\nabla = \left\{ \sum_{j=1}^m \frac{\partial}{\partial R_j} \frac{\partial R_j}{\partial k_i} \right\}$, ($i = 1, \dots, n$) – дифференциальный оператор Гамильтона,

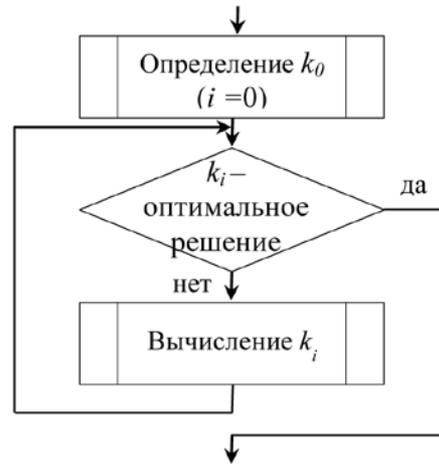
$$R = \begin{pmatrix} K_1(k) \\ K_2(k) \\ \cdot \\ \cdot \\ K_n(k) \end{pmatrix} \quad (9)$$

Выражение (8) представляет собой систему алгебраических уравнений с n неизвестными k_i

$$\sum_{j=1}^m \frac{\partial \Pi[\vec{R}(k)]}{\partial R_j} \frac{\partial R_j}{\partial k_i} = 0 \quad (i = 1, \dots, n). \quad (10)$$

Решение системы уравнений (10) – это значения $(k_i)_1, \dots, (k_i)_z$, которые определяют экстремальные наборы параметров, соответствующие нулям функции $\text{grad} \Pi(R(k))$ и экстремумам функции цели, при этом z – число решений. Определяя для этих наборов параметров значения функций Y_p , можно выделить из z экстремальных наборов параметров экстремальные наборы (k_i) , удовлетворяющие заданным ограничениям. При этом оптимальный набор параметров k^{opt} может быть выбран из k_i как набор, обеспечивающий наибольший из локальных максимумов или наименьший из локальных минимумов функции цели и удовлетворяющий условиям глобального экстремума.

На практике целесообразно использовать различные методы оптимизации, относящиеся к специальным поисковым методам оптимизации [5, 6]. Смысл этих методов состоит в целенаправленном переборе возможных параметров ЧМ, максимизирующей целевую функцию. Фрагмент графической схемы алгоритма [7, 8] применения этих методов приведен на рисунке.



Фрагмент графической схемы алгоритма определения параметров ЧМ

Выбирается k_0 – начальный набор параметров ЧМ. Строится последовательность k_0, k_1, \dots, k_i , при этом точки с большими номерами дают лучшее приближение к k^{opt} . Необходимо учитывать, что шаг поиска, т.е. переход от k_i к k_{i+1} , состоит из выбора направления поиска, определяемого некоторым вектором $F(k_i)$, и подъема или спуска по этому направлению.

Определение точки k_{i+1} происходит в соответствии с выражением:

$$k_{i+1} = k_i + a_i F(k_i),$$

где значение $a_i (a_i > 0)$ характеризует принятый способ спуска.

Применим один из поисковых методов оптимизации, а именно градиентный метод, для решения поставленной выше задачи. С помощью градиентного метода осуществим поиск глобального экстремума функции цели, определяющего оптимальный набор параметров ЧМ k^{opt} .

Поиск начинается с выбора произвольного набора параметров k_0 . Затем после вычисления соответствующего значения функции цели $\Pi = \Pi(k_0)$ ищется следующее направление скорейшего возрастания этой функции:

$$\Delta k = k - k_0.$$

Разложим функцию цели в ряд Тейлора по приращениям Δk в окрестности начальной точки k_0 .

$$\begin{aligned} \Pi(k) = & \Pi_0 + [(\Delta k, \nabla)\Pi(k)] + \\ & + \frac{1}{2}[(\Delta k, \nabla)^2 \Pi(k)] + \dots \end{aligned}$$

и найдем основную составляющую приращения этой функции:

$$\Delta \Pi = \Pi(k) - \Pi_0 = [(\Delta k, \nabla)\Pi(k)] + \dots$$

Очевидно, что максимальное значение приращения функции $\Delta \Pi$ будет иметь место при совпадении направления Δk с направлением градиента функции цели в начальной точке k_0 , т.е. должно выполняться условие:

$$\Delta k = a \cdot \text{grad} \Pi [F(k_0)] = a \cdot F(\bar{k}_0),$$

где a – коэффициент пропорциональности.

Оптимальное значение этого коэффициента получаем из условия максимума $\Pi(k)$, ограничиваясь первыми тремя членами полученного выше разложения. Подставляя в это разложение полученное значение Δk , дифференцируя полученное выражение по a и приравнявая производную к нулю, получаем следующее выражение:

$$a = \frac{[F(\bar{k}_0)]}{\left\{ [F(\bar{k}_0) \nabla]^2 \Pi(k) \right\}}.$$

Подставляя с учетом полученного выражения величину $aF(k_0)$ в выражение для Δk , находим новый набор параметров, более близкий к максимуму:

$$k_1 = k_0 - \frac{[F(k_0)F(\bar{k}_0)]}{\left\{ [F(\bar{k}_0) \nabla]^2 \Pi(k) \right\}}.$$

Повторяя эти шаги итеративно достаточное число раз, находим последовательно наборы параметров ЧМ, подводящие к локальному экстремуму целевой функции. Для нахождения всех z экстремальных точек (экстремальных наборов параметров ЧМ) необходимо задавать достаточно плотный ряд начальных точек $k_0 \in \Gamma_{lim}$ и затем, сравнив найденные локальные экстремумы, выбрать глобальный, соответствующий набору параметров k^{opt} . Преодоление этих

трудностей связано с использованием дополнительных методов: Лагранжа, штрафных функций, Куна–Таккера и т.д. [9, 10].

Сложность задачи сравнительной оценки различных методов оптимизации заключается в том, что она представляет собой задачу общей теории эффективности – задачу оценки степени соответствия объекта (метода и алгоритма оптимизации) его целевому назначению.

Выводы

1. Систематизированы вопросы, связанные с алгоритмизацией методов оптимизации качества часовых механизмов, устанавливаемых в процессе разработки и изготовления ЧМ оптимальный набор их показателей качества.

2. Показано, что выбор различных методов оптимизации (аналитических, поисковых и т.д.) зависит от описанных в статье условий.

3. Применение современных методов оптимизации для решения поставленных в статье задач является чрезвычайно трудоемким занятием без использования современных компьютерных и информационных технологий.

Список литературы

1. Васильев Ф.П., Потапов М.М., Будаков Б.А., Артемьева Л.А. Методы оптимизации: учебник и практикум для вузов. М.: Издательство Юрайт, 2020. 375 с.
2. Горелик В.А. Исследование операций и методы оптимизации: учебник. М.: Academia, 2018. 384 с.
3. ГОСТ 27.002-2015 «Межгосударственный стандарт надежность в технике. Термины и определения». Дата введения 2017-03-01.
4. ГОСТ 8.009-84 «Нормируемые метрологические характеристики средств измерений».
5. Ширяев В.И. Исследование операций и численные методы оптимизации. М.: Ленанд, 2017. 224 с.
6. Аристов А.И. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие. М.: Инфра-М, 2014. 256 с.
7. Яшин В.Н. Методологические подходы при измерении и контроле основных метрологических характеристик технических средств хронометрии // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. 2014. Вып. 43. С. 63–72.
8. Яшин В.Н. Информационно-измерительные подходы для оценки технических средств хронометрии: монография. М.: ИНФРА-М, 2017. 120 с.
9. Зайцев С.А. Метрология, стандартизация и сертификация в машиностроении: учебник М.: Академия, 2012. 288 с.
10. Сергеев А.Г., Терегеря В.В. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов М.: Юрайт, 2011. 820 с.

СТАТЬИ

УДК 378.1:616

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ КАК СОСТАВЛЯЮЩИЙ КОМПОНЕНТ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ И ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА

Алексеев С.Н., Гайворонская Т.В., Дробот Н.Н.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Краснодар, e-mail: mangust68@mail.ru

В статье проанализированы научные публикации о применении тестирования в образовательном процессе вузов, рассмотрены типы тестовых заданий, их положительные и негативные характеристики; установлены требования качества, предъявляемые к данной форме контроля знаний студентов. Авторами статьи оценены эффективность и недостатки тестирования с учетом опыта преподавания в медицинском вузе и опроса студентов 6 курса лечебного и педиатрического факультетов Кубанского государственного медицинского университета. Большее число студентов (92,6%) положительно относятся к тестовому контролю знаний, из них 88,7% считают, что осуществление контроля уровня знаний обязательно должно сочетаться с обучением – разбором и анализом допущенных ошибок каждым студентом при активном участии всей группы. Рассмотрены недочеты в составлении тестовых заданий в отношении соблюдения их структуры, содержания, предлагаемых дистракторов. Выполненная работа позволяет заключить, что использование системы тестового контроля имеет важное образовательное и познавательное значение в комплексной системе учебного процесса, создавая условия для объективной оценки организации подготовки компетентных специалистов в учебном учреждении путем создания эффективной платформы управления качеством. Тестирование является не только средством контроля знаний, но также выполняет и обучающие функции. Тесты, выполненные с соблюдением требований к данному дидактическому материалу, рассматриваются как неотъемлемая составляющая образовательного процесса в медицинском вузе.

Ключевые слова: медицинский вуз, тестовые задания, качество тестовых заданий, валидность, надежность, эффективность, единый образовательный процесс

TESTS AS A COMPONENT OF KNOWLEDGE CONTROL AND TRAINING OF MEDICAL UNIVERSITY STUDENTS

Alekseenko S.N., Gayvoronskaya T.V., Drobot N.N.

Kuban State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Krasnodar, e-mail: mangust68@mail.ru

The article analyzes scientific publications on the use of testing in the educational process of universities, considers the types of test items, their positive and negative characteristics; established the quality requirements for this form of control of students' knowledge. The authors of the article assessed the effectiveness and disadvantages of testing, taking into account the teaching experience at a medical university and a survey of 6th year students of the medical and pediatric faculties of the Kuban State Medical University. A greater number of students (92.6%) have a positive attitude to the test control of knowledge, of whom 88.7% believe that the control of the level of knowledge must necessarily be combined with training – analysis and analysis of mistakes made by each student with the active participation of the entire group. The flaws in the preparation of test items in relation to the observance of their structure, content, and the proposed distractors are considered. The work performed allows us to conclude that the use of a test control system has an important educational and cognitive value in an integrated system of the educational process, creating conditions for an objective assessment of the organization of training competent specialists in an educational institution by creating an effective quality management platform. Testing is not only a means of controlling knowledge, but also has a teaching function. Tests performed in compliance with the requirements for this didactic material are considered as an integral part of the educational process at a medical university.

Keywords: medical school, test items, quality of test items, validity, reliability, efficiency, unified educational process

Проверка знаний студентов вузов играет большую роль в оценке качества организации образовательного процесса в учебном заведении. Система контроля овладения и усвоения изученного материала является значимым и ответственным элементом в подготовке специалистов с высшим профессиональным образованием, в том числе будущих врачей. Компьютерные технологии широко внедряются в настоящее время в процесс обучения [1, 2]. Комплексное и целенаправленное использование различных форм обучения, в том числе тех-

нических средств, имеет ведущее значение в повышении качества подготовки будущих специалистов. В этом большая роль отводится и студентам, и преподавателям высшей школы. Действия обеих сторон должны быть взаимосвязаны и направлены на повышение активности студентов, заинтересованности в этом педагогов [3, 4].

Совершенствование методик контроля знаний студентов в современных условиях рассматривается как важная составляющая целостного учебно-воспитательного процесса. Развитие информационно-комму-

никационных технологий в XXI в. оказало существенное влияние на организацию педагогического процесса в медицинском вузе, который имеет свои специфические особенности, заключающиеся в том, что студенты должны получить не только знания, овладеть навыками и умениями, но и применять их в стандартных и нестандартных ситуациях врачебной деятельности. Для успешной врачебной деятельности студенту-медику необходимо владеть общепрофессиональными и профессиональными компетенциями, связанными со способностью решать задачи по направлению выбранной профессиональной деятельности, требованиям и условиям Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС).

В последнее время в высших учебных заведениях в связи с пандемией новой коронавирусной инфекции 2020 г. значительно повысился интерес к тестированию как одной из форм оценки качества знаний обучающихся, особенно промежуточной аттестации студентов, которая проходит в виде экзамена или зачета [5, 6]. Проблемы тестологии активно обсуждаются в научной педагогической литературе. Отношение к этому методу со стороны преподавателей высшей школы неоднозначно – одни рассматривают как эффективный способ в короткий временной промежуток оценить объем усвоенного материала и результативность учебно-познавательной деятельности, высокую достоверность и объективность оценки знаний, все участвующие в процессе контроля находятся в одинаковых условиях, исключается предвзятое, позитивное или негативное, отношение преподавателя к испытуемому. Другие видят в тестировании принижение роли преподавателя, получение недостоверной оценки знаний по результатам ответов студентов, обусловленных различными причинами [7, 8]. Грамотно и профессионально организованная система контроля и уровня овладения студентами изученного материала является важным и существенным моментом повышения качества образования и подготовки профессионалов. Совершенствование форм проведения контроля является важным в системе высшего медицинского образования.

Таким образом, оценка использования метода тестирования с целью определения уровня знаний студентов имеет как позитивные, так и негативные характеристики. Данный факт предполагает дальнейшее изучение этой проблемы, имеющей большое значение в образовательном процессе профессиональной подготовки студентов-медиков.

Цель исследования: проанализировать научные публикации о применении тестирования в образовательном процессе вузов, рассмотреть эффективность и недостатки тестирования с учетом опыта преподавания в Кубанском государственном медицинском университете.

Материалы и методы исследования

Реализация поставленной цели достигалась путем анализа научных педагогических публикаций, собственного педагогического опыта работы в медицинском вузе, интервьюирования, опроса студентов относительно оценки их знаний и использования тестирования в процессе обучения. Выборку составили 183 студента 6 курса лечебного и педиатрического факультетов Кубанского государственного медицинского университета в возрасте 23–24 года, девушек 105 человек, юношей – 78.

Результаты исследования и их обсуждение

В связи с пандемией COVID-19 в 2020 г. возникла вынужденная необходимость в сжатые сроки пересмотреть организацию образовательного процесса в высших учебных заведениях в направлении полного перехода в онлайн-формат или смешанную форму, вариант интеграции, онлайн + офлайн. В связи с этим возникла целесообразность пересмотра и усовершенствования содержания форм обучения и контроля знаний студентов в медицинском вузе, среди которых важную роль играет тестирование обучающихся. Авторами статьи путем изучения научных публикаций проанализированы требования, предъявляемые к составлению тестовых заданий, их варибельность, уровни применения на этапах обучения в вузе и качество предъявляемых студентам тестов. В результате выявлена детерминирующая эффективность тестовых заданий и причины негативных характеристик данной формы образовательного процесса в вузе.

Тест – это система тестовых заданий, отличающихся по сложности условий выполнения и позволяющих оценить качество и уровень подготовки студентов. Тестовые задания применяются на всех этапах обучения в вузе. Различают предварительное или входное тестирование, которое определяет, что знает студент из содержания новой дисциплины; текущее (диагностическое) – определяет уровень подготовки по изучаемой теме дисциплины, промежуточное и итоговый контроль знаний, умений и навыков студентов по завершению изучения дисциплины, определенной ФГОС. В зависимости от этапа обучения опреде-

ляются виды тестирования и задачи, стоящие перед преподавателем – составителем тестов [9,10].

Тестовые задания выполняют взаимосвязанные функции:

– диагностическую – выявление уровня знаний, умений, навыков;

– обучающую – мотивирует и стимулирует обучающегося на усвоение учебного материала;

– воспитательную – дисциплинирует и организует деятельность учащихся.

По данным научных публикаций тестовые задания классифицируются на следующие типы.

– Открытого типа (открытое задание с ограниченным или развернутым ответом). Тестовое задание открытого типа с ограниченным ответом – это задания, где тестируемый дописывает предложение тестового задания, чтобы получилась законченная фраза. Ответ должен быть четким и лаконичным. Другой вариант тестового задания открытого типа – когда требуется дать ответ в развернутой, произвольной форме. При такой форме контроля знаний исключается элемент угадывания ответа – учащийся должен самостоятельно сформулировать ответ, а не выбрать из готовых. Недостатки – сложность технической обработки при компьютерном тестировании.

– Тестовые задания закрытого типа – это задания с предлагаемыми вариантами ответов, тестируемый выбирает правильный. Тестовые задания указанного типа делятся на следующие варианты:

а) задания альтернативных ответов – в задании предложены два противоположных ответа: «верно» – «неверно» или «да» – «нет»;

б) задания множественного выбора – необходимо выбрать один или несколько из предложенных вариантов. Преимущество тестовых заданий – быстрота тестирования и оценки знаний; недостатки – присутствие эффекта угадывания.

– Задание на установление соответствия (ассоциативные связи) – студенту необходимо указать существующее соответствие между составляющими двух множеств.

– Задание на установление правильной последовательности – перед студентом ставится задача расположить элементы тестового задания в нужной последовательности, выстроив технологическую цепочку, обеспечивая алгоритм выполнения процедуры [11, 12].

Тестовые задания на последовательность и соответствие дают возможность оценить не только уровень знаний студентов, но и способность устанавливать

ассоциативные связи, умение клинически мыслить. Данные типы тестовых заданий в определенной степени сложны для студентов, так как требуется четкость и конкретность мыслительного процесса. При контроле правильности ответов могут возникнуть технические затруднения.

В систему обучения и контроля уровня знаний учащихся входят ситуационные задачи, разработанные в тестовом режиме с использованием инструментальных программных средств [13]. Ситуационные задачи выполняют обучающую и контролирующую функцию, основаны на конкретных жизненных ситуациях, позволяют студенту осваивать и выполнять интеллектуальные действия, аналитическое мышление. Ситуационные задания в компьютерном тестировании имеют развернутую содержательную часть – анамнестические данные, результаты клинического, лабораторного, инструментального исследования, эффективность проводимого лечения и другие сведения о пациенте. Информация в ситуационной задаче зависит от целей, поставленных преподавателем-составителем. Использование ситуационных задач в компьютерном тестировании дает возможность оценить степень подготовки по изучаемой дисциплине, способность принимать решения как в стандартных, так и нестандартных ситуациях. При этом варианты ответов к задаче, предложенные преподавателем, должны быть адекватны поставленным вопросам и соответствовать содержательной части задания. При технической обработке результатов ответов обычно проблем не возникает.

Тесты могут быть представлены на бумажном носителе и выполнены письменно. В современных условиях широко используются информационно-коммуникационные технологии с применением компьютерных программ, автоматически определяющих правильность ответов и, следовательно, уровень учебных компетенций студентов.

Для того чтобы применение тестов достигло поставленных целей – обучения, контроля знаний студентов и их объективной оценки, необходимо правильно составить тестовое задание, его содержательную часть, и сопроводить соответствующей инструкцией к выполнению. Например: «Установить правильную последовательность», «Завершить фразу», «Выбрать один правильный ответ», «Выберите все правильные варианты ответов среди предложенных». Следовательно, тестовое задание как измерительный инструмент должно отвечать определенным требованиям качества: дифференцирующей способностью,

эффективностью, валидностью и надежностью [14, 15].

Валидность – это пригодность тестовых заданий для той цели, ради которой проводилось тестирование, определение соответствия требованиям правил тестовых заданий. Валидность теста рассматривается как один из критериев, позволяющих оценить пригодность тестового задания для оценки знаний учащихся по изучаемой проблеме. Главное условие валидности задания – это четкое, грамотное изложение вопросов в пределах объема знаний изучаемой образовательной дисциплины. При составлении тестовых заданий важно учитывать содержательную и функциональную валидность, когда задание должно соответствовать требованиям ФГОС дисциплины. Составить валидное по содержанию тестовое задание могут только опытные преподаватели, знающие Федеральное государственное образовательные стандарты преподаваемой дисциплины, нормативные документы. Оценить валидность тестовых заданий могут опытные независимые эксперты по изучаемой дисциплине.

Содержательная часть тестового задания должна быть построена по принципу общепонятности и однозначности рассмотрения задания, а не предположений со стороны студента. Надёжность теста определяется неизменными и устойчивыми показателями измерительной оценки тестового задания, которые были получены при повторном измерении, если в этом была необходимость. Валидность и надежность теста – это взаимосвязанные и дополняющие друг друга критерии, поэтому их необходимо оценивать совместно. В одном ряду с валидностью и надежностью тестовых заданий важнейшей характеристикой тестов рассматривается их эффективность, характеризующая результат, полученный после выполнения определенного действия – тестирования. В педагогике рассматривается такое понятие, как дифференцированная эффективность, так как ни один тест не может считаться эффективным в течение длительного периода времени и соответствовать установленному уровню сложности. Таким образом, для объективной оценки знаний студентов необходимо создание тестовых заданий, отвечающих требованиям тестологии и соответствующих установленному уровню сложности.

Проведенный анализ научных публикаций по тестологии, педагогические наблюдения, беседы со студентами 6 курса лечебного и педиатрического факультетов КубГМУ позволили оценить отношение к тестовому контролю знаний, положитель-

ные и отрицательные стороны, выявить претензии со стороны обучающихся и экспертов к качеству тестовых заданий, получить характеристику предлагаемых тестовых заданий студентами.

Большее число студентов (92,6%) положительно относятся к тестовому контролю знаний. При входном и текущем контроле оценки уровня подготовки 90,8% студентов отдают предпочтение работе в учебной аудитории, выполняя задание на бумажном носителе. При этом 88,7% считают, что осуществление контроля обязательно должно сочетаться с обучением – разбором и анализом допущенных ошибок каждым студентом при активном участии всей группы. Такая форма дает возможность уточнить содержание задания, непонятные вопросы тестового задания и варианты предлагаемых ответов. При сочетании функции контроля и обучения студент получает верное представление о целях тестового задания, повышается усвояемость изучаемой темы. Около 15,0% студентов указали на непонятность и возможность различного толкования поставленных задач. Почти все студенты отметили необходимость возможности получения информации о неправильном ответе при проведении текущей и промежуточной аттестации в виде компьютерного тестирования – им нужно знать допущенные ошибки и причину отрицательной оценки за тестовое задание. При интервью со студентами и по оценочному уровню менее трудоемкими оказались тестовые задания закрытой формы, в основном с одним правильным ответом. Студенты отметили присутствие эффекта угадывания.

Выявлены недостатки тестовых заданий, создавшие условия неверной трактовки задания (33,3%). Причины неправильных ответов студентов: нечетко сконструированная инструкция выполнения задания или ее отсутствие; составитель задания предполагает один правильный ответ, а их по факту оказывается несколько, так как не продуманы предложенные дистракторы. Грамотно подобранные дистракторы повышают качество, надежность задания. У 24,6% возникли трудности при работе с ситуационными задачами, представленными в тестовом формате: при отсутствии данных о комплексном обследовании пациента предложено поставить клинический диагноз; предложенные варианты ответов перегружены перечнем заболеваний при необходимости проведения дифференциальной диагностики; в тестовом задании отсутствуют задачи выполнения. Ситуационные задания в системе контроля знаний целесообразно использовать при диагностике уровня глу-

бины познавательной деятельности, объема знаний по изучаемой дисциплине, развития клинического мышления.

Тестовые задания открытого типа вызывают затруднения у студентов. Это можно объяснить не только уровнем и объемом знаний по изучаемой теме, но и способностью испытуемых четко, конкретно сформулировать и обобщить имеющиеся знания. Немаловажную роль играет некорректная формулировка задания. На это должны обратить внимание педагоги, развивая у студентов способность профессионально грамотно высказывать свои мысли. В этом направлении большую роль играет совмещение с традиционными формами контроля знаний, как устный, так и письменный опрос.

Относительно тестовых заданий на соответствие и на правильную последовательность 68,4% обучающихся отметили, что с такими заданиями сложно работать, требуется больше временных затрат при ответе. Однако как положительный факт необходимость заданий такого типа обозначили 73,6% студентов. Мотив в следующем – данные тестовые задания не только оценивают уровень знаний, но и контролируют конкретные действия при оказании неотложной помощи в экстремальных ситуациях, в хронологической последовательности развития фаз патологического процесса, помогают развивать критическую оценку своих действий в выполнении алгоритма диагностики заболеваний, знания развития побочных эффектов при приеме лекарственных препаратов и проведение неотложных лечебных мероприятий при них и др.

Авторы статьи считают, что правильные ответы к тестовым заданиям не должны быть доступны обучающимся, необходимо соблюдение конфиденциальности, так как при ее отсутствии формируется принцип запоминания эталона ответа к заданию, но совершенно исчезает желание изучения предмета, мотивация познавательной деятельности, развитие клинического мышления. Доступность правильных ответов до начала испытаний создает искаженную оценку знаний студентов по изучаемой дисциплине, не способствует развитию стремления как преподавателей, так и студентов к повышению уровня подготовки будущих врачей. Поэтому необходима рациональная организация процесса тестирования, исключающая предпосылки недобросовестного отношения студентов к данному виду контроля знаний.

Тестовые задания, составленные преподавателями без учета требований к качеству этой формы контроля знаний студентов, провоцируют неверные ответы, дополни-

тельную трату времени на подготовку ответа. Это создает неадекватную оценку знаний студентов, преимущественно снижая ее. В результате создается необъективное мнение о подготовке студентов и организации образовательного процесса в вузе.

Заключение

В комплексной оценке знаний студентов медицинского вуза использование системы тестового контроля имеет важное образовательное и познавательное значение, создавая условия для объективной оценки организации учебного процесса в учебном учреждении, создании эффективной платформы управления качеством подготовки специалистов – будущих врачей, формированию и развитию когнитивных способностей обучающихся. Тестирование является не только средством контроля знаний и определением объема подготовки студентов, но также выполняет и обучающие функции. Тесты, выполненные с соблюдением требований к данному дидактическому материалу – валидные, надежные, эффективные – рассматриваются как неотъемлемая составляющая образовательного процесса в медицинском вузе. Выполнение технологии конструирования тестовых заданий обеспечивает объективность оценки знаний обучающихся, образовательной и профессиональной подготовки будущих врачей.

Список литературы

1. Лазарева Г.А., Мальцева А.Н. Электронные технологии в учебном процессе медицинского вуза // Подготовка медицинских кадров и цифровая образовательная среда: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 84-й годовщине КГМУ (Курск, 01 февраля 2019 г.) / Под ред. В.А. Лазаренко, П.В. Калущого, Н.Б. Дремовой, А.И. Овод, Н.С. Степашова. 2019. С. 334–338.
2. Мендель В.В., Тринадцатко О.А. Аспекты использования информационно-компьютерных технологий в образовательном процессе // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=29755> (дата обращения: 07.05.2021).
3. Мальцева А.Н. Современные методы в учебном процессе медицинского вуза // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=29040> (дата обращения: 07.05.2021).
4. Агаян А.М., Гурьева Т.Н., Шарабаева Л.Ю. Перспективные образовательные технологии и подходы // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.scienceeducation.ru/ru/article/view?id=30276> (дата обращения: 07.05.2021).
5. Агранович Н.В., Кнышова С.А., Коровина И.В., Щедренко В.В., Бабашева Г.Г., Арутюнов А.Н., Анопченко А.С., Еременко М.С. Тестовые задания промежуточного и итогового контроля знаний студентов лечебного факультета по дисциплине «поликлиническая терапия» (учебное пособие) // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 5–2. С. 172–172.
6. Витер В.И., Поздеев А.Р., Селезнева Т.Е. Значимость промежуточного тестирования студентов в медицинском

вузе // Проблемы экспертизы в медицине. 2013. № 1 (49). Т. 13 С. 37–38.

7. Габдулхаков В.Ф., Зиннурова А.Ф. О педагогических детерминантах повышения эффективности высшего профессионального образования в условиях пандемии коронавируса // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=30250> (дата обращения: 07.05.2021).

8. Ларин С.Н., Малков У.Х. Современные подходы к моделированию тестов: система требований, преимущества и недостатки, основные этапы разработки // Интернет-журнал «Мир науки». 2016. Т. 4. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <http://mir-nauki.com/PDF/04PDMN116.pdf> (дата обращения: 07.05.2021).

9. Толстобова О.И. Личностный рост педагога как основа профессионального мастерства. 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://nsportal.ru/shkola/raznoe/library/2020/03/15/lich-nostnyy-rost-pedagoga-kak-osnova-professionalnogo-masterstva> (дата обращения: 07.05.2021).

10. Бабкин А.А., Голубев О.Б., Тестов В.А. О применении компьютерных систем тестирования для проверки знаний студентов и курсантов вузов // Вестник института: пре-

ступление, наказание, исправление. Педагогические науки Вестник института: преступление, наказание, исправление. 2018. № 2 (42). С. 126–132.

11. Аванесов В.С. Форма тестовых заданий. 2-изд., перераб. и расшир. М.: «Центр тестирования», 2005. 156 с.

12. Жунусакунова А.Д. Разновидности заданий в тестовой форме // Актуальные вопросы современной педагогики: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Уфа, июль 2012 г.). [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/conf/red/archive/60/2572/> (дата обращения: 07.05.2021).

13. Вознесенская Н.В. Конструирование системы ситуационных заданий в тестовой форме с использованием инструментальных программных средств // Учебный эксперимент в образовании 2014. № 4 (72). С. 49–53.

14. Хермелин И., Лайвенс Ф., Робертсон А. Прогностическая валидность Центра оценки: метаанализ // Организационная психология. 2011. № 1 (1). С. 39–49. [Электронный ресурс]. URL: <http://orgpsyjournal.hse.ru> (дата обращения: 07.05.2021).

15. Костин Г.А., Петрова С.В. Оценка валидности тестирования как метода контроля качества усвоения учебного материала // Экономика и управление. 2014. № 4 (102). С. 70–74.

УДК 377.018.48

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ОБУЧЕНИЯ СЛУШАТЕЛЕЙ ФАКУЛЬТЕТА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ К ДЕЙСТВИЯМ, СВЯЗАННЫМ С НЕСЕНИЕМ СЛУЖБЫ В УСЛОВИЯХ МАССОВОГО ПРЕБЫВАНИЯ ЛЮДЕЙ

¹Антонов М.Е., ²Чичин С.В.

¹ФГКОУ ВО «Омская академия МВД России», Омск, e-mail: oma@mvd.ru;

²Филиал ФГКВОУ ВО «ВА МТО им. Генерала армии А.В. Хрулева», Омск, e-mail: otuu@mil.ru

Статья посвящена актуальным проблемам обучения слушателей факультета профессиональной подготовки сотрудников полиции к действиям, связанным с несением службы в условиях массового пребывания людей. Актуальность поставленного во главе настоящего исследования направления не вызывает сомнений, в связи с этим, учитывая специфику данного вопроса и программы обучения слушателей, авторами проведен опрос слушателей факультета профессиональной подготовки и действующих сотрудников полиции. Результаты опроса обработаны с помощью метода анализа иерархий, в ходе применения которого в качестве составного элемента использовался метод парных сравнений и специальная шкала. На основании обработки результатов опроса респондентов авторы пришли к выводу о неоднозначности полученных результатов, поскольку не удалось выделить доминирующие показатели, которые являлись бы наиболее важными при подготовке слушателей, что говорит о необходимости применения системного подхода и использования контекстного обучения. Авторами проведен анализ основных особенностей подготовки слушателей факультета профессиональной подготовки сотрудников полиции на различных этапах обучения и с учетом направления их подготовки. Акцентировано внимание на основных недостатках, по мнению авторов настоящего исследования, в существующей программе подготовке слушателей. Приняты во внимание исследования авторов, проведенные в данном направлении, что способствовало обобщению полученных материалов, их систематизации и принятию решения по возможным направлениям совершенствования образовательного процесса по подготовке слушателей факультета профессиональной подготовки к действиям, связанным с несением службы в условиях массового пребывания людей.

Ключевые слова: сотрудники полиции, массовое пребывание людей, метод анализа иерархий, тактико-специальная подготовка, личная безопасность

IDENTIFICATION OF PRIORITY DIRECTIONS FOR TRAINING OF STUDENTS OF THE FACULTY OF VOCATIONAL TRAINING FOR ACTIONS RELATED TO SERVICE IN CONDITIONS OF MASS STAY OF PEOPLE

¹Antonov M.E., ²Chichin S.V.

¹Federal state state educational institution of higher education Omsk Academy
of the Ministry of internal Affairs of the Russian Federation, Omsk, e-mail: oma@mvd.ru;

²Branch of the Federal state state military educational institution higher education VA MTO
im. General of the army A.V. Khrulev in Omsk, Omsk, e-mail: otuu@mil.ru

The article is devoted to the current problems of training students of the faculty of professional training of police officers for actions related to service in conditions of mass stay of people. The relevance of the direction set out at the head of this study is beyond doubt, in this regard, taking into account the specifics of this issue and the student training program, the authors conducted a survey of students of the faculty of vocational training and active police officers. The results of the survey were processed using the method of analysis of hierarchies during the application of which, as a composite element, the method of paired comparisons and a special scale were used. Based on the results of the survey of respondents, the authors concluded that the results were ambiguous because it was not possible to identify the dominant indicators that would be most important in the training of students, which suggests the need for a systematic approach and the use of context training. The authors conducted an analysis of the main features of the training of students of the faculty of training of police officers at various stages of training and taking into account the direction of their training. Attention is focused on the main shortcomings according to the authors of this study in the existing training program for students. The authors' studies carried out in this direction were taken into account, which contributed to the synthesis of the materials received, their systematization and decision-making on possible directions for improving the educational process for training students of the faculty of vocational training for actions related to service in conditions of mass stay of people.

Keywords: police officers, mass presence of people, hierarchy analysis method, tactical and special training, personal security

Факультет профессиональной подготовки осуществляет подготовку различных категорий обучающихся, впервые принимаемых на службу в органы внутренних дел Российской Федерации (далее ОВД), на должности младшего, среднего и старше-

го начальствующего состава, в зависимости от уровня образования, с целью получения ими квалификации «Полицейский». Ежегодно факультетом осуществляется выпуск большого количества сотрудников полиции для различных структурных подразделений

ОВД. Между тем рядом исследователей системы подготовки кадров для органов внутренних дел отмечается, что на сегодняшний день проблемой остается качественный состав сотрудников.

Традиционно кафедрами, которые готовят слушателей к действиям по применению физической силы, специальных средств и огнестрельного оружия, в части формирования двигательных навыков, остаются: физической подготовки, огневой подготовки и деятельности органов внутренних дел в особых условиях (тактико-специальной подготовки). При этом исследователи вопроса совершенствования методики преподавания боевой и физической подготовки отмечают ряд проблемных вопросов: повышение мотивации слушателей, внедрение тренинговых моделей обучения, применение инновационных технологий обучения с учетом зарубежного опыта подготовки сотрудников полиции, теоретическая подготовка слушателей, внедрение и отработка нестандартных задач [1; 2]. Исследователи вопросов совершенствования огневой подготовки слушателей отмечают следующие проблемы, требующие решения: наработка навыков применения огнестрельного оружия в большинстве своем в условия тира, отсутствие или недостаточная отработка практических ситуаций в игровой форме, имитирующих типовые условия выполнения служебных задач [3].

В рамках нашего исследования хотелось бы подчеркнуть существующую специфику преподавания дисциплины профессионального цикла «Тактико-специальная подготовка» и профессионально-специализированного цикла для различных категорий обучающихся факультета профессиональной подготовки, акцентировать внимание на необходимость и имеющиеся возможности по подготовке слушателей к действиям, связанным с несением службы по охране общественного порядка в условиях массового пребывания людей.

Основными учебными задачами, реализуемыми в ходе занятий по тактико-специальной подготовке на факультете профессиональной подготовки, являются привитие умений и навыков по оценке оперативной обстановки, производству расчетов, постановке задач подчиненным, организации взаимодействия, чтению топографических карт, ориентированию на местности, составлению служебных графических документов, применению специальных средств, использованию индивидуальной защиты органов дыхания и кожи [4; 5]. Между тем, если обратить внимание на распределение учебных часов по разделам тактико-специальной подготовки, отводимых на обучение

слушателей факультета профессиональной подготовки и курсантов высших учебных заведений, то, безусловно, налицо огромная разница в их количестве.

Содержание раздела «Тактико-специальная подготовка» специализированного цикла программы обучения слушателей факультета профессиональной подготовки сводится к проведению 18 часов практических занятий. При этом на изучение рассматриваемого вопроса «Особенности личной безопасности при несении службы сотрудниками органов внутренних дел Российской Федерации в условиях предотвращения (пресечения) групповых нарушений общественного порядка и массовых беспорядков» отведено четыре часа практических занятий. Безусловно, программа подготовки слушателей факультета профессиональной подготовки сотрудников полиции не ограничивается лишь четырьмя часами практических занятий по направлению несения службы по охране общественного порядка в условиях массового пребывания людей. Достаточно серьезный объем учебных часов посвящен правовой подготовке, т.е. идентификации лиц, совершающих административные правонарушения и преступления. Правовая грамотность – это основа, которая позволяет сотрудникам выполнять служебные обязанности в «несиловом варианте», однако не стоит исключать и огромное количество ситуаций, при которых требуется действовать тактически грамотно, слаженно, демонстрировать свои умения и навыки по применению физической силы, специальных средств и т.д.

Подобные занятия реализуются интерактивным методом, который ориентирует слушателей на достаточно интенсивное их взаимодействие как с преподавателем, так и друг с другом. Тактические действия отрабатываются в ходе реализации различных практических ситуаций. Преподаватель направляет и корректирует действия слушателей для достижения поставленных учебных целей [6]. По мнению авторов, необходимым является контекстное обучение, в котором на языке наук и с помощью всей системы форм, методов и средств обучения, традиционных и новых, в учебной деятельности обучающихся последовательно моделируется предметное и социальное содержание их будущей профессиональной деятельности [7]. С помощью системы учебных проблем, проблемных ситуаций и задач в контекстном обучении выстраивается сюжетная канва усваиваемой профессиональной деятельности, превращая статичное содержание образования в динамично развертываемое [8].

Цель исследования: исследование проблемных аспектов подготовки слушателей факультета профессиональной подготовки сотрудников полиции к действиям, связанным с несением службы в местах массового пребывания людей на основе программы их подготовки, практического опыта реализации обучения по указанной программе, с целью определения направлений развития для повышения качества подготовки слушателей.

Материалы и методы исследования

В качестве исходных данных или материалом исследования служит опыт реализации подготовки слушателей факультета профессиональной подготовки сотрудников полиции, исследования авторов по вопросу подготовки сотрудников полиции при несении ими службы в условиях массового пребывания людей, а также мнение самих слушателей, опрошенных по окончании обучения по рассматриваемому направлению подготовки, и практических сотрудников с опытом службы в органах внутренних дел более пяти лет.

Помимо методов, используемых при реализации обучения, в рамках исследования применен метод опроса, и по его результатам осуществлена обработка данных методами математической статистики для установления приоритетности показателей подготовленности сотрудников полиции к действиям по несению службы в условиях массового пребывания людей.

Результаты исследования и их обсуждение

В рамках исследования проведен опрос двух категорий респондентов: слушателей факультета профессионального обучения и практических сотрудников с опытом службы в органах внутренних дел более пяти лет. Опрос слушателей факультета профессионального обучения проводился по итогам обучения по дисциплине «Такти-

ко-специальная подготовка». Таким образом, опрашиваемые слушатели уже имели определенный багаж знаний, умений и навыков по указанной дисциплине. А также с ними проводилась работа в рамках контекстного обучения, во время которой ставились проблемные вопросы применения тактических приемов и действий во время несения службы по охране общественного порядка в местах массового пребывания людей. Вторая категория опрошенных респондентов имеет практический опыт, в т.ч. по обеспечению охраны общественного порядка при проведении массовых мероприятий. В опросе по обеим категориям респондентов приняли участие по 30 человек. По итогам опроса авторами статьи было выполнено ранжирование основных показателей, которыми должны обладать сотрудники полиции при осуществлении охраны общественного порядка в местах массового пребывания людей. Результаты ранжирования приведены в табл. 1.

По результатам ранжирования применен метод анализа иерархий, по результатам которого определены веса каждого показателя [9]. При этом данный метод использовался с учетом того, что респондентами при поддержке авторов настоящей работы выполнены парные сравнения показателей с помощью специальной шкалы суждений, в последующем преобразованных в числовые значения. Определение точности полученных показателей проведено путем расчета показателей согласованности экспертных мнений [10]. По итогам расчетов выявлено, что оценки, полученные в результате парных сравнений показателей, согласованы. В табл. 2 и 3 сведены результаты расчета показателей по методу анализа иерархий. Табл. 2 содержит оценки по принятой шкале парных сравнений, полученные по результатам опроса слушателей факультета профессиональной подготовки, в табл. 3 сведены результаты опроса практических сотрудников полиции.

Таблица 1

Ранжирование показателей по степени важности, по мнению слушателей и практических сотрудников

№	Показатели	Ранжирование показателей по степени важности, по мнению слушателей	Ранжирование показателей по степени важности, по мнению практических сотрудников
1	Психологическая готовность	7	2
2	Умение приспособить результаты оценки оперативной обстановки к специфике служебных обязанностей	9	4

Окончание табл. 1			
№	Показатели	Ранжирование показателей по степени важности, по мнению слушателей	Ранжирование показателей по степени важности, по мнению практических сотрудников
3	Подготовка и подгонка экипировки сотрудника	5	1
4	Поведение при проверке документов и обращении граждан	6	2
5	Взаимодействие наряда при выполнении служебных обязанностей	3	3
6	Тактические способы действий при проведении специальных операций	2	5
7	Квалификация административных нарушений и преступлений	4	2
8	Применение средств связи	10	6
9	Применение средств индивидуальной и коллективной защиты	8	7
10	Тактические способы при применении физической силы, специальных средств, специальной техники и огнестрельного оружия	1	3

Для определения тесноты связи полученных данных определен коэффициент корреляции [11], который составил -0,05, что соответствует тому, что полученные весовые коэффициенты показателей не связаны между собой. Отсюда напрашивается вывод о том, что мнения, полученные по результатам опроса двух категорий респондентов, значительно различаются.

Таблица 2

Результаты обработки данных опроса слушателей факультета профессиональной подготовки сотрудников полиции, обработанные с помощью шкалы парных сравнений

Показатели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\sqrt[10]{N}$	Вес показателя
1	1	4	0,2	0,5	0,14	0,13	0,33	4	2	0,1	0,5	0,03
2	0,25	1	0,25	0,33	0,17	0,13	0,2	2	0,5	0,11	0,3	0,02
3	5	4	1	2	0,33	0,2	0,5	5	3	0,2	1,1	0,07
4	2	3	0,5	1	0,25	0,14	0,33	5	3	0,17	0,8	0,05
5	7	6	3	4	1	0,5	2	7	6	0,33	2,4	0,15
6	8	8	5	7	2	1	4	8	7	0,67	3,8	0,24
7	3	5	2	3	0,5	0,25	1	7	5	0,25	1,6	0,1
8	0,25	0,5	0,2	0,2	0,14	0,13	0,33	1	0,1	0,23	0,2	0,01
9	0,5	2	0,33	0,33	0,17	0,14	0,2	3	1	0,25	0,4	0,03
10	9	9	5	6	3	2	4	9	8	1	4,6	0,29
Итого	36	42,5	17,5	24,4	7,7	4,6	12,7	51	35,8	3,06	15,8	1

Таблица 3

Результаты обработки данных опроса практических сотрудников полиции, обработанные с помощью шкалы парных сравнений

Показатели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\sqrt[10]{N}$	Вес показателя
1	1	4	0,33	1	3	5	1	8	9	2	2,2	0,15
2	0,25	1	0,17	0,2	0,33	3	0,25	4	5	0,25	0,6	0,04
3	3	6	1	3	4	6	3	8	9	3	3,9	0,27
4	1	5	0,33	1	2	4	1	7	9	3	2,2	0,15
5	0,33	3	0,25	0,5	1	4	0,33	6	9	1	1,2	0,1
6	0,2	0,33	0,17	0,25	0,25	1	0,2	3	5	0,14	0,4	0,03
7	1	4	0,33	1	3	5	1	5	8	2	0,1	0,14
8	0,13	0,25	0,13	0,14	0,16	0,33	0,2	1	4	0,14	0,3	0,02
9	0,11	0,2	0,11	0,11	0,11	0,2	0,13	0,25	1	1,44	0,2	0,01
10	0,5	4	0,33	0,33	1	7	0,5	7	7	1	1,4	0,01
Итого	7,5	27,8	3,2	7,5	14,9	35,5	7,6	49,3	66	12,7	14,6	1

Заключение

Таким образом, в результате исследования выявлены доминирующие показатели, являющиеся приоритетными в подготовке обучающихся к действиям, связанным с несением службы в условиях массового пребывания людей. Обработка результатов опроса осуществлена посредством парных сравнений, реализуемых в рамках метода анализа иерархий. Полученные результаты планируется использовать для совершенствования методики преподавания дисциплин, реализуемых факультетом профессиональной подготовки сотрудников полиции. Остановимся более подробно на некоторых основных аспектах проведенного исследования.

Подготовка и подгонка экипировки сотрудника органов внутренних дел Российской Федерации в соответствии с выполняемой задачей была достаточно высоко оценена со стороны респондентов. Это не случайно, поскольку данный показатель по большому счету определяет личную безопасность сотрудников полиции, а также позволяет разрешить ситуацию, в т.ч. несиловым методом. Правила поведения при проверке документов и обращении граждан (безопасная зона общения, оценка состояния правонарушителя, способы определения возможных агрессивных действий) высоко оценены именно практическими сотрудниками. Особо стоит выделить взаимодействие состава наряда при выполнении служебных обязанностей, тактические способы действий сотрудников органов внутренних дел Российской Федерации при выполнении задач обеспечения правопорядка и безопасности в общественных местах и при проведении массовых мероприятий. Нельзя не отметить психологическую подготовку сотрудника в условиях несения службы с массовым скоплением людей. Здесь резонным будет привлечение к проведению командно-штабных учений психологов, которые бы оценили уровень психологической устойчивости слушателей в стрессовой ситуации. Остальные показатели имеют примерно одинаковое значение, по мнению обеих категорий респондентов.

На основании проведенного исследования стоит отметить, что практически не связаны между собой результаты анкетирования слушателей факультета профессиональной подготовки и практических сотрудников органов внутренних дел. В ходе анкетирования и реализации метода парных сравнений, построения иерархии и ранжирования происходило достаточно много

споров и критических замечаний. Отметим тот факт, что приводилось большое количество примеров, которые сами по себе позволили дополнительно мотивировать обучающихся и действующих сотрудников полиции к соблюдению мер личной безопасности, а также необходимости тактически грамотно подходить к различным ситуациям служебной деятельности, в особенности связанным с массовым скоплением людей. Авторами планируется продолжить исследование путем внедрения полученных результатов в учебный процесс, используя математический аппарат статистики, опрос и моделирование различных ситуаций служебной деятельности сотрудников полиции.

Список литературы

1. Мартынов А.П. Профессиональная служебная и физическая подготовка слушателей факультета профессиональной подготовки, переподготовки и повышения квалификации: проблемы и перспективы // Совершенствование физической подготовки сотрудников правоохранительных органов. Сборник статей (Орёл, 2017 г.). Орёл: Изд-во Орловский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации имени В.В. Лукьянова, 2017. С. 171–174.
2. Медведев И.В., Андрианов А.С., Семенов В.В. Особенности проведения междисциплинарных занятий со слушателями факультета профессиональной подготовки // Вестник барнаульского юридического института МВД России. 2019. № 1(36). С. 185–187.
3. Сагынтаева А.А., Тайшыбаева А.С. Действия и приемы личной безопасности сотрудников органов внутренних дел при пресечении массовых беспорядков // Актуальные научные исследования в современном мире. 2017. № 10. С. 50–53.
4. Труфанов Н.И. К вопросу обеспечения личной безопасности сотрудников органов внутренних дел при массовых беспорядках // Деятельность правоохранительных органов в современных условиях. Сборник материалов XXI международной научно-практической конференции (Иркутск, 2016 г.). Иркутск. Изд-во Восточно-Сибирский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2016. С. 310–313.
5. Ковалев Д.В., Александрой В.И. Обучение сотрудников полиции противодействию провокациям граждан при пропуске их на территории и в помещения для проведения массового мероприятия // Современный ученый. 2020. № 2. С. 294–300.
6. Яшина Л.И. Внедрение инноваций как способ обеспечения качества образования студентов // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 4–1. С. 202–206.
7. Брутян В.А. Профессионально-педагогическая компетентность преподавателя юридических специальностей вузов // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 4–2. С. 314–318.
8. Ахмедьянова Г.Ф. Инвариантность качеств выпускника в процессе его профессионального становления // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 4. С. 65–69.
9. Окунева Е.О., Моисеев С.И. Методы статистических расчетов для гуманитариев: учебное пособие. Воронеж: Воронежский филиал Московского гуманитарно-экономического института, 2011. 98 с.
10. Картвелишвили В.М. Метод анализа иерархий: критерии и практика // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. 2013. № 6 (60). С. 97–112.

УДК 378.147

ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИЛИНГВАЛЬНОГО ПОДХОДА ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

Баранова Т.А., Кобичева А.М., Токарева Е.Ю.

*ФГАОУ «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,
Санкт-Петербург, e-mail: baranova.ta@flspbgpu.ru, kobicheva92@gmail.com, tokareva.euy@gmail.com*

В этой статье исследуется концепция мультилингвизма и ее применение в образовательной среде. Автором была разработана модель обучения, которая включает в себя опережающую самостоятельную работу (flipped classroom), аудиторские занятия, проектную работу, выполняемую в команде. В исследовании приняли участие студенты 3 курса (N = 26) Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ), обучающиеся по направлению «Международный бизнес». В течение одного семестра (февраль 2020 г. – июнь 2020 г.) студенты изучали дисциплину «Испанский язык» на английском языке по предложенной модели. В исследовании изучалось влияние предложенной модели на изучение испанского языка и развитие мультилингвальной компетенции. Для анализа были использованы статистические методы. Также были проведены интервью со студентами для анализа их восприятия новой модели обучения. В целом общее качество знания испанского языка студентами улучшилось. Согласно результатам статистического анализа студенты значительно развили свою мультилингвальную компетенцию. Таким образом, можно предположить, что предложенная модель обучения положительно повлияла на уровень такой компетенции студентов. Результаты интервью показали, что студенты положительно оценивают предложенную модель обучения, а также считают ее эффективной для изучения испанского языка и развития мультилингвизма.

Ключевые слова: мультилингвальная компетенция, межкультурная коммуникация, знание иностранных языков, проектная работа

APPLICATION OF THE MULTILINGUAL APPROACH IN TRAINING STUDENTS OF A TECHNICAL UNIVERSITY

Baranova T.A., Kobicheva A.M., Tokareva E.Yu.

*Saint-Petersburg Peter the Great Polytechnic University, Saint-Petersburg,
e-mail: baranova.ta@flspbgpu.ru, kobicheva92@gmail.com, tokareva.euy@gmail.com*

This article explores the concept of multilinguism and its application in the educational environment. The authors have developed a learning model that includes flipped classroom, face-to-face classes, team work and project-based learning. The study involved 3rd year students (N = 26) of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (SPbPU), studying in the field of «International Business». During one semester (February 2020 – June 2020), students studied the discipline «Spanish language» in English according to proposed methodology. The study examined the impact of the proposed model on the study of the Spanish language and the development of multilingual competence. For the analysis descriptive statistics and pair-samples Students' t-test were conducted. Interviews were also conducted with students to analyze their perception of the new learning model. Generally, the overall quality of students' Spanish knowledge improved. According to the descriptive results, students developed their multilingual competence significantly. Thus, it can be assumed that the proposed learning model positively influenced students' level of such competence. The results of the interview showed that students positively evaluate the proposed teaching model, and also consider it to be effective for learning Spanish and developing multilingualism.

Keywords: multilingual competence, intercultural communication, knowledge of foreign languages, project work

Глобализация, активизация миграционных процессов, в том числе в глобальной цифровой среде, сделали не только возможным, но и необходимым изучение двух и более иностранных языков, вызвали интерес к различным этническим культурам, их специфике, точкам соприкосновения и особенностям взаимовлияния. Для обеспечения эффективного межкультурного общения необходимо перейти от стандартного иноязычного общения, подразумевающего переводческую деятельность, к мультилингвизму, который подразумевает полное понимание контекста общения, умение расшифровывать информацию в различных коммуникативных ситуациях [1–3]. В связи с этим в современной лингводидактике актуализируются проблемы изучения кон-

тактов языков и культур, закономерностей формирования двуязычной и многоязычной личности, специфики одновременного и последовательного развития различных лингвокультур [4]. Новый аспект изучения данной проблемы закреплен в концепции «мультилингвизм», относительно недавно вошедшей в научный оборот в различных областях гуманитарного знания.

В современной системе высшего образования все чаще появляются международные образовательные программы, объединяющие студентов со всего мира в единые мультинациональные группы, где каждому студенту предстоит обучаться на иностранном языке (чаще всего на английском языке). Данные образовательные программы предполагают изучение второго иностран-

ного языка. Однако основной проблемой, с которой сталкиваются как студенты, так и преподаватели, является необходимость изучать второй иностранный язык посредством первого иностранного языка (английского языка). Таким образом, студентам с разными родными языками необходимо изучить новый иностранный язык, общаясь при этом на выученном ранее иностранном языке. Для решения поставленной задачи не разработана оптимальная педагогическая модель в отечественной лингводидактике. Целью данного исследования является разработка педагогической модели, основанной на применении мультилингвального подхода, для изучения второго иностранного языка.

Теоретические основы

Феномен мультилингвизма (от лат. *multi* – много, *lingua* – язык, речь) вызывает интерес у многих исследователей последние десятилетия. Европейская комиссия определяет мультилингвизм как способность «обществ, организаций, групп и индивидов включать в свою повседневную жизнь более чем один язык» [5, с. 6].

Процессы глобализации, образование Европейского союза в 1992 г., возможность трудоустройства и получения высшего образования за рубежом привели к увеличению количества исследований на взаимодействие языков. Более того, произошло смещение акцента с двуязычия как ведущей формы межъязыкового взаимодействия на мультилингвизм, понимаемое как неотъемлемый компонент и прямое следствие вышеупомянутых процессов.

Наиболее общее определение мультилингвизма было предложено Ф. Грожаном, который называет использование человеком двух и более языков в повседневной жизни основной характеристикой многоязычия [6]. Большой энциклопедический словарь, серия «Языкознание», определяет многоязычие (мультилингвизм, полилингвизм) как «употребление нескольких языков в пределах определенной социальной общности (прежде всего, государства); употребление индивидуумом (группой людей) нескольких языков, каждый из которых выбирается в соответствии с конкретной коммуникативной ситуацией» [7, с. 303].

Наиболее общепринятым сегодня определением многоязычного человека является следующее: «мультилингв — это любой индивид, способный поддерживать коммуникацию более чем на одном языке» [8, с. 4]. По мнению В. Кука, мультилингвизм нельзя рассматривать как личность, в которой суммированы два или три первых язы-

ка; каждый индивид является носителем своих личных мультикомпетентных знаний, которые нельзя измерить одноязычными стандартами [9].

Так, например, Дж. Кеноз определяет мультилингвизм как «активное, совершенно равносильное владение двумя или более языками» [10, с. 5]; другими словами, с точки зрения данного подхода мультилингвизм это «одинаково свободное пользование индивидом, по крайней мере, тремя различными языками как обиходными, в отличие от иностранных языков» [11].

Противоположная позиция определяет мультилингвизм как начальное или элементарное знание второго и последующих иностранных языков [12, с. 55; 13, с. 500]. Характеризуя качественно разные уровни владения языком, некоторые лингвисты прибегают к противопоставлению сбалансированности – несбалансированности мультилингвизма. Однако «мультилингвизм, включающий сбалансированное, свободное владение всеми языками индивида, – это достаточно редкое явление» [14, с. 50]; чаще всего мультилингвы демонстрируют разную степень владения различными компонентами своего «лингвистического арсенала».

Согласно подходу, предложенному такими лингвистами, как Дж. Сенос, С. Хоффман, Ф. Хердина и У. Джесснер, различия между мультилингвизмом и двуязычием носят количественный и качественный характер и определяются широким кругом факторов и условий, при которых происходит овладение двумя и более языками и их использование. Феномен мультилингвизма предполагает не только более разнообразный языковой репертуар, но и расширенный набор языковых практик, в которых участвуют мультилингвы, делая выбор конкретного языка в конкретной ситуации общения [15].

Кодовое переключение (ПК) называют важной составляющей многоязычия [16]. Например, Ж.П. Блом и Жд. Гумперц различают два типа переключения кода: ситуационный и метафорический [17]. Ситуационное переключение кода обусловлено реакцией говорящего на изменение ситуации или темы общения. При переключении метафорического кода выбор или переключение языка выполняет стилистическую или текстовую функцию. Следовательно, ПК – это не только лингвистическое, но и социолингвистическое явление [18]. Считается, что «способность к переключению кодов свидетельствует о достаточно высокой степени владения языком (или подсистемами языка) и об определенной ком-

муникативной и общей культуре человека. Механизмы кодовых переключений обеспечивают взаимопонимание между людьми и относительную комфортность процесса речевой коммуникации. Напротив, неспособность индивида варьировать свою речь в зависимости от условий общения, приверженность лишь одному коду (или субкоду) воспринимаются как аномалия и могут приводить к коммуникативным конфликтам» [19, с. 375].

Поскольку в современном мире происходит расширение многоязычия, прежде всего за счет английского языка, Л. Аронин предлагает различать «современный» и «исторический» мультилингвизм [20, с. 5]. Современный мультилингвизм, по ее мнению, становится не просто характеристикой общества, а его неотъемлемым свойством, частью построения конкретной социальной реальности [21, 22].

В последние годы ученые, занимающиеся мультилингвизмом в образовательной среде, разработали термин – «мультилингвальная (межъязыковая) компетенция» [23, с. 132], «multi-competence» [24, с. 2], которая способствует подготовке студентов к реальной коммуникативной деятельности средствами нескольких иностранных языков. Мультилингвальная компетенция – это не сумма знания конкретных языков и не простая сумма коммуникативных компетенций на изучаемых языках, а единая сложная, асимметричная конфигурация компетенций, обеспечивающая владение системой языковых знаний и метакогнитивных стратегий, понимание механизмов

функционирования языка и алгоритмов речевых действий и развитые познавательные способности [25].

По результатам анализа литературы был сформирован вопрос исследования: как развить мультилингвизм у студентов неязыкового вуза?

Материалы и методы исследования

Все ученые, вовлеченные в образовательный процесс в высших школах, всегда ищут новые и более эффективные подходы к передаче знаний студентам, наделяя их компетенциями, необходимыми для быстро развивающегося мира и рынка.

В исследовании приняли участие студенты третьего курса Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ), обучающиеся по направлению «Международный бизнес». Эта образовательная программа полностью реализована на английском языке. На рис. 1 представлена модель обучения студентов бакалавриата по направлению «Международный бизнес» по дисциплине «Испанский язык», преподаваемой на английском языке.

В течение одного семестра (февраль 2020 г. – июнь 2020 г.) студенты изучали дисциплину «Испанский язык» на английском языке по предложенной нами образовательной модели. Следует отметить, что эти студенты изучали испанский язык в течение двух лет до этого и имели уровень знания языка А2–В1. Группа студентов является мультинациональной, в связи с чем студенты были разделены на небольшие группы внутри своего коллектива.



Рис. 1. Модель обучения дисциплине «Испанский язык»

Каждой группе на платформе Moodle было предложено четыре идентичных текста по изучаемой теме на следующих языках: английском, арабском, китайском и хинди (в соответствии с родными языками студентов). В каждой группе, соответственно, были студенты, для которых эти языки были родными. В течение семестра изучались следующие лексические темы: экологические проблемы Испании, образование в Испании, испанская кулинария, политическая система Испании. Студенты самостоятельно изучали эти тексты дома на своем родном языке («flipped classroom»). На занятии в аудитории студентам были предложены различные задания в формате case study по изученным предварительно темам. Во время занятия студенты обсуждали на английском языке заранее прочитанные тексты, строили план работы по кейсу и искали решение заданной проблемы (аудиторные занятия). После этого студенты должны были подготовить презентацию в своих командах (командная работа) на испанском языке о предлагаемом ими решении проблемы и ответить на вопросы на испанском языке (проектная работа). Студенты выполнили такой алгоритм по всем четырем изучаемым темам.

Перед экспериментом мы протестировали студентов третьего курса бакалавриата ($N = 26$), чтобы определить уровень владения английским и испанским языками. Тест состоял из четырех частей: аудирование, чтение, письмо и устная речь. Частично тестирование проводилось через онлайн-платформу Moodle, разработанную для Санкт-Петербургского политехнического университета (аудирование, чтение, письмо), а частично – на семинарах (разговорная речь). Тест по английскому языку был проведен, чтобы убедиться, что студенты имеют достаточный уровень владения английским языком (мы считаем, что B2 является достаточным). Результаты теста по испанскому языку (чтение, аудирование, письмо и устная речь) были изучены и сопоставлены, чтобы выявить эффект от предложенной модели обучения. Чтобы получить четкое представление о применении новой модели, мы провели подробное интервью, чтобы определить, способствует ли модель обучения развитию мультилингвизма с точки зрения студентов, а также выявить факторы, которые потенциально способствуют эффективности предложенной модели. Кроме того, до и после курса студенты сдали тест на определение сформированности у них мультилингвальной компетенции. Задания теста были основаны

на лексических темах, изучаемых во время аудиторных занятий. Задание теста было представлено на английском языке, а варианты ответов – на испанском. Также был ряд открытых вопросов, связанных с изложением личного мнения студентов. Такие вопросы также задавались на английском языке, и студенты просили ответить на испанском языке.

Эта статья основана на следующих исследовательских вопросах:

1. Определить, есть ли существенная разница в уровне владения испанским до и после курса?

2. Определить, способствует ли предлагаемая методика обучения формированию и развитию мультилингвальной компетенции?

3. Определить эффективность предлагаемой модели обучения с точки зрения студентов?

Для анализа использовались как количественные, так и качественные данные (табл. 1).

Для анализа описательной статистики использовался t-критерий Стьюдента для парных выборок.

Результаты исследования и их обсуждение

Знание испанского языка

Результаты тестирования студентов на знание испанского языка представлены в табл. 2.

В целом улучшилось общее качество знаний студентов по четырем категориям испанского языка. Сравнение результатов двух тестов (до и после курса) всех участников эксперимента показывает, что улучшения в чтении и речи были значительными на уровне $p < 0,001$. В категориях «аудирование» и «письмо» достижения студентов были менее прогрессивными, но согласно t-критерию Стьюдента они также были значимыми на уровне $p < 0,05$ (табл. 2). Таким образом, результаты подтверждают эффективность предложенной образовательной модели в первую очередь для целей изучения испанского языка.

Развитие мультилингвальной компетенции

Результаты тестирования студентов на развитие мультилингвальной компетенции представлены в табл. 3.

Согласно результатам статистического анализа, студенты значительно развили свою мультилингвальную компетенцию. Таким образом, можно предположить, что предложенная модель обучения положительно повлияла на уровень рассматриваемой компетенции студентов.

Таблица 1

Методы сбора данных

Показатели	Способ сбора данных	Тип данных
Мультилингвальная компетенция	Баллы по результатам тестирования	Количественные
Знание испанского языка	Баллы по результатам тестирования	Количественные
Эффективность образовательной модели по мнению студентов	Интервью	Качественные

Таблица 2

Описательная статистика (тестирование по испанскому языку)

Показатели	Тест	Результаты (среднее значение)	Стандартное отклонение	Коэффициент Стьюдента
Аудирование	До курса	59,88	8,44	2,4*
	После курса	64,48	8,04	
Чтение	До курса	65,12	7,87	5,6***
	После курса	76,88	7,63	
Письмо	До курса	68,68	9,11	2,2*
	После курса	72,04	8,8	
Разговор	До курса	62,16	8,48	6,0***
	После курса	82,84	8,93	

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Таблица 3

Описательная статистика (мультилингвальная компетенция)

Показатель	Тест	Результаты (среднее значение)	Стандартное отклонение	Коэффициент Стьюдента
Мультилингвальная компетенция	До курса	59,93	8,13	3,19**
	После курса	68,19	6,01	

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Результаты успеваемости по испанскому языку считаются положительными, если оценка превышает 70% (что соответствует оценкам «хорошо» и «отлично»). Уровень мультилингвальной компетенции считается высоким, если значение превышает 65%. По результатам тестирования студенты были разделены на четыре группы или квадранта (рис. 2).

– Группа 1 (Q1) представляет студентов с низким уровнем мультилингвальной компетенции, но хорошим знанием испанского языка.

– Группа 2 (Q2) представляет студентов с высоким уровнем мультилингвальной компетенции, но плохим знанием испанского языка.

– Группа 3 (Q3) представляет студентов с низким уровнем мультилингвальной компетенции и плохим знанием испанского языка.

– Группа 4 (Q4) представляет студентов с высоким уровнем мультилингвальной компетенции и хорошим знанием испанского языка.

Большинство студентов обладали как высоким уровнем мультилингвальной компетенции, так и хорошим знанием испанского (Q1, 53,852%), за ними следовали студенты с низким уровнем мультилингвальной компетенции и хорошим знанием испанского (Q2, 37,222%) и, наконец, студенты с неудовлетворительным знанием испанского языка (3 квартал, 4 483%; 4 квартал, 4 443%) соответственно.

Результаты показали, что студенты с высоким уровнем мультилингвальной компетенции с большей вероятностью будут хорошо успевать в изучении испанского и что требуется дополнительный анализ успеваемости студентов с низкой мультилингвальной компетенцией.

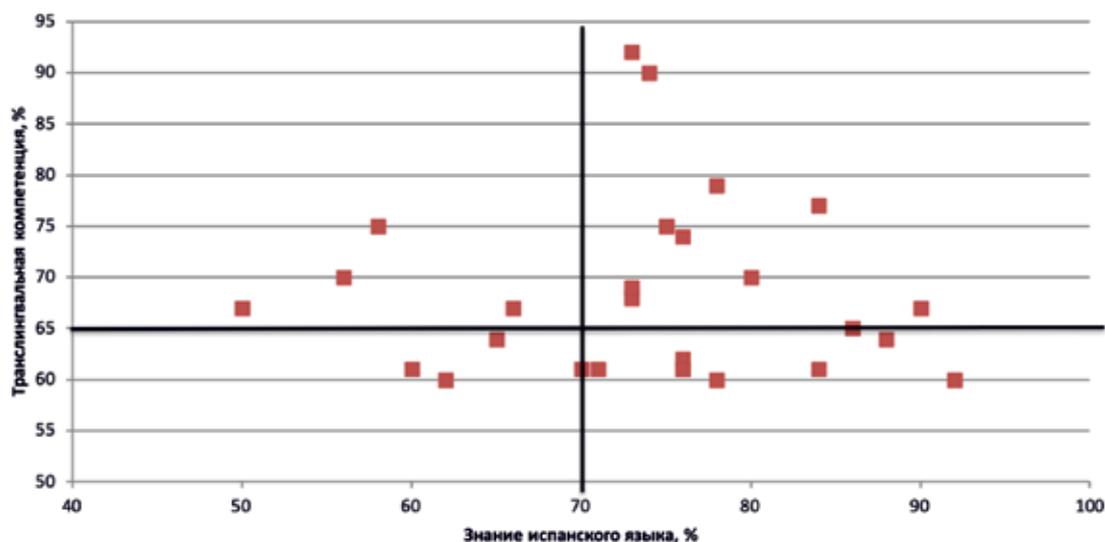


Рис. 2. Разделение по группам

Интервью об эффективности предложенной модели обучения

После тестирования из каждого квадранта было выбрано по три студента для полуструктурированного интервью, целью которого было определить их оценку предложенной модели обучения. Продолжительность интервью составляла 20 мин для каждого студента. Для дальнейшего подробного анализа каждое интервью записывалось, тщательно изучалось и резюмировалось. Были заданы следующие вопросы:

– Что вы думаете о предлагаемой методике?

– С какими трудностями в процессе обучения вы столкнулись?

– Как повлияла предлагаемая методика на ваш уровень испанского языка?

– Помогла ли предложенная методика вам улучшить вашу способность переключаться между языками?

– Какая часть работы по предложенной модели обучения оказалась наиболее успешной?

– Какая часть работы по предложенной модели обучения показалась самой сложной?

– Хотели бы вы и дальше обучаться по предложенной модели?

Большинство респондентов признались, что такой формат проектной работы показался им необычным и увлекательным. («Это был первый раз, когда мне пришлось переключаться между языками и работать в многонациональной команде, где испанский язык и английский язык были языками-посредниками»). Тем не менее студенты из третьего квадранта заявили, что их пло-

хое знание испанского языка стало причиной возникновения некоторых трудностей, связанных с объяснением некоторых основных концепций изучаемых статей участникам их групп.

Студенты утверждали, что к концу обучения им стало более спокойно и комфортно работать с представителями разных культур. Тем не менее респондентам потребовалось время, чтобы привыкнуть к условиям и особенностям новой модели обучения. Они упомянули, что «было довольно сложно мотивировать некоторых участников работать в группе, поскольку они были не заинтересованы в активной работе». Также студенты отметили, что для них было неожиданно ощутить большую разницу в культурных особенностях участников группы, так как в бытовом общении эта разница не проявлялась так явно.

Большинство респондентов сочли обсуждаемые темы и материалы, предоставленные для группового проекта, интересными. Однако студентам из Q2 иногда было трудно объяснить своим партнерам по проекту некоторые специальные термины и концепции. Некоторые студенты отметили, что, работая по предложенным темам, получили много новой информации друг о друге, а также поделились культурными особенностями своих родных городов. Тем не менее они выразили удовлетворение общим результатом обучения по предложенной модели.

В то же время почти все респонденты подчеркнули, что обучение по предложенной модели стало для них бесценным опытом, что позволило им улучшить свои испаноязычные навыки, помогло им развить

навыки переключения между языками (хотя вначале они сочли это сложным), побудило их изучить необходимые темы и узнавать о разных культурах своего окружения.

В заключение респонденты пришли к выводу, что они хотели бы продолжить обучение по предлагаемой методике, поскольку она позволяет им глубже погрузиться в межкультурное общение и узнать больше о бизнесе и культуре в странах по всему миру.

Заключение

В нашем исследовании мы стремились разработать модель обучения для улучшения уровня владения испанским языком и мультилингвальной компетенции студентов, а также определить, была ли предложенная образовательная модель эффективной для целей изучения языка и межкультурного общения. Анализ результатов тестирования студентов показал, что их уровень владения испанским языком повысился, особенно в категориях чтения и речи. Также значимы были результаты развития мультилингвальной компетенции студентов. Эти факты позволили подтвердить положительное влияние курса.

Результаты интервью показали, что студенты положительно оценивают предложенную модель обучения, а также считают ее эффективной для изучения испанского языка и развития мультилингвизма.

При разработке модели обучения мы опирались на исследование многих ученых, изучающих мультилингвизм [6, 8, 10, 11, 16]. Однако отличительной чертой нашего подхода является использование многонациональной группы, в которой используются не только испанский и английский, но и родные языки, которые различаются среди студентов. Мы также применили мультилингвизм не только в упражнениях, но и на протяжении всего учебного процесса, делая процесс переключения между языковыми кодами естественным.

Однако у нашего исследования есть ограничения. Мы изучали поведение только одной группы студентов, то есть небольшого количества. Кроме того, все студенты хорошо владели английским языком, были знакомы друг с другом и могли использовать любые языки для общения и сотрудничества вне аудитории. В будущих исследованиях мы изучим эффективность предложенной модели для большего числа участников.

Список литературы

1. Baranova T., Kobicheva A., Olkhovik N., Tokareva, E. Analysis of the Communication Competence Dynamics in Integrated Learning. Anikina Z. (eds) Integrating Engineering Education and Humanities for Global Intercultural Perspectives. IEEHGIP 2020. Lecture Notes in Networks and Systems. 2020. No. 131. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-47415-7_45.

2. Кобичева А.М., Баранова Т.А., Токарева Е.Ю. Повышение мотивации студентов направления «Реклама и связи с общественностью» в процессе предметно-языкового интегрированного обучения (CLIL) // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 1. С. 136–140. DOI: 10.17513/snt.37393.

3. Volodarskaya E.B., Grishina A.S., Pechinskaya L.I. Virtual Learning Environment in Lexical Skills Development for Active Vocabulary Expansion in Non-Language Students Who Learn English. 2019 12th International Conference on Developments in eSystems Engineering (DeSE), Kazan, Russia, 2019. P. 388–392.

4. Baranova T.A., Kobicheva A.M., Tokareva E.Y. The impact of Erasmus program on intercultural communication skills of students. E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 164. 12013. DOI: 10.1051/e3sconf/202016412014.

5. European Commission. Final report: High level group on multilingualism. Luxembourg: European Communities. 2007. P. 6.

6. Grosjean F. Processing Bilingual Speech: Speech Perception, Comprehension, and Bilingualism. Cambridge, MA: Harvard University Press. 2018. P. 276. DOI: 10.1002/9781118835722.ch6.

7. Языкознание. Большой энциклопедический словарь / Под ред. В.Н. Ярцева. М.: Большая Российская энциклопедия, 2000. С. 303.

8. Aronin, Larissa. The Concept of Affordances in Applied Linguistics and Multilingualism. Essential Topics in Applied Linguistics and Multilingualism. Chapter: The concept of affordances in applied linguistics and multilingualism. Publisher: Springer. Editors: Mirosław Pawlak and Larissa Aronin. 2014. DOI: 10.1007/978-3-319-01414-2_9.

9. Cook V. Evidence for multicompetence. Language Learning. 1992. Vol. 42. P. 557–591.

10. Cenoz J. Defining Multilingualism. Annual Review of Applied Linguistics. 2013. Vol. 33. Cambridge: Cambridge University Press. P. 3–18.

11. Терешук А.А. Социолингвистические аспекты русско-испано-каталанского многоязычия: пример биэтнической полилингвальной семьи в Каталонии // Слово.ру: Балтийский акцент. 2015. № 4. С. 39–48.

12. Hoffmann D. Multilingualism: Understanding linguistic diversity by John Edwards. Language in Society. 2013. Vol. 42. P. 473–474. DOI: 10.2307/23473634.

13. Diebold A. R. Incipient bilingualism. Language in Culture and Society. New York: Harper and Row, 1964. P. 495–511.

14. Остапенко Т.С. Мультилингвизм: проблемы определения и основные направления исследований в современной лингвистике // Российский гуманитарный журнал. 2018. № 3. С. 232–240.

15. Herdina P., Jessner U. A Dynamic Model of Multilingualism (Perspectives of Change in Psycholinguistics). Clevedon: Multilingual Matters. 2002. 192 p.

16. Sridhar K.K. The languages of India in New York. The Multilingual Apple, edited by Ofelia García and Joshua A. Fishman, Berlin, New York: De Gruyter Mouton, 2011. P. 257–280. DOI: 10.1515/9783110885811.257.

17. Zaid M. Code-switching: The case of «Israeli Arab» students at the Arab American University-Palestine. Global Journal of Foreign Language Teaching. 2020. Vol. 10. P. 20–31. DOI: 10.18844/gjft.v10i1.4409.

18. Auer J.C.P. Bilingual conversation. Amsterdam; Philadelphia; Benjamins. 1984. P. 54.

19. Беликов В.И. К методике корпусного исследования лексики // Русский язык и новые технологии. М.: НЛЮ, 2014. С. 99–130.

20. Aronin L. Current multilingualism and new developments in multilingual research. P. Safont-Jorda and L. Portoles (eds). Multilingual Development in the Classroom: Current Findings from Research. Cambridge Scholars Publishing, 2015. P. 1–27.

21. Aronin L. Multi-competence and Dominant Language Constellation. The Cambridge Handbook of Linguistic Multi-competence Chapter: Multicompetence and Dominant Language Constellation Publisher: Cambridge University Press Editors: Vivian Cook and Li Wei (eds). 2016. 0.1017/CBO9781107425965.007.

22. Aronin L., Singleton D. Multilingualism. Amsterdam: John Benjamins. 2012. P. 230.

23. Бодонья М.А. Многоязычные и полиязычные технологии обучения многоязычию // Вестник ПГЛУ. 2013. № 2. С. 132–135.

24. Cook V. The Changing L 1 in the L 2 User's Mind. Effects of the Second Language on the First. Clevedon. 2003. P. 1–18.

25. Плюснина Е.М., Шалгина Е.А., Шустова С.В. Формирование мультилингвальной компетенции // Вестник ПНИПУ. Проблемы языкознания и педагогики. 2017. № 2. С. 121–130.

УДК 378.147

ПЕРЕВОД ТРАДИЦИОННЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ В ДИСТАНЦИОННЫЙ ФОРМАТ

¹Быков А.А., ²Киселева О.М.

¹Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
Смоленск, e-mail: mail@sbmpei.ru;

²ФГБОУ ВО «Смоленский государственный университет», Смоленск, e-mail: fizmat@smolgu.ru

Сегодня происходит вынужденный поиск новых возможностей для удаленного общения при работе с аудиторией. Актуальными становятся дистанционные альтернативы традиционным формам обучения. Для одной из самых важных и сложных в реализации форм – лабораторной работы – сегодня существуют программные продукты, которые способны перевести в цифровой вариант ее отдельные элементы. К данным программным продуктам относятся системы управления обучением, программы для создания и редактирования видеофрагментов, сервисы, позволяющие проводить видеоконференции, а также программные комплексы, имитирующие работу экспериментальных установок. В работе рассматриваются данные сервисы, приводятся примеры и кратко описываются их особенности использования при проведении лабораторного занятия. Каждый из этапов проведения лабораторной работы: вводный этап, основной этап и итоговый этап при переводе в удаленный формат в дистанционном виде может быть выполнен несколькими способами, используя подходящее программное обеспечение в зависимости от специфики конкретного занятия. В статье представлены результаты сравнения эффективности практического применения удаленной формы проведения лабораторных работ и их традиционных форм, которые проводились на базе филиала ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске.

Ключевые слова: лабораторная работа, образовательный процесс, информационно-коммуникационные технологии, дистанционное обучение, программное обеспечение

TRANSLATION OF TRADITIONAL LABORATORY WORK INTO A REMOTE FORMAT

¹Bykov A.A., ²Kiseleva O.M.

¹Branch of the National Research University Moscow Power Engineering Institute,
Smolensk, e-mail: mail@sbmpei.ru;

²Smolensk State University, Smolensk, e-mail: fizmat@smolgu.ru

Today, there is a forced search for new opportunities for remote communication when working with the audience. Distance learning alternatives to traditional forms of learning are becoming relevant. For one of the most important and difficult forms to implement – laboratory work today, there are software products that can translate its individual elements into a digital version. These software products include learning management systems, programs for creating and editing video clips, services that allow you to hold video conferences, as well as software packages that simulate the operation of experimental installations. The paper discusses these services, provides examples of them, and briefly describes the features of their use in conducting laboratory classes. Each of the stages of the laboratory work: the introductory stage, the main stage and the final stage when translating to a remote format in a remote form can be performed in several ways, using the appropriate software, depending on the specifics of a particular lesson. The article presents the results of comparing the effectiveness of the practical application of the remote form of laboratory work and their traditional forms, which were carried out on the basis of the branch of the National Research University «MEI» in Smolensk.

Keywords: laboratory work, educational process, information and communication technologies, distance learning, software

Пандемия 2020 г. оставила значительный след во всех сферах жизни и деятельности общества. Наряду с отрицательными эффектами можно выделить и один несомненно положительный – резкий скачок в развитии возможностей удаленного взаимодействия в различных областях. Не стало исключением и образование, в котором произошел вынужденный временный полный переход на дистанционное обучение, который позволил не только оценить степень готовности образовательных учреждений к работе в данном формате, но послужил толчком к пересмотру подходов к традиционным формам обучения и поиску возмож-

ностей их эффективной реализации в удаленном формате [1].

При подготовке современных высококвалифицированных специалистов одной из самых важных форм учебной деятельности становятся лабораторные работы. Они являются одними из самых трудоемких при удаленной реализации, так как требуют наличия сложного оборудования, например, при преподавании физики.

Лабораторная работа – это такой метод обучения, при котором учащиеся под руководством учителя и по заранее намеченному плану продельвают опыты или выполняют определенные практические задания

и в процессе их воспринимают и осмысливают новый учебный материал, закрепляют полученные ранее знания [2].

Проведение лабораторной работы может содержать следующие этапы, каждый из которых может быть по-своему реализован в удаленной форме.

1. Вводный этап включает в себя формулировку темы работы, постановку цели и задач, которых необходимо достигнуть во время проведения занятия, а также инструктаж по технике безопасности, проверку степени подготовленности студентов к выполнению заданий и получения допуска к лабораторной работе.

2. Основной этап состоит в непосредственном выполнении учащимися действий лабораторных заданий, которые они производят под руководством педагога или лаборанта. Полученные результаты подвергаются анализу, на основе которого делаются выводы.

3. Итоговый этап заключается в подготовке отчета о проделанной работе, который должен содержать выводы и ответы на контрольные вопросы, при их наличии. Помимо подготовки отчета, итоговый этап подразумевает защиту – демонстрацию студентом некоторых элементов хода лабораторной работы и ее результатов [3].

В современной педагогической науке есть значительное число научных трудов, посвящённых отдельным аспектам совершенствования лабораторных работ как образовательной формы, однако специфике удалённого варианта их проведения и самим принципам их дистанционной организации уделено недостаточное внимание. Рассмотрение этих вопросов и поиск путей их решения представлены в исследованиях таких ученых, как Ю.К. Бабанский, Л.П. Крившенко, Б.Т. Лихачев, П.И. Пидкасистый, В.Л. Полонский, Е.С. Рапацевич, В.А. Сластенин, С.А. Смирнов, И.Ф. Харламов и др. [4].

Цель исследования – рассмотрение и анализ эффективности перевода лабораторных работ в удаленный формат.

Материалы и методы исследования

При переводе лабораторных занятий в цифровую форму могут быть использованы: публикация видеофрагментов, проведение видеоконференций, предоставление студентам электронных текстов, описание хода работ, дополнительных теоретических и справочных материалов, программные комплексы, имитирующие работу экспериментальных установок. Поскольку круг подходящих для использования электронных средств достаточно широк, для общей

организации работы необходимо использовать одну из систем управления обучением, например систему управления курсами Moodle [5]. Материалы по предмету, собранные в одном курсе, позволяют получить более полную картину о структуре изучаемого предмета, систематизировать получаемые знания, а также в полном объеме информировать учащихся об организационных изменениях.

При подготовке видеофрагментов можно применять сервисы захвата видео с экрана, для записи педагога, рассказывающего на камеру или демонстрирующего экран компьютера, содержащий электронные вспомогательные материалы с наложенными голосовыми комментариями [6]. Кроме того, возможно использовать существующие в сети Интернет видеоролики или их фрагменты, демонстрирующие работу экспериментальных установок, а также провести самостоятельно запись действий преподавателя или лаборанта по выполнению эксперимента. Такие интернет-сервисы как Movavi, Bandicam, Экранная Камера, HyperCam, предназначенные для записи вебинаров и онлайн-встреч, дают возможность реализовать все вышеперечисленное. В отличие от выполнения работы в режиме реального времени, видеозапись следует сокращать в 1,5–2 раза, по сравнению с очным представлением аналогичного объема данных. Видеофрагменты имеют более быстрый темп изложения, так как нет необходимости ориентироваться на «среднего» студента, неуспевающие могут повторно просматривать материалы, а возможности монтажа позволяют удалить из видео паузы, возникающие при манипуляциях с установками, написании формул или рисовании схем.

Возможности, похожие на те, что предоставляют записи видеофрагментов, дает трансляция в режиме реального времени, кроме того, она может быть записана, отредактирована и в дальнейшем использоваться как вспомогательный учебный материал. При ее реализации могут быть применены интернет-сервисы и/или мобильные приложения для проведения видеоконференций. Примерами подобных программных продуктов могут служить Zoom, Google Meet, Cifru-Meet, Greenlight, Discord. Используя средства для проведения видеоконференций, педагог в режиме реального времени может не только показывать необходимые материалы, наглядно демонстрировать ход лабораторной работы, но и общаться со студентами, отвечая на возникающие по ходу работы вопросы и давая комментарии. Однако в отличие от использования заранее

приготовленных видеофрагментов, онлайн-лабораторная работа зависит от расписания и технических возможностей как преподавателя, так и студентов. Объем представляемого материала и времени, затрачиваемого на онлайн-общение на дистанционной лабораторной работе, идентичны необходимому при очном проведении.

Важную роль при удаленном проведении занятий данного типа играют программные комплексы, имитирующие работу экспериментальных установок. Сейчас существует значительное число как теоретических работ по данной теме [7, 8], так и эффективно функционирующих программных продуктов [9]. Перед педагогом стоит задача подобрать подходящий к конкретному занятию имитационный комплекс или при необходимости поучаствовать в разработке более приемлемого, на его взгляд. Так, например, на базе филиала ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске студентами под руководством преподавателей разрабатывается виртуальный лабораторный практикум по физике, рис. 1.

Каждая лабораторная работа, реализованная в имитационном комплексе, содержит:

- 1) описание заданий лабораторной работы;
- 2) экспериментальное пространство для ее выполнения;
- 3) теоретический материал, который студентам необходимо знать по данной теме;

4) возможность автоматического сохранения результатов проведенных опытов в отчет;

5) рабочую тетрадь, представляющую собой шаблон для заполнения по итогам выполнения заданий.

При переводе лабораторной работы в удаленный формат каждый из этапов ее проведения в дистанционном виде может быть выполнен несколькими способами.

На вводном этапе занятия формулировку темы работы, постановку целей, задач, и инструктаж по технике безопасности возможно реализовывать, используя заранее записанные видеофрагменты, подготовленные текстовые материалы или в диалоге со студентами в процессе видеоконференции. Проверку степени подготовленности студентов к выполнению заданий и получение допуска к лабораторной работе можно проводить удаленно, применяя тесты [10] или в виде онлайн-опроса в режиме реального времени.

На основном этапе необходимым становится виртуальный лабораторный практикум, с помощью которого выполняется ход работы. Сопровождать практическую часть занятия необходимо подробной инструкцией выполнения заданий и/или видеозаписью. Ее заменить можно онлайн-трансляцией проведения экспериментальной части в лабораторных условиях, также для этого подойдет имитационный комплекс, применяемый педагогом или лаборантом.

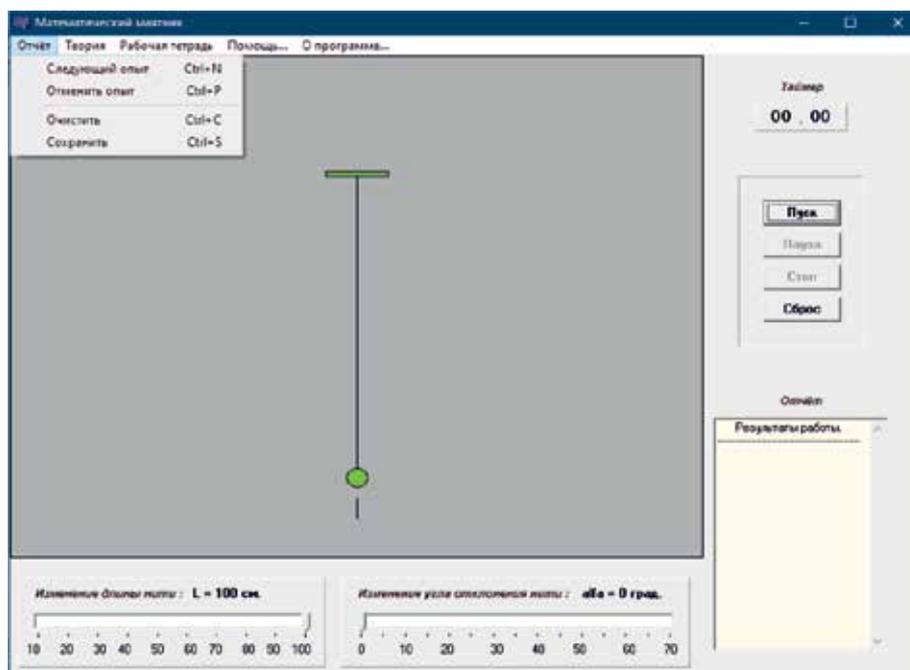


Рис. 1. Виртуальный лабораторный практикум по физике

Во время итогового этапа подготовка отчета проводится по установленному образцу, для студентов это удобно тем, что образец можно рассматривать как план отчета. С точки зрения преподавателя итоговый документ содержит всю необходимую для выставления оценки информацию. Поэтому формы в лабораторном комплексе для заполнения при составлении отчета являются весьма актуальными. Непосредственно сама защита может проводиться с использованием средств видеоконференций, они дают возможность реализации диалога студента и педагога, а также демонстрации некоторых элементов хода лабораторной работы и ее результатов, используя имитационный комплекс и потенциал сервисов для демонстрации экрана студентом.

Таким образом, каждый из этапов проведения лабораторной работы может быть качественно реализован в удаленном формате.

Результаты исследования и их обсуждение

Сравнение эффективности практического применения удаленной формы проведения лабораторных работ и их традиционных форм проводилось на базе филиала ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске. Участвовали в констатирующем этапе эксперимента 40 студентов и 10 преподавателей. Испытуемым предлагались анкеты, содержащие вопросы с закрытым вариантом выбора, а также возможность развернутого ответа для пояснения причин своего решения. Для оценки были предложены следующие формы проведения лабораторных работ:

1. Очная – построена на непосредственном, личном общении педагога и студентов,

предполагает обязательное проведение аудиторных занятий.

2. Дистанционная – предусматривает взаимодействие преподавателя и учащихся между собой на расстоянии, реализующее все характерные для образовательного процесса компоненты. В ней основными являются средства информационно-коммуникационных технологий.

3. Смешанная – это сочетание традиционных форм аудиторного обучения с элементами дистанционной формы. Образовательный процесс в этом варианте предполагает чередование фаз традиционного и дистанционного обучения.

Каждый из опрашиваемых в течение длительного времени на практике был знаком со всеми рассматриваемыми формами проведения занятий, что, на наш взгляд, позволило сформировать испытуемым достаточно компетентное мнение. Количественные результаты опроса представлены в табл. 1 и рис. 2.

Из полученных результатов видно, что обе категории испытуемых предпочли очную форму проведения лабораторных работ. При этом из пояснений, которые были даны в процессе ответов на вопросы, в качестве причины преподавателями были указаны:

1) несовершенство технического обеспечения и уровня связи как у педагогов, так и у студентов;

2) высокая трудоемкость подготовки материалов для проведения удаленных лабораторных работ, а также проверки и написания содержательных отзывов;

3) сложность в оценке самостоятельности выполнения заданий.

Результаты оценки форм проведения лабораторных работ

Категория испытуемых \ Форма	Очная	Дистанционная	Смешанная
Преподаватели	7	1	2
Студенты	18	8	14

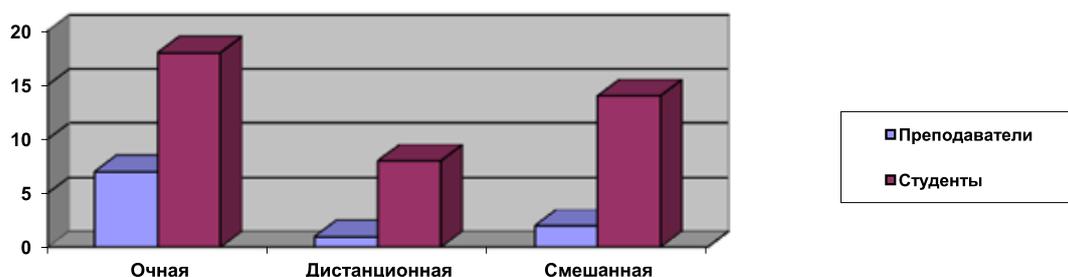


Рис. 2. Результаты оценки форм проведения лабораторных работ

Студенты отдали предпочтение очной форме проведения лабораторных занятий как более привычной, при этом трудностей при выполнении дистанционных работ не отмечали.

Исходя из результатов проведенного эксперимента, состоящих в получении оценки различных форм проведения лабораторных работ, можно сделать вывод, что поставленная в ходе эксперимента задача достигнута.

Заключение

Современные информационно-коммуникационные технологии позволяют подготовить и провести лабораторные занятия на достаточно высоком уровне. Использование имитационных комплексов с возможностью предоставления индивидуальных вариантов выполнения лабораторной работы, запись видеофрагментов и проведение видеоконференций дают возможность приблизиться к уровню эффективности традиционных форм. Однако консервативность как преподавателей, так и студентов в данном вопросе, а также ряд объективных трудностей при реализации дистанционной формы лабораторных работ сегодня оставляют удаленный вариант на уровне поддержки традиционных форм и в экстренных условиях в качестве дополнения или их разумной альтернативы.

Список литературы

1. Быков А.А., Киселева О.М. Перевод традиционной лекции в дистанционный формат // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=30712> (дата обращения: 11.05.2021).
2. Тимофеева Н.М., Сенькина Г.Е. Краткий карманный словарь-справочник по общей методике обучения математике. Смоленск: СГПУ, 2004. С. 94.
3. Маковкина Л.Н., Сорокина Е.И., Сыроежкина Д.В. Значимость лабораторно-практических работ в учебном процессе // Педагогика сегодня: проблемы и решения: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Казань, март 2018 г.). Казань: Молодой ученый, 2018. С. 46–47. [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/276/13819/> (дата обращения: 11.05.2021).
4. Фирстова Н.И. Использование лабораторных работ для активизации учебного процесса // Математическое образование в школе и вузе: теория и практика (MATHEDU-2016): материалы VI Международной научно-практической конференции (Казань, 25–26 ноября 2016 г.). Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2016. С. 156–160.
5. Быков А.А., Киселева О.М. О применении элементов индивидуального обучения в дистанционной работе со студентами // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 9. С. 106–110.
6. Синякова Н.Д., Козлов С.В. Применение веб-сервисов в образовании // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук. Тольятти: Тольяттинский государственный университет. 2020. С. 977–982.
7. Губский Е.Г. Виртуальные лабораторные работы по физике в системе дистанционного обучения // Современные проблемы науки и образования. 2009. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=908> (дата обращения: 11.05.2021).
8. Салахова А.Ш., Козлов В.А. Организация и методика проведения дистанционных лабораторных работ по общепрофессиональным техническим дисциплинам // Открытое образование. 2014. № 5. С. 74–79.
9. Быков А.А., Скуратова Н.А., Киселева О.М. Педагогические особенности организации самостоятельной работы студентов технических вузов при изучении курса экологии с использованием лабораторно-имитационного комплекса // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 6. С. 248.
10. Козлов С.В. Использование вспомогательных программных модулей в автоматизированных информационных системах поддержки учебного процесса // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: сборник трудов VIII Всероссийской научно-практической конференции. Оренбург, 2017. С. 235–239.

УДК 376.112.4

К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ТЬЮТОРА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СИСТЕМЕ ДУАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

Евтушенко И.В., Евтушенко А.И., Евтушенко Д.И.

*ФГБОУ ВО «Московский государственный педагогический университет»,
Москва, e-mail: evtivl@rambler.ru*

Дуальное обучение, как форма получения образования, используемая в профессиональной подготовке, как в нашей стране, так и за рубежом (США, Германия, Англия, Япония), зарекомендовало себя как эффективная современная модель среднего профессионального и высшего образования. Среди препятствий, возникающих на пути профессиональной подготовки специалистов для работы с обучающимися с ограниченными возможностями здоровья, можно назвать недостаточную эффективность системы организационных и образовательных мероприятий, обеспечивающих формирование у студентов знаний, умений и навыков профессиональной направленности и профессиональной готовности к подобной деятельности. Анализ современных нормативно-правовых актов показал, что, несмотря на детальное регулирование тьюторского сопровождения, практически отсутствует информация о содержании профессиональной подготовки тьюторов для системы дополнительного образования. В статье представлены обобщенные представления о специфике формирования профессиональных компетенций тьютора системы дополнительного образования детей с ограниченными возможностями здоровья в условиях дуального обучения. Исследование, посвященное изучению эффективности данной модели, в настоящее время успешно реализуется на базе школ № 52 и № 17 г. Москвы в условиях тьюторского сопровождения обучения балльным танцам умственно отсталых школьников.

Ключевые слова: профессиональные компетенции, профессиональная подготовка, тьютор, дуальное обучение

TO THE QUESTION OF THE FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCIES OF A TUTOR OF ADDITIONAL EDUCATION IN THE SYSTEM OF DUAL EDUCATION

Evtushenko I.V., Evtushenko A.I., Evtushenko D.I.

Moscow State Pedagogical University, Moscow, e-mail: evtivl@rambler.ru

Dual education, as a form of education, used in vocational training, both in our country and abroad (USA, Germany, England, Japan), has established itself as an effective modern model of secondary vocational and higher education. Among the obstacles arising on the path of professional training of specialists to work with students with disabilities, one can name the insufficient efficiency of the system of organizational and educational measures that ensure the formation of students' knowledge, skills and abilities of a professional orientation and professional readiness for such activities. The analysis of modern regulatory legal acts showed that, despite the detailed regulation of tutor support, there is practically no information on the content of the professional training of tutors for the system of additional education. The article presents generalized ideas about the specifics of the formation of professional competencies of a tutor in the system of additional education for children with disabilities in the context of dual education. A study devoted to the study of the effectiveness of this model is currently being successfully implemented on the basis of schools № 52 and № 17 in Moscow under the conditions of tutor support for teaching ballroom dancing to mentally retarded schoolchildren.

Keywords: professional competence, professional training, tutor, dual education

В современных условиях информатизации общества и глобальных экологических изменений любой человек нуждается в укреплении физического здоровья, профилактике и коррекции нарушений опорно-двигательного аппарата различных степеней тяжести [1–3]. В нынешнем состоянии специальной педагогики данная необходимость наиболее ярко проявляется у детей с сочетанными и множественными нарушениями развития [4–6]. Для обучающихся, имеющих умственную отсталость, танцевальная деятельность является эффективным средством преодоления психологических отклонений и социальной адаптации [7–9]. Физическое недоразвитие, имеющееся у детей с умственной отсталостью, ведет к нарушениям физиологиче-

ских функций организма, трудностям социальной адаптации и сужению перспектив самореализации и самовыражения, снижая уровень качества жизни в целом [10–12].

Составными частями коррекционно-реабилитационного процесса являются эстетическое, художественное, музыкальное и физическое воспитание обучающихся, которые в совокупности могут быть представлены в обучении танцам. Корректно и адекватно организованная танцевальная деятельность детей с нарушениями интеллектуального развития своей целью имеет формирование эстетических и физически развитой личности. В ходе изучения проблемы мы пришли к выводу, о том, что, несмотря на востребованность в разработке и реализации адаптированных образова-

тельных программ, а также полного перечня педагогических условий по обучению и воспитанию умственно отсталых детей средствами танцевальной деятельности, данному направлению уделяется недостаточно внимания.

На данный момент можно констатировать тот факт, что теоретическая и практическая разработанность проблемы физического развития в процессе обучения танцам у детей с интеллектуальными нарушениями не соответствует степени ее социальной востребованности. Применяемые на сегодняшний день средства танцевальной деятельности, способные решать задачи образования, преодоления двигательных нарушений, разностороннего развития, используются, не учитывая значимости реализации творческого самовыражения обучающихся для их социокультурной адаптации. В связи с этим обстоятельством особое значение представляет выявление, апробация и внедрение наиболее эффективного содержания профессиональной подготовки специалистов, осуществляющих педагогическую деятельность, направленную на физическое развитие детей с интеллектуальной недостаточностью на материале танцевального искусства.

Существенная роль в формировании анатомически правильных двигательных навыков и умений относится к начальному этапу обучения, поскольку именно в младшем школьном возрасте умственно отсталые обучающиеся должны научиться ориентироваться в пространстве и адекватно находиться в нем среди своих сверстников.

Целью нашего исследования выступило выявление и экспериментальное обоснование эффективности дуального обучения в формировании профессиональных компетенций тьютора дополнительного образования детей с ограниченными возможностями здоровья.

Материалы и методы исследования

Опираясь на цель, мы пользовались теоретическими и экспериментальными методами исследования, объединенными во взаимодополняющий и взаимопроверяющий комплекс, традиционный для отечественной специальной педагогики: теоретическими: анализом методологических, философских, психолого-педагогических и музыковедческих исследований; сравнительным, системным и логическим анализом; конструированием и прогнозированием содержания процесса физического развития школьников с нарушениями интеллектуального развития; эмпирическими: исследования, систематизации и обобщения инновационных

подходов в педагогике, психодиагностическими методами (наблюдением, анализа продуктов деятельности обучающихся, проведением бесед, аудио-, фото- и видеотекстирования, сбором анамнестических данных, фотовидеоциклографированием, анкетированием, интервьюированием, опросом, ранжированием, тестированием), педагогическим экспериментом, экспертной оценкой.

Содержание профессиональной деятельности педагогов, работающих с детьми с ограниченными возможностями здоровья, в настоящее время подвергается существенным изменениям [13–15]. Это связано с усложнением имеющихся вариантов отклоняющегося развития у обучающихся и включением в единое образовательное пространство лиц с выраженными интеллектуальными нарушениями, нередко в сочетании с расстройством опорно-двигательного аппарата, анализаторных систем, эмоциональной сферы и поведения.

Нынешние обстоятельства реформирования системы оказания помощи детям с особыми образовательными потребностями создают серьезные затруднения педагогам дополнительного образования, реализующим адаптированные образовательные программы (обеспечивающие специальные условия), по формированию однородных по возрасту и уровню подготовки групп, состоящих из детей с интеллектуальными нарушениями. Этим обусловлена необходимость рассмотрения тьюторского сопровождения системы дополнительного образования по программе обучения балетным танцам умственно отсталых детей.

Важность тьюторского сопровождения обусловлена прежде всего тем, что руководитель творческого объединения не всегда способен в одиночку производить подготовку, адаптацию и индивидуализацию образовательного контента, соответствующего возможностям и психофизическим особенностям каждого из участников студии дополнительного образования.

Деятельность педагога дополнительного образования направлена на разработку адаптированной дополнительной образовательной (общеразвивающей) программы для определенной возрастной группы обучающихся с умственной отсталостью; подготовку к фронтальным занятиям и их проведение; осуществление контроля и оценки хореографических достижений обучающихся на всех этапах реализации образовательной программы; подготовку, организацию и проведение конкурсов, выступлений на концертах и иных форм презентации результатов деятельности обучающихся; ведение учебной и учебно-методической

документации, журнала учета работы объединения в системе дополнительного образования детей; тесное взаимодействие с различными специалистами образовательной организации, тьюторами и родителями детей, посещающих танцевальную студию.

Деятельность тьютора в условиях дополнительного образования способствует: созданию специальных образовательных условий в зависимости от персональных особенностей детей с умственной отсталостью; сбору, систематизации и учету психолого-педагогических и физических особенностей детей с умственной отсталостью; разработке и регулярной корректировке индивидуальных маршрутов танцевального образования; адаптации и индивидуализации учебного материала во взаимодействии с педагогом дополнительного образования; поддержанию благоприятной психосоциальной атмосферы в коллективе; регулярному ведению журнала учета психолого-педагогических изменений в процессе обучения балльным танцам; повышению мотивации к занятиям танцевальной деятельностью и качества психолого-педагогического сопровождения обучающихся с умственной отсталостью в процессе их творческой самореализации.

Результаты исследования и их обсуждение

Экспериментальная работа началась еще в 2017–2018 учебном году на базе ГБОУ г. Москвы «Специальная (коррекционная) школа № 869». В настоящее время в эксперименте принимают участие пятеро тьюторов, совмещающих свою профессиональную деятельность в специальных (коррекционных) школах № 17 и 52 г. Москвы с обучением по программам бакалаврской и магистерской подготовки в МПГУ, МГППУ и в МГПУ.

Результатом нашего исследования стало выявление и определение обобщенных трудовых действий, которыми овладевает студент-тьютор при реализации адаптированной дополнительной образовательной программы обучения танцам умственно отсталых детей, с учетом реализуемых дидактических задач, можно представить следующим образом.

Действия тьютора в *подготовительный* период: обсуждение с детьми последующей совместной танцевальной деятельности; оказание психологической помощи, создание позитивной эмоционально-психологической атмосферы; диагностическая оценка состояния стартовых танцевальных способностей и опыта творчества; определение перспективных направлений деятельности

с учетом неоднородной структуры нарушения, ведущей деятельности и зон развития; формирование оптимистической перспективы у обучающихся на занятия танцами; определение наиболее эффективных методов обучения с учетом требований индивидуального подхода.

Действия тьютора во *вводном периоде*: представление обучающимся примерного содержания танцевальной деятельности, знакомство с элементарными историческими аспектами танцевального искусства, ролью танца в жизни человека; обсуждение с обучающимися их актуальных и потенциальных возможностей, постепенное «погружение» обучающихся в активную танцевальную деятельность; разработка вариативных групповых упражнений, направленных на формирование основных двигательных умений, необходимых в танцевальной деятельности; обсуждение проблемных вопросов, связанных с современными балльными танцами, возможностями овладения ими детьми; ознакомление правилами поведения и техники безопасности во время занятий танцевальной деятельностью.

Действия тьютора в *основной период*: организация совместной танцевальной деятельности детей; обучение практическому применению танцевальных навыков; вовлечение всех без исключения обучающихся в групповую деятельность; постановка проблемных вопросов, заданий, способствующих активизации осознанного выполнения обучающимися танцевальных вариаций, овладению элементарными способами словесно-логического мышления; оказание индивидуальной помощи при возникновении затруднений; объяснения, раскрывающие причины ошибок обучающихся, проблемные ситуации, препятствующие овладению танцами.

Контрольно-зачетный (обобщающий) *период*. Действия тьютора: моделирование процесса анализа обучающимися собственной деятельности, своих сильных и слабых сторон, причин достижений и неудач; систематическое привлечение обучающихся к обсуждению трудностей, возникающих в ходе овладения танцевальной деятельностью; контроль динамики танцевальных достижений обучающихся на протяжении всего периода занятий; советы обучающимся по самостоятельным танцевальным занятиям; регулярное проведение рефлексии собственной профессиональной деятельности.

Исходя из определения трудовых действий, можно сформулировать следующие обобщенные трудовые функции, которыми овладевает обучающийся, реализующий тьюторские обязанности.

Диагностическая функция связана с получением исходных данных об обучающихся: возраст, место жительства, рекомендованный индивидуальный образовательный маршрут, предыдущий опыт танцевальной деятельности; психолого-педагогические и физические особенности обучающихся.

Прогностическая функция предполагает владение навыками моделирования, вариативного планирования и предвидения возникновения типичных, связанных с личностными особенностями трудностей и проблем, с которыми встречается в своей деятельности обучающийся, прогнозирования достигаемых личностных и предметных результатов танцевальной деятельности обучающихся.

Под **мотивационной функцией** тьютора понимается необходимость формирования заинтересованности и поддержания включенности обучающихся в обучение и результативное овладение содержанием образовательной программы дополнительного образования.

Организационная функция предусматривает наличие умения упорядочения действий обучающихся и своих собственных в соответствии с прогнозируемыми результатами: управление группой обучающихся, обеспечение процесса обучения танцам детей материально-техническими средствами, оборудованием (включая ассистивные устройства и технологии), специальной формой для занятий.

Коррекционная функция тьютора предполагает владение психолого-педагогическими технологиями преодоления или ослабления имеющихся у детей нарушений развития средствами танцевальной деятельности.

Коммуникативная функция: установление творческих доброжелательных и доверительных отношений. Тьютору необходимы: искренность, открытость и доступность для обучающихся; понимание причин возникновения межличностных конфликтов и путей их преодоления, в том числе с помощью профилактических мероприятий; владение средствами альтернативной (невербальной и паравербальной) коммуникации.

Контролирующая функция заключается в получении объективных данных о реальных достижениях обучающихся в процессе овладения танцевальной деятельностью. Ее успешность обеспечивается задолго до проведения контрольно-зачетных мероприятий, еще на этапе моделирования и прогнозирования, при планировании, при определении критериев и показателей

достижения результатов танцевальной деятельности. Следовательно, контролирующая функция с позиций системного подхода включает: анализ заданий с определением степени успешности в овладении новым учебным материалом; мониторинг качества выполненных заданий; оказание педагогической помощи в соответствии с результатами контрольно-зачетных мероприятий (при совершении ошибок и возникновении затруднений); владение приемами группового и индивидуального оценивания достижений обучающихся.

Рефлексивная функция направлена на постоянное критическое переосмысление содержания собственной профессиональной деятельности тьютора, что является незаменимым действенным механизмом самообразования и саморазвития.

Заключение

Преимущества дуального обучения по сравнению с традиционной моделью очного обучения в системе высшего образования очевидны: успешность трудоустройства; максимальное приближение к реальным условиям профессиональной деятельности; формирование личностных качеств, необходимых в профессиональной деятельности: ответственности, самостоятельности, исполнительности; повышение мотивации к получению практико-ориентированных и академических знаний; отработка практических умений решения педагогических задач в реальных условиях; снижение бюджетных расходов на практические занятия в университете; оценивание профессиональных качеств непосредственно работодателем; повышение материальной заинтересованности обучающегося; трудовой стаж.

В отличие от системы среднего профессионального образования, где соотношение теории и практической подготовки представлено 30 к 70, в системе высшего педагогического образования производственная деятельность может составлять 50%, что дает возможность реального трудоустройства на неполную ставку тьютора или педагога дополнительного образования в размере до 0,5 ставки с профессиональной занятостью на 2–3 дня. Три дня остается на учебу, что вполне достаточно для овладения теоретическими знаниями методик преподавания.

Таким образом, можно прийти к выводу о необходимости использования дуального обучения для формирования профессиональных компетенций тьютора не только для системы обучения балетным танцам, но и при реализации любых других адап-

тированных образовательных программ. Дуальное обучение представляется нам современным трендом и перспективным направлением профессионального образования с учетом современных социокультурных требований и общественных ожиданий. Реальные условия профессиональной деятельности тьюторского сопровождения способствуют повышению качества образования обучающихся в системе высшего педагогического образования.

Список литературы

1. Программы специальных (коррекционных) образовательных учреждений VIII вида. Подготовительный класс. 1–4 классы / Под ред. В.В. Воронковой. 8-е изд. М.: Просвещение, 2013. 176 с.
2. Евтушенко И.В. Модель социально-культурной реабилитации обучающихся с умственной отсталостью (интеллектуальными нарушениями) // Культура и образование. 2015. № 4 (19). С. 88–95.
3. Правоведение с основами семейного права и прав инвалидов / Под ред. В.И. Шкатулла. М.: Прометей, 2017. 578 с.
4. Евтушенко И.В., Чернышкова Е.В. Формирование эстетической культуры глухих детей во внеурочной музыкально-ритмической деятельности // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/127-20873> (дата обращения: 22.05.2021).
5. Евтушенко И.В., Евтушенко Д.И. Современные подходы к музыкальному воспитанию обучающихся с интеллектуальными нарушениями // Инновационные методы профилактики и коррекции нарушений развития у детей и подростков: межпрофессиональное взаимодействие / Под общ. ред. О.Н. Усановой. М.: Когито-Центр, 2019. С. 142–146.
6. Евтушенко И.В., Симонов А.П., Хузина Л.Р., Армянинова К.А., Закиров Р.З., Евтушенко А.И., Ерошина Г.Ю., Любимова Т.Л., Соловьева И.Л., Осокина С.А. Создание специальных условий дополнительного образования обучающихся с особыми образовательными потребностями // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 7. С. 157–163.
7. Евтушенко А.И. Роль занятий современными балльными танцами в эстетическом развитии детей с легкими и умеренными интеллектуальными нарушениями // Коррекционная педагогика. 2018. № 2. С. 67–73.
8. Профориентация и социализация обучающихся со сложными нарушениями развития / Под ред. В.В. Ткачевой. М., 2020. 198 с.
9. Никандрова Т.С., Горохова М.С. Социальное партнерство в реабилитации сирот с тяжелыми множественными нарушениями развития // AUDITORIUM. 2019. № 2. С. 58–61.
10. 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.
11. Алмазова А.А., Артемова Е.Э., Бабина Г.В. и др. Межотраслевые подходы в организации обучения и воспитания лиц с ограниченными возможностями здоровья: монография. М.: Спутник+, 2014. 215 с.
12. Тишина Л.А., Данилова А.М. Проблемы психолого-педагогического сопровождения обучающихся с ограниченными возможностями здоровья в образовательной организации // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 3. С. 194–200.
13. Алмазова А.А., Костенкова Ю.А., Яхнина Е.З. Совершенствование компетентностной модели бакалавра по направлению «Специальное (дефектологическое) образование» // Человек и образование. 2014. № 1. С. 103–110.
14. Алышева Т.В., Васенков Г.В., Воронкова В.В. и др. Олигофренопедагогика. М.: Дрофа, 2009. 397 с.
15. Дистанционное образование: педагогу о школьниках с ограниченными возможностями здоровья / Под ред. И.Ю. Левченко. М.: Национальный книжный центр, 2013. 336 с.

УДК 378.147.88

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАВЫКОВ ЧЕРЕЗ ПРОЕКТНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ У СТУДЕНТОВ АРХИТЕКТУРНО-ДИЗАЙНЕРСКОГО ПРОФИЛЯ

¹Иванова О.Г., ²Копьёва А.В., ²Масловская О.В.

¹ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса»,
Владивосток, e-mail: 3wishes@mail.ru;

²ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток,
e-mail: 457594@mail.ru, oxym69@gmail.com

В архитектурно-дизайнерском образовании проектная деятельность традиционно занимает центральное место в процессе обучения студентов, но потребности развития современного общества и производства выдвигают новые требования к её содержанию, расширению сферы влияния на развиваемые навыки студента, включению градостроительной, функционально-планировочной и композиционно-пространственной моделей в более широкий контекст инвестиционно-строительного проекта. Объектом исследования данной работы является метод проектов и его роль в процессе обучения студентов архитектурно-дизайнерского профиля. Цель исследования – выявление возможностей метода проектов и его роли в образовательном процессе подготовки студентов-дизайнеров и архитекторов. Теоретической базой работы послужили исследования, посвященные сравнению влияния обучения на основе метода проектов и традиционного обучения на успеваемость учащихся; эффективности проектного метода в процессе обучения студентов; особенностям практико-ориентированного обучения студентов-дизайнеров и архитекторов; организации процесса обучения в условиях имитации производственной деятельности. Практической базой исследования послужил опыт переосмысления проектной деятельности в рамках освоения дисциплин по архитектурно-дизайнерскому проектированию. Приведена краткая история зарождения, становления и результаты введения метода проектов в практику образовательного процесса в рамках изучения дисциплин по архитектурно-дизайнерскому проектированию во Владивостокском государственном университете экономики и сервиса (ВГУЭС) и Дальневосточном федеральном университете (ДФУ). Показаны преимущества метода проектов перед традиционно понимаемыми процессами обучения архитектурно-дизайнерскому проектированию, доказывающие его эффективность при формировании личностных и профессиональных навыков студентов и способствующие более лёгкой адаптации будущих специалистов к практической деятельности в реальных условиях.

Ключевые слова: метод проектов, проектная деятельность, практико-ориентированное обучение, профессиональные компетенции, учебная деловая игра

FORMATION OF PROFESSIONAL SKILLS THROUGH DESIGN ACTIVITIES AMONG STUDENTS OF ARCHITECTURAL AND DESIGN PROFILES

¹Ivanova O.G., ²Kopeva A.V., ²Maslovskaya O.V.

¹Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, e-mail: 3wishes@mail.ru;

²Far-Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: 457594@mail.ru, oxym69@gmail.com

In architecture and design education, project activity traditionally occupies a central place in the process of studying, but the needs of the development of modern society and production put forward new requirements for its content, expanding the sphere of influence on the skills of the student, the inclusion of urban planning, functional planning and compositional-spatial models in the broader context of the investment and construction project. The research object of this work is the project method and its role in the process of teaching architecture and design students. The purpose of the study is to identify the possibilities of the project method and its role in the educational process of training students-designers and architects. The theoretical basis of the work were the research works comparing the impact of project-based learning and traditional learning on student performance; the effectiveness of the project method in the process of studying; peculiarities of practice-oriented teaching of students-designers and architects; organization of the learning process in conditions of imitation of production activities. The practical basis of the research was the experience of rethinking project activities in the framework of mastering the architectural and design disciplines. A brief history of the origin, formation and results of the introduction of the project method into the practice of the educational process as part of the study of architectural and design disciplines at Vladivostok State University of Economics and Service (VSUES) and the Far Eastern Federal University (FEFU) is given. The advantages of the project method over the traditionally understood processes of teaching architecture and design are shown, proving its effectiveness in the formation of personal and professional skills of students and contributing to an easier adaptation of future specialists to practical activities in real conditions.

Keywords: project method, project activity, practice-oriented training, professional competencies, educational business game

Метод проектов – способ достижения цели по изменению окружающего мира путём решения комплекса проблем, имеющий практически осязаемые результаты. Проектный процесс, сосредоточенный на при-

менении конкретных знаний или навыков, нацелен на повышение вовлеченности и мотивации студентов в целях развития независимого мышления, уверенности в себе и социальной ответственности. Такая дея-

тельность, как архитектурно-дизайнерское проектирование, проектный эксперимент в технических науках или гуманитарные проекты, влияющие на изменение нравственной позиции и поведение социума, – является проектной, когда она ставит своей целью преобразование мира или свойств каких-либо систем, является скоординированной, имеет ограниченное время реализации, а также обладает свойствами неповторимости и уникальности.

Метод проектов (метод проблем) был разработан в начале XX в. в США американским философом и педагогом Дж. Дьюи и продолжен его учеником У.Х. Килпатриком [1, 2]. В 1970-е гг. проектный метод У.Х. Килпатрика широко применялся в колледжах и школах Европы. Выпускники должны были самостоятельно применять навыки и знания, полученные в процессе обучения, к проблемам, которые они должны были решать в качестве практиков в своей профессии. Сегодня его рассматривают как важное дополнение к традиционной ориентированной на учителя предметно-ориентированной учебной программе. С 1980-х гг. в прогрессивных школах США учебный план приобретает особую ценность, он строится на активной деятельности учеников, а у учителя появляется новая роль организатора и консультанта [3]. Метод проектов – это способ достижения цели через разработку проблемы, определенную проектной командой, которая должна завершиться оформленным реальным практическим результатом.

В российской практике метод проектов стал известен в 1905 г. Под руководством С.Т. Шацкого группа российских педагогов вела работу по внедрению этого метода в школьную образовательную программу [4]. Важным для перспектив метода проектов было определение его места и роли в комплексе учебно-воспитательных действий, в первую очередь – его соотношение с другими формами обучения. Он может выступать как равноправный способ построения обучения наряду с традиционным учебным процессом или как составляющий элемент этого процесса. Если Д. Дьюи использовал в своей практике метод проектов как форму организации учебной деятельности и при этом не отрицал роль традиционной системы обучения, то в Советском Союзе метод проектов был принят как самостоятельная форма обучения и не связывался с классно-урочной системой вообще.

Сегодня этот метод обучения широко внедряется в образовательную практику в России благодаря введению в ФГОС общего образования (стандартов второго по-

коления). Метод проектов в том виде, каким он используется сегодня, унаследовал только ряд черт первоначального замысла: учет интересов учащихся при распределении поручений внутри группы при коллективном выполнении проекта, специфические особенности деятельности учащихся и функций учителя на разных этапах совместной деятельности. Современными нововведениями в проектное обучение в среднем образовании можно считать большое количество видов проектов, более детальную регламентацию деятельности учителя на каждом этапе, преобладание теоретического материала над практическим [5].

Необходимость введения проектной деятельности в процесс обучения в высшей школе обусловлена потребностями развития современного общества и производства [6]. На стадии обучения студент через проектную деятельность способен формировать ключевые компетенции, которые обеспечат ему успех в жизни и в профессиональной сфере. В архитектурно-дизайнерском образовании проектная деятельность традиционно занимает центральное место в процессе обучения студентов.

Объект исследования – метод проектов и его роль в процессе обучения студентов архитектурно-дизайнерского профиля.

Цель исследования – выявление возможностей метода проектов и его роли в образовательном процессе подготовки студентов, обучающихся по направлениям «Дизайн» и «Архитектура», в рамках освоения дисциплин по архитектурно-дизайнерскому проектированию.

Материалы и методы исследования

Теоретической базой работы послужили исследования, посвященные сравнению влияния обучения на основе метода проектов и традиционного обучения на успеваемость учащихся [7]; эффективности проектного метода в процессе обучения студентов [8]; особенностям практико-ориентированного обучения студентов-дизайнеров [9, 10]; организации процесса обучения в условиях имитации производственной деятельности [11, 12].

С 2017 г. «Проектная деятельность» во Владивостокском государственном университете экономики и сервиса является одной из форм осуществления учебного процесса, а также – дисциплиной учебного плана, направленной на получение практического опыта по направлениям программ высшего образования. Она является способом вовлечения студентов в работу при решении практических и исследовательских задач. Для каждой образовательной про-

граммы предлагаются к выполнению уникальные проекты и решаются задачи как для внутренней университетской среды, так и для внешних заказчиков – компаний и общественных организаций, сотрудничающих с ВГУЭС. Проектная деятельность закреплена документом «Положение о проектной деятельности ВГУЭС», который регламентирует порядок организации и реализации проектной деятельности, как формы осуществления учебного процесса, реализуемой университетом и разработанной в целях установления единого подхода к деятельности в университете. Документом определено, что «проект – комплексная модель действий, направленная на достижение оригинальной цели. Проект предполагает выполнение взаимосвязанных работ, направленных на достижение обозначенной цели, ограничение во времени определенными сроками, реализацию командой студентов при участии сотрудников университета за счет средств университета или средств внешних Заказчиков» [13]. Достижение цели проекта требует получения результатов, соответствующих заранее определенным требованиям.

Для разных направлений образовательных программ ВГУЭС по методу проектов существуют рабочие программы дисциплины «Проектная деятельность». Руководителями проектов являются преподаватели, прошедшие курсы повышения квалификации (72 ч) по программе «Управление проектами». В задачи руководителя входит: организация работы команды, оказание помощи и подготовка участников к оценке их работы на контрольных точках.

Изучение «Проектной деятельности» начинается у студентов со второго семестра первого курса и реализуется как самостоятельная дисциплина, имеющая теоретический и практический блок. В течение первого семестра студенты изучают теорию, а на практических занятиях участвуют в ролевых играх, помогающих сплочению студентов в командах, отработке способов взаимодействия членов команд и развитию лидерских качеств. На этом этапе руководитель может определить – кто в дальнейшем может стать лидером будущей проектной команды и каким образом распределять роли участников.

Проекты могут быть инициированы также в рамках практики студентов, определенной учебным планом, подготовки курсовой или выпускной квалификационной работы. Для проектов, календарный график которых в целом совпадает с графиком учебного процесса, в течение семестра должно быть минимум две контрольных

точки. Первая контрольная точка проводится на 8–9 неделе семестра – командой предоставляется: график рабочих встреч с заказчиком проекта, отчет о ходе реализации проекта, достигнутые промежуточные результаты. Вторая контрольная точка – представление результатов проекта – осуществляется на 17–18 неделях семестра. Приемка результатов проекта и оценка работы участников команды проекта осуществляется комиссией, состоящей не менее чем из трех экспертов – представителей научно-педагогических работников университета и Заказчика проекта.

Основным документом, закрепляющим инициацию проекта, является паспорт проекта – оформленное техническое задание. Паспорт, как правило, разрабатывается совместно руководителем проекта и заказчиком проекта и описывает основные задачи проекта, включающие ресурсные и временные параметры.

Для реализации проекта собирается команда, которая состоит из руководителя проекта (как правило, преподавателя университета) и членов команды – студентов (рекомендованное количество – не более 5 человек). Студенческие команды могут быть либо сразу закреплены за определенным руководителем проекта, либо студентам предоставляется самостоятельный выбор руководителя по их желанию. Руководитель проекта вправе отказать студентам в участии в проекте, если видит, что обучающийся не сможет внести реальный вклад в решение проблемы. Для реализации проектов организуются встречи руководителя и команды, разрабатывается график реализации проекта, проводится декомпозиция работ по проекту и назначаются ответственные исполнители из числа студентов на отдельные виды работ.

Метод проектов явился логическим продолжением экспериментальной методики обучения в виде учебной деловой игры и практико-ориентированного обучения студентов. Учебная деловая игра как форма обучения применялась в течение последних нескольких лет при подготовке студентов направления «Дизайн», профиль «Дизайн среды» на кафедре дизайна и технологий ВГУЭС в рамках освоения дисциплин: «Ландшафтное проектирование среды» и «Ландшафтная организация рекреационного объекта». В настоящее время методика приняла окончательный вид производственной имитационной модели «Выполнение проекта в архитектурно-дизайнерской мастерской». Целью учебной игры является создание производственной имитационной модели, приближенной

к реальным условиям труда в коллективе архитектурно-дизайнерской мастерской проектной организации [9]. Опыт организации студентов для работы в коллективах «мастерских» помогает авторам с внедрением метода проектов, где итог решения проблемы (выполнения дизайн-проекта) также зависит от слаженного действия проектной команды.

Дисциплина «Проектная деятельность» и дисциплины по проектированию в дизайне среды используют сходную методологию, основанную на определении проблемы, поиске путей решения и представлении результата решения проблемы с учетом заданных параметров и в определенные проектные заданием сроки.

Курс на практико-ориентированное обучение был взят во ВГУЭС в 2007 г., закреплялся производственными практиками в учебном процессе и акцентировал внимание на разработке средств интенсификации профессионального развития человека в ситуации, «имитирующей» его будущую профессиональную деятельность за счет выполнения реальных практических задач в учебное время. Получить на выходе из стен вуза компетентного специалиста – цель практико-ориентированного обучения [10].

В Дальневосточном федеральном университете (ДВФУ) проектный метод был апробирован среди обучающихся и сотрудников в виде конкурса проектов «Мой кампус», который проводится начиная с 2019 г. и направлен на развитие комфортной среды для жизни, учебы и работы в кампусе ДВФУ. Проекты, оцененные на первой контрольной точке комиссией, сформированной из числа экспертов подразделений университета, могут быть рекомендованы к дальнейшей доработке с последующей реализацией. Ко второй контрольной точке проводится акселерационная доработка проектов и техническая детализация. По итогам представления и защиты проектов проводится их рассмотрение и дается рекомендация к реализации в кампусе ДВФУ, которая осуществляется совместно с командой – победителем конкурса проектов.

Результаты исследования и их обсуждение

Авторы приводят результаты введенного в практику образовательного процесса метода проектов в двух вузах г. Владивостока в рамках практического изучения дисциплин по архитектурно-дизайнерскому проектированию. При широком разнообразии типов проектов, выявленных исследователями [13], необходимо отметить, что учебный

проект всегда требует творческого подхода и такой продукт можно назвать «творческим проектом», однако результаты проекта также требуют строго структурированного представления. При введении метода проектов в архитектурно-дизайнерское проектирование результаты представляются в виде презентации, в которую всегда входит графическая часть.

Во ВГУЭС специфика образовательной программы бакалавриата по направлению «Дизайн», профиль «Дизайн среды», позволяет студентам совместно с руководителями на практических занятиях по дизайн-проектированию создавать архитектурно-дизайнерские проекты для внутренних и внешних заказчиков, представлять их перед общественностью и профессиональным сообществом. В рамках дисциплины «Проектная деятельность» студентам-дизайнерам предоставляется возможность получения и развития профессиональных навыков при выполнении реальных проектов по разработке средовых объектов, благоустройства и ландшафтной организации жилых и общественных территорий по заказам глав администраций сельских поселений Приморского края.

В 2017–2021 гг. проектные команды студентов второго и третьего курсов выполнили следующие проекты для Новонежского сельского поселения: разработка останковочных павильонов; графическое оформление фасадов жилых зданий; благоустройство придомовых территорий, мемориальной зоны, рекреационной зоны общественно-делового центра, территории досугового центра, въездной зоны и видовой площадки. В 2020 г. был выполнен крупный проект «Концепция благоустройства гостевого маршрута по ул. Карла Маркса в г. Большой Камень» по заказу администрации г. Большой Камень. Проекты были успешно представлены и защищены перед комиссией и переданы заказчику в виде альбомов и планшетов (рис. 1–3). Этап представления и защиты проектов перед общественностью является особенно важным, поскольку способствует формированию коммуникативных навыков, развитию культуры речи, проявлению лидерских качеств [14].

Важным показателем успешного обучения на занятиях по дисциплине «Проектная деятельность» и освоения профессиональных компетенций является одобрение работ заказчиками и последующая реализация студенческих проектов в населенных пунктах Приморского края (рис. 4).

В ДВФУ в 2021 г. на занятиях метод проектов был апробирован в департаменте архитектуры и дизайна Политехнического

института (Школы) у студентов-архитекторов первого курса обучения в рамках дисциплины «Основы архитектурного проектирования». Три проектные команды приняли участие в конкурсе проектов «Мой кампус» в номинации «Разработка дизайн-концепции учебно-административных корпусов / зон внутри корпусов» с проектами рабочих модулей для коворкинг-зоны в кампусе ДВФУ. Руководитель команд, имея опыт ведения проектной деятельности со студентами в других вузах, организовал процесс выполнения проектов, который в основном совпал по времени с этапами выполнения курсового проекта «Место архитектора» и был завершен в установленные сроки. Студентами были выполнены работы по определению возможных мест размещения зон коворкинга, созданы уникальные рабочие

места и варианты расстановки оборудования в помещениях кампуса (рис. 5). Команды представили проекты в виде графической части и пояснительной записки, указав актуальность, предполагаемые результаты, этапы реализации и бюджет проектов. Все три проекта попали в «зеленую зону» после рассмотрения на первой контрольной точке, рекомендованы к доработке и реализации на кампусе ДВФУ. Проект «Рабочее место "Карат"» занял пятое место среди всех представленных на конкурс проектов. Успешное участие первокурсников в проектной деятельности показало перспективность введения метода проектов, основанного на поиске проблемы и решении конкретных задач, тематически связанных с выполнением курсового проекта в рамках дисциплин по архитектурному проектированию.



Рис. 1. Защита студентами перед комиссией и заказчиком проекта «Разработка остановочного павильона в п. Новонежино Приморского края», ВГУЭС, 2017 г.



Рис. 2. Проект «Оформление фасадов зданий в центральной части п. Новонежино», ВГУЭС, 2018 г.



Рис. 3. Проект «Концепция благоустройства гостевого маршрута по ул. Карла Маркса в г. Большой Камень», ВГУЭС, 2020 г.



Рис. 4. Проектная команда на реализованном объекте (проект «Разработка концепции благоустройства территории культурно-досугового центра в с. Анисимовка»), ВГУЭС, 2020 г.

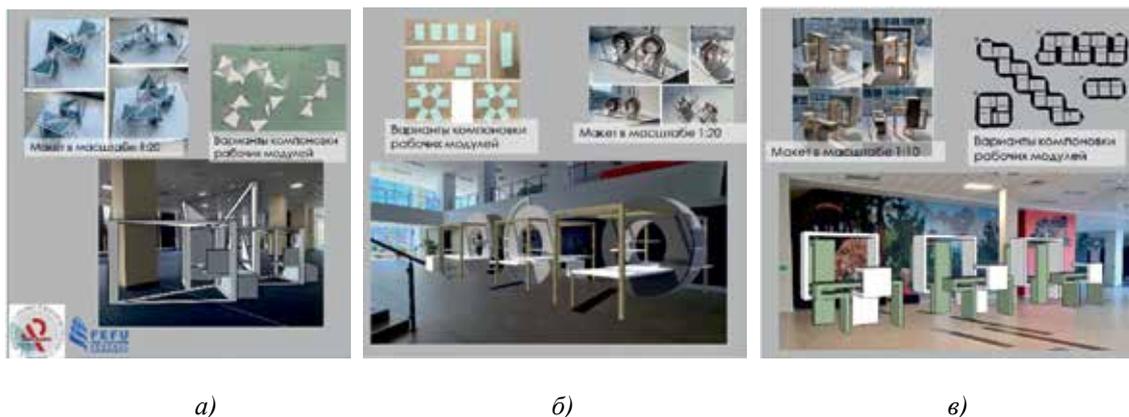


Рис. 5. Проекты в рамках конкурса проектов «Мой кампус», ДВФУ, 2021 г.:
 а) рабочее место «Карат», б) рабочее место «Архитектурный коллаjder»,
 в) рабочее место «Common Sections»

Заключение

Авторы приводят краткую историю зарождения, становления, а также результаты введения метода проектов в практику образовательного процесса в рамках изучения дисциплин по архитектурно-дизайнерскому проектированию в двух вузах г. Владивостока: ВГУЭС и ДВФУ. Показаны преимущества метода проектов перед традиционно понимаемыми процессами обучения архитектурно-дизайнерскому проектированию, главное внимание в котором направлено на развитие творческого мышления и координацию функциональных требований к объекту в рамках заранее определённых параметров. Новое видение метода проектов значительно расширяет сферу влияния на развиваемые навыки студента, вскрывая взаимосвязи градостроительной, функционально-планировочной и композиционно-пространственной организации формируемого объекта (традиционно являющимися предметами деятельности архитектора и дизайнера) с другими частями инвестиционно-строительного проекта: разработкой программы, финансированием, организацией строительства и использованием будущего объекта.

Участие студентов в формировании проектной программы (бизнес-плана, задания на проектирование и т.п.) обучает самостоятельному поиску проблем, их систематизации, нахождению путей их решения, распределению приоритетов. В процессе формирования бюджета проектов студенты учатся экономичному использованию ресурсов и финансовой грамотности. Осуществление проектов на практике знакомит студентов с особенностями организации процессов на строительной площадке. Ра-

бота в команде способствует развитию коммуникационных навыков, способности распределения ролей, задач и ответственности среди членов коллектива. Развитие социальных навыков происходит также и на уровне общения с заказчиком и общественностью – будущими пользователями разрабатываемого проекта. Перечисленные преимущества метода проектов доказывают его высокую эффективность при формировании личностных и профессиональных навыков студентов, обучающихся по направлениям «Дизайн» и «Архитектура», способствуя более лёгкой адаптации будущих специалистов к практической деятельности в реальных условиях.

Список литературы

1. Дьюи Д. Школа и общество: руководство для преподавателей / Пер. с англ. Г.А. Лучинского. М.: Гос. изд-во, 1924. 174 с.
2. Томина Е.Ф. Педагогические идеи Джона Дьюи: история и современность // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. № 2 (121). С. 360–366.
3. Петригина В.А. Прагматическая педагогика Дж. Дьюи // Педагогика и просвещение. 2013. № 4 (12). С. 326–335.
4. Фарафонова И.В. Метод проектов в России в начале XX века // Ученые записки Орловского государственного университета. 2016. № 2 (71). С. 302–307.
5. Пеньковских Е.А. Метод проектов в отечественной и зарубежной педагогической теории и практике // Вопросы образования. 2010. № 4. С. 307–319.
6. Гилева Е.А. История развития метода проектов в российской школе // Наука и школа. 2007. № 4. С. 17–19.
7. Chen Ch.H., Yang Yo-C. Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators // Educational Research Review. 2019. V. 26. P. 71–81. DOI: 10.1016/j.edurev.2018.11.001.
8. Zhylykybay G. The Effectiveness of Using the Project Method in the Teaching Process // Procedia – Social and Behavioral Sciences / G. Zhylykybay, S. Magzhan, Zh. Suinzhanova, M. Balaubekov, P. Adiyeva. 2014. V. 143. P. 621–624. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.07.448.

9. Иванова О.Г., Копьёва А.В. Применение игровых форм обучения при подготовке студентов творческих направлений // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 12–3. С. 604–608.
10. Копьёва А.В., Иванова О.Г. Практикоориентированный подход в процессе выполнения ландшафтных проектов студентами кафедры дизайна ВГУЭС // Проблемы озеленения населенных пунктов: материалы городской научно-практической конференции; Администрация г. Владивостока. Владивосток: Изд-во ДВФУ, 2011. С. 210–213.
11. Масловская О.В. Ландшафтная организация территорий в практико-ориентированном учебном процессе ВГУЭС // Проблемы озеленения населенных пунктов: материалы городской научно-практической конференции; Администрация г. Владивостока. Владивосток, Изд-во ДВФУ, 2011. С. 213–219.
12. Масловская О.В. Проектирование открытых образовательных пространств в рамках учебного процесса ВГУЭС // Территория новых возможностей: Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. Владивосток: Изд-во ВГУЭС. 2011. № 2 (11). С. 111–117.
13. Положение о проектной деятельности ВГУЭС (сайт), 2021. 25 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://pio.vvsu.ru/project-education/about/> (дата обращения: 07.05.2021).
14. Бекоева М.И. Технология реализации проектной деятельности в современном вузе // Вестник Воронежского Государственного Университета. 2015. № 4. С. 27–32.

УДК 796.015.5

ПРИМЕНЕНИЕ ИГРОВОГО МЕТОДА НА ЗАНЯТИЯХ СО СТУДЕНТАМИ ВУЗА ПО ЛЫЖНОЙ ПОДГОТОВКЕ

¹Канапина Р.Б., ²Собянин Ф.И., ³Аванесов В.С., ³Леонтьев А.С.,
³Гасюк Д.С., ²Покотилова А.А.

¹НАО «Западно-Казахстанский медицинский университет им. М. Оспанова»,
Актобе, e-mail: Kanapina-67@mail.ru;

²ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский
университет», Белгород, e-mail: sosnovi60@mail.ru;

³ФГБОУ ВО «Армавирский государственный педагогический университет»,
Армавир, e-mail: boytcovamari@mail.ru

В статье рассматривается методика применения различных игр на занятиях по физической культуре со студентами вузов. В исследовании, проведенном в 2016–2020 гг., применялись: анализ литературы, тестирование физической подготовленности, проба Руффье, экспертная оценка и методы математической статистики. Базой для проведения научно-исследовательской работы были Западно-Казахстанский медицинский университет имени Марата Оспанова, Белгородский государственный национальный исследовательский университет и Армавирский государственный педагогический университет. В исследовании установлено, что в настоящее время в содержание программы по лыжной подготовке в вузах включаются краткие историко-теоретические сведения, освоение техники передвижения на лыжах и развитие физических качеств. Разработанная методика построена на последовательном применении подвижных игр на лыжах для освоения техники бега на лыжах, развития физических качеств и повышения физической работоспособности. По итогам экспериментального применения разработанной методики у студентов достоверно улучшилась техника бега на лыжах, а также существенно повысился уровень развития силовых способностей, ловкости, специальной выносливости, физической работоспособности и результат в контрольной лыжной гонке на 5 км. Приведенные результаты исследования можно использовать не только в теоретических и экспериментальных исследованиях по заданной тематике, но и в содержании практических занятий по предмету «Физическая культура» в вузах.

Ключевые слова: игровой метод, физическая культура, студенты, физическая подготовка, практические занятия в вузе

APPLYING GAMIFICATION TECHNIQUES TO SKI LESSONS FOR UNIVERSITY STUDENTS

¹Kanapina R.B., ²Sobyanin F.I., ³Avanesov V.S., ³Leontev A.S.,
³Gasyuk D.S., ²Pokotilova A.A.

¹West Kazakhstan Marat Ospanov State Medical University, Aktobe, e-mail: Kanapina-67@mail.ru;

²Belgorod State University, Belgorod, e-mail: sosnovi60@mail.ru;

³Armavir State Pedagogical University, Armavir, e-mail: boytcovamari@mail.ru

This paper discusses techniques for integrating various games into physical education lessons for university students. Our study lasted from 2016 and 2020 and was based on the following methods: literary analysis, physical fitness testing, the Ruffier endurance test, expert assessment, and the tools of mathematical statistics. Samples for the study were collected at three universities: West Kazakhstan Marat Ospanov State Medical University, Belgorod State University, and Armavir State Pedagogical University. Our findings show that skiing lessons at these universities currently cover a brief historical and theoretical overview of skiing, essential skiing techniques, and the development of physical fitness. We have designed a new methodology, based on the gradual integration of active games on skis into the training process; this helps with mastering skiing techniques, developing physical fitness, and improving physical performance. The experimental adoption of our methodology has yielded verified results, affirming that through it, the students' skiing technique receives a substantial boost. The same can also be said of their strength, agility, skiing-specific endurance, and physical performance. The results of the 5-kilometre test race have improved as well. The insights listed in this paper can contribute both to theoretical and experimental research on the subject and to the practical content of physical education lessons at universities.

Keywords: gamification techniques, physical education, students, physical training, practical university lessons

На занятиях по дисциплине «Физическая культура» в высших учебных заведениях решаются важные задачи, которые направлены на укрепление здоровья студентов, их физическую подготовку, повышение уровня знаний и формирование здорового образа жизни. Однако традиционные по форме и содержанию занятия

по этой дисциплине постепенно снижают интерес студентов к физической культуре. Ученые и практикующие преподаватели ищут новые подходы и методы к организации занятий по физической культуре в вузах. В частности, предлагается применение игрового метода в процессе физкультурных занятий со студентами вузов [1, 2]. Однако

в большей степени игровой метод реализуется в рамках применения традиционных спортивных игр, гораздо реже внедряются оригинальные игровые методики, включающие народные, подвижные и другие игры в содержание физкультурного образования в разных учебных заведениях, включая высшие учебные заведения [3, 4]. Актуальность данной статьи заключается в разработке и применении комплексов подвижных игр на лыжах в содержании занятий по физической культуре со студентами вузов в разделе лыжного спорта.

Цель статьи – представить результаты экспериментального исследования, рассматривающего возможности применения методики повышения уровня физической подготовленности студентов вуза на основе внедрения в образовательный процесс по физической культуре комплексов подвижных игр в практически занятиях по лыжному спорту.

Материалы и методы исследования

Материалом исследования являются теоретические сведения и фактические результаты измерений, полученные эмпирическим путем. Методы исследования – анализ и обобщение теоретических данных, тестирование показателей физической подготовленности студентов, экспертная оценка техники передвижения на лыжах, проба Руффье, вычисление достоверности различий показателей по t-критерию Стьюдента и непараметрическому критерию Манна – Уитни.

Исследование проведено в 2016–2020 гг. на базе Западно-Казахстанского медицинского университета имени Марата Оспанова (Казахстан, г. Актобе), Белгородского государственного национального исследовательского университета (Россия, г. Белгород), Армавирского педагогического университета (Россия, г. Армавир). Основной педагогический эксперимент проводился на базе казахстанского вуза, где более устойчивая зима и был надежный снежный покров в течение 5 месяцев 2017 г. В нем участвовали 40 студентов второго курса факультета общей медицины.

Результаты исследования и их обсуждение

Изучение специальной литературы свидетельствует о том, что лыжный спорт как раздел образовательной дисциплины «Физическая культура» в вузах постепенно теряет свои позиции в связи с тем, что в разных регионах имеются отличия в климате, погодных условиях, а также в наличии и уровне сезонных снежных осадков [5].

При этом во многих регионах отмечается постепенное потепление климата. В более выгодном положении находятся легкая атлетика, спортивные игры и другие разделы предмета «Физическая культура» в вузах, для которых главным условием организации и проведения занятий могут быть специальные крытые помещения, манежи и нет зависимости от погодных условий.

Вместе с тем лыжная подготовка остается очень значимым разделом физической культуры в вузе, поскольку она не только укрепляет здоровье человека, развивает его физические качества, но имеет жизненно важное и широкое прикладное значение, становится весьма популярным видом активного отдыха и туризма, одним из наиболее эффективных физических упражнений для улучшения работоспособности, закаливания, сохранения и развития функционального потенциала занимающихся.

Однако в недавнем прошлом подробно изучению лыжного спорта для студентов вуза (в содержании непрофессионального физкультурного образования) уделялось больше внимания, чем в последние десятилетия. Систематически встречаются исследования, посвященные подготовке спортсменов-лыжников разного возраста, пола и уровня спортивной квалификации [6], подготовке студентов физкультурных специальностей к работе преподавателем по лыжному спорту и тренером [7]. Работы, посвященные занятиям по лыжной подготовке со студентами разных (нефизкультурных) специальностей, встречаются гораздо реже [8].

Анализ зарубежных источников свидетельствует о доминировании исследований в области самого лыжного спорта, а не его применения в системе высшего непрофессионального образования. При этом прослеживается акцент на рационализацию спортивной подготовки лыжников, углубление знаний в области психологии спортивной подготовки, физиологии, биомеханики лыжного спорта [9–11]. Сказанное выше подтверждает актуальность проведенного исследования.

Исходный теоретический посыл при разработке методики заключался в том, что игра, как явление и средство физической культуры, актуальна не только в дошкольном и школьном возрасте, но и в дальнейшем формировании, развитии, жизнедеятельности человека «играющего». Было предложено разработать два комплекса подвижных игр на занятиях по лыжной подготовке: один для освоения и совершенствования техники передвижения на лыжах, а второй – для развития физических качеств

студентов. Логика последовательного применения игр для освоения техники бега на лыжах строилась на основе последовательности этапов обучения этой технике. Для развития физических качеств первоначально применялись игры с коротким воздействием (на ловкость, быстроту, силу), далее игры с более продолжительным воздействием на организм – на развитие гибкости и выносливости, а затем – игры с комплексным воздействием. Например,

для комплексного развития физических качеств – ловкости, гибкости, выносливости применялась игра «спуск на одной лыже» (по двум параллельным лыжням по сигналу занимающиеся студенты начинают двигаться на одной лыже, толкаясь палками по дистанции 50 м наперегонки со старта до финиша, не касаясь второй ногой без лыжи снежного покрытия). Другие примеры используемых подвижных игр на лыжах даны в табл. 1.

Таблица 1

Комплексы игр для лыжной подготовки студентов

№ п/п	Подвижные игры для освоения и совершенствования техники передвижения на лыжах		Подвижные игры для развития физических качеств	
	Название игры и краткое описание	Учебное назначение игры	Название игры и краткое описание	Развивающее назначение игры
1	«Занятое место»: игроки двигаются друг за другом по кругу, а водящий в противоположную сторону. Он дает команду: «Стой!». Все останавливаются. Водящий задевает палку одного из играющих и бежит дальше. Нужно быстро занять свободное место в круге, кто не успел – будет водящим	Закрепление и совершенствование техники бега в игровых условиях	«Поход»: каждый игрок берет с собой термос с чаем, бутерброд. Группа делится на две команды. Каждая группа быстрее старается пройти дистанцию по своему заданному маршруту, но с одинаковым расстоянием. Побеждает команда, быстрее прошедшая маршрут	Развитие общей и специальной выносливости
2	«Акула и рыба»: «акула» – из числа лучших лыжников. Все остальные разбегаются по площадке на лыжах без палок. «Акула» с палками старается догнать и осалить «рыбу» (игроков). Кого первого осалит – тот новая «акула»	Для совершенствования техники бега без палок, отработки умения скольжения на лыжах	«Гонка на выживание»: по замкнутому кругу длиной 1 км бегут 8–10 лыжников, последний после первого круга – выбывает из игры. Далее выбывает последний после второго круга и т.д. Побеждает тот, кто остается на дистанции один	Развитие общей выносливости, физической работоспособности
3	«Салки на горках»: все игроки на лыжах с палками находятся в месте, где есть подъемы и спуски. Водящий старается осалить любого игрока. Кого осалит – тот водящий	Совершенствуется техника спуска, подъема, поворотов на спуске, торможения при спуске	«Гонка с преследованием»: игра на дистанции 1 км с участием до четырех команд по 4–6 участников. Команды строятся в колонну по одному в противоположных сторонах круга. Назначают зачетное число кругов. По сигналу начинают бег и стараются догнать друг друга. Цель игры – быстрее закончить смену лидеров и дистанцию	Развитие специальной выносливости

Окончание табл. 1				
№ п/п	Подвижные игры для освоения и совершенствования техники передвижения на лыжах		Подвижные игры для развития физических качеств	
	Название игры и краткое описание	Учебное назначение игры	Название игры и краткое описание	Развивающее назначение игры
4	«Охотники и утки»: два «охотника» бегают на лыжах и мячом стараются попасть в игроков. После попадания мячом «утка» выходит из игры	Комплексное совершенствование передвижения на лыжах в игровых условиях	«Спуск шеренгами»: на вершине горки собирается по 5–6 человек в шеренгу, берутся за руки и скатываются шеренгой вниз с горки. Задача – удержаться в шеренге и не упасть. Побеждает команда, в которой никто не упал при спуске	Развитие способности сохранять динамическое равновесие, развивать другие стороны ловкости
5	«Эстафета с палками и без палок»: отмеряется дистанция 100 м. Группу игроков делят на команды. Они встают на старт параллельно в одну сторону. Сначала они торят лыжню. Затем по сигналу начинают бег со старта до финиша и обратно, передают эстафету следующему. Кто быстрее – побеждает	Отрабатывается техника передвижения классическим, коньковым ходом с палками или без них	«Слалом»: на склоне ставятся ворота из лыжных палок. Задача – по очереди спускаться с горки и проезжать ворота, не сбивая их с фиксации времени. Побеждает тот, кто быстрее всех и не сбивая ворота выполнит спуск	Развитие гибкости, ловкости
6	«Догони меня». На ровной поляне делают две лыжни по кругу. Дистанцию делят на 4 части и ставят отметки. Играют две команды по 4 человека. Каждый участник становится на старт в начале своего отрезка. Дается способ передвижения (переменный двухшажный, одновременный бесшажный и т.д.). По сигналу начинают бег, стартовавшая чуть позже команда должна догнать и коснуться рукой или палкой впереди бегущего соперника. Кого коснулись – выходит из игры	Совершенствуется техника быстрого бега на лыжах по равнине.	«Сильные руки»: на старте выстраиваются лыжники в шеренгу по всей ширине дистанции 100 м. По сигналу все одновременно начинают двигаться к финишу одновременным бесшажным ходом. Побеждает самый быстрый	Развитие силы и силовой выносливости

После завершения педагогического эксперимента были проведены контрольные измерения, которые сравнивались с исходными. Итоговые результаты после тестирования уровня развития физических качеств, а также состояния сердечно-сосудистой системы с помощью пробы Руффье показали существенные сдвиги (табл. 2).

Как показано в табл. 2, при $P < 0,05$ выявлены достоверные различия между экс-

периментальной и контрольной группами в проявлении силовой выносливости по двум тестам, координационных способностей, специальной выносливости, а также физической работоспособности по реакции сердечно-сосудистой системы на стандартную нагрузку. Не выявлено достоверных различий в развитии и проявлении быстроты, но все-таки этот показатель улучшился. Кроме того, как известно, быстрота являет-

ся довольно консервативным физическим качеством, которое трудно поддается существенным сдвигам в короткий промежуток времени, чем, например, выносливость.

Помимо того, что достигнутый тренировочный эффект был получен с помощью экспериментальной методики с включением подвижных игр на лыжах, дополнительным важным фактором было улучшение психо-

эмоционального состояния занимающихся студентов, их отношения к систематическому участию в занятиях, что было замечено в процессе их проведения.

Наряду с положительным тренировочным эффектом достоверные изменения после эксперимента произошли у испытуемых в уровне овладения техникой передвижения на лыжах (табл. 3).

Таблица 2

Различия между группами студентов в уровне физической подготовленности после эксперимента

№ п/п	Тесты и пробы	Измеряемые показатели	Контрольная группа n = 20 (M ± m)	Экспериментальная группа n = 20 (M ± m)	P
1	Сгибание-разгибание рук в упоре лежа (кол-во раз)	Силовая выносливость	14,9 ± 1,2	17,8 ± 1,4	<0,05
2	Бег 100 м (с)	Быстрота	16,0 ± 0,3	15,6 ± 0,4	>0,05
3	Подтягивание на перекладине (кол-во раз)	Силовая выносливость	8,1 ± 1,3	9,9 ± 1,1	<0,05
4	Челночный бег 3x10 м (с)	Координационные способности	8,2 ± 0,2	7,5 ± 0,1	<0,05
5	Бег на лыжах на дистанции 5 км (с)	Специальная выносливость	1790,3 ± 125,4	1687,0 ± 128,7	<0,05
6	Проба Руффье (баллы)	Реакция ССС на физическую нагрузку	11,0 ± 1,2	8,9 ± 1,4	<0,05

Таблица 3

Показатели уровня владения техникой передвижения на лыжах у студентов в конце эксперимента (в баллах)

№	Контрольная группа	Ранг 1	Экспериментальная группа	Ранг 2
1	8	5.5	12	22
2	9	13	13	24.5
3	8	5.5	15	32.5
4	8	5.5	15	32.5
5	9	13	14	28
6	8	5.5	13	24.5
7	10	18	16	36.5
8	9	13	17	39.5
9	10	18	17	39.5
10	9	13	15	32.5
11	11	20	14	28
12	8	5.5	16	36.5
13	9	13	14	28
14	10	18	16	36.5
15	9	13	12	22
16	7	1	15	32.5
17	8	5.5	14	28
18	8	5.5	14	28
19	9	13	16	36.5
20	8	5.5	12	22
Суммы:		210		610

Следует отметить, что исходный уровень умений в технике передвижения на лыжах у студентов был очень низкий. Однако здесь положительный результат достигнут благодаря примененной экспериментальной методике, основанной на включении специально подобранных и разработанных подвижных игр в занятия по физической культуре в вузе.

В контрольной и экспериментальной группах студентов произошли позитивные сдвиги в технике владения основными способами передвижения на лыжах. Экспертная оценка, выполненная преподавателями по предмету «Физическая культура» в вузе, показала, что уровень владения техникой передвижения на лыжах вырос у студентов экспериментальной группы с «низкого» до «среднего» (средний показатель оценки техники 14,5 балла), а в контрольной группе, несмотря на улучшение техники передвижения на лыжах, уровень оценки остался еще на «низком» (8,75 балла) уровне.

После педагогического эксперимента $U_{\text{эм}} = 0$ (значение эмпирического критерия Манна – Уитни равно нулю). При критических значениях этого критерия от 114 до 138 полученное значение попало в диапазон значимости различий между группами испытуемых студентов по уровню владения техникой лыжного спорта. Причем различия значимы и при $P < 0,01$, и при $P < 0,05$.

Такой результат был получен потому, что в условиях участия в играх студенты чувствовали себя гораздо свободнее, вели себя эмоционально и легко впитывали учебный материал, который им хотелось освоить – иначе бы они не смогли полноценно участвовать в предлагаемых играх. Некоторые студенты, быстрее других освоившие игры, продолжали в них играть уже за пределами своего вуза, совершенствуя таким образом незаметно и неосознанно для себя отдельные элементы техники и целостные упражнения из арсенала лыжного спорта (необходимого для лыжных гонок). Так, избранные любившиеся подвижные игры на лыжах способствовали не только развитию физических качеств, но и овладению, закреплению и совершенствованию техники передвижения на лыжах.

Заключение

1. В исследовании было установлено, что в настоящее время в учебных планах по предмету «Физическая культура» для студентов нефизкультурных специальностей в вузах Казахстана происходит уменьшение объема учебных занятий. В некоторых случаях в учебные планы не ставят даже лекции

по лыжному спорту и выводят его из числа обязательных разделов предмета «Физическая культура», делают этот раздел в виде факультатива за пределами рамок обязательных занятий. В содержании раздела о лыжном спорте стараются сохранить материал по истории развития лыжного спорта, технике передвижения на лыжах, основных правилах соревнований по лыжному спорту и правилах безопасности во время занятий лыжным спортом.

2. В тех вузах, где лыжный спорт еще входит в число обязательных разделов, стараются в методике занятий развивать физические качества студентов и формировать знания, умения и навыки передвижения на лыжах.

3. Теоретически обоснована и экспериментально апробирована методика занятий по лыжному спорту со студентами нефизкультурных специальностей в Западно-Казахстанском медицинском университете имени Марата Оспанова с включением подвижных игр на лыжах. В ее основе две группы подвижных игр: для освоения и совершенствования техники передвижения лыжника-гонщика и для развития физических качеств, повышения физической работоспособности. Последовательность применения подвижных игр на лыжах определяется ведущими положениями теории построения учебного занятия в вузе, положениями теории и методики развития физических качеств, дидактическими принципами.

4. Экспериментальная апробация методики физкультурных занятий по разделу лыжного спорта со студентами с применением игрового метода показала свою эффективность. В экспериментальной группе после завершения эксперимента достоверно выше при $P < 0,05$ оказались результаты по физической подготовленности юношей в силовых упражнениях – сгибании-разгибании рук в упоре лежа, подтягивании на перекладине, упражнении на развитие ловкости в челночном беге 3×10 м, в основном упражнении на развитие общей и специальной выносливости и комплексном проявлении физических качеств лыжника – в беге на дистанции 5 км. Подтверждением существенного сдвига в развитии выносливости является показатель пробы Руффье, демонстрирующий выросший уровень физической работоспособности, имеющий достоверные различия между группами студентов с доминированием экспериментальной группы при $P < 0,05$.

5. В конце эксперимента с помощью вычислений по критерию Манна – Уитни выявлено, что уровень умений студентов вы-

полнять основные технические действия лыжника-гонщика достоверно выше в экспериментальной группе. Уровень владения техникой лыжника в контрольной группе остался низким (8,75 балла), а в экспериментальной повысился до среднего показателя – 14,5 баллов.

Список литературы

1. Собянин Ф.И., Сунатов З.Ф., Дема Е.В. Игровой метод в обучении студентов технике физических упражнений // Физическая культура и спорт: проблемы и перспективы развития: Сб. материалов научно-исследовательской деятельности профессорско-преподавательского состава и молодых ученых по итогам научных мероприятий с международным участием. Тирасполь: Изд-во Приднестровского университета. 2019. С. 77–81.
2. Бочарова В.И., Куликов И.А., Собянин Ф.И. Выявление эффективных средств физической культуры, способствующих повышению умственной работоспособности студентов вузов // Культура физическая и здоровье. 2011. № 11. С. 29–32.
3. Собянин Ф.И., Климова В.К., Никифоров А.А., Посохов А.В., Середа Н.С., Скабук А.В., Зайцева С.М., Ал-Джубури Салих Салих, Ал-Хасани Мустафа Хайдер Хуссейн Игровые физкультурно-оздоровительные технологии: теоретические основы и методические подходы: Методические рекомендации. Белгород: Издательство «ГиК», 2016. 71 с.
4. Коджаспиров Ю.Г. Развивающие игры на уроках физической культуры. 5–11 кл.: метод. пособие. М.: Дрофа, 2003. 176 с.
5. Касатова Л.В., Фазлеева Е.В., Двоеносов В.Г., Меркулов А.Н., Утегенова Н.Р., Шалавина А.С. Учебная программа дисциплины «Физическая культура»: для студентов всех специальностей и направлений подготовки очной формы обучения. Казань: КФУ, 2014. 55 с.
6. Кольхматов В.И. Развитие специальной выносливости высококвалифицированных лыжников-гонщиков, специализирующихся в спринтерских видах гонок, в годичном цикле подготовки: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2014. 24 с.
7. Филина И.А. Особенности методики проведения занятий по курсу лыжной подготовки со студентами различных специализаций в институтах физической культуры: дис. ... канд. пед. наук. Санкт-Петербург, 1997. 145 с.
8. Мараховская О.В. Технология модульного обучения в лыжной подготовке студентов: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Набережные Челны, 2012. 21 с.
9. Шагарова Е.А., Корягина Ю.В., Шмидт А.В. Актуальные проблемы подготовки в лыжных гонках за рубежом // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 5. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/article/view?id=25407> (дата обращения: 04.05.2021).
10. Novak D., Antala B., Knjaz D. ... at all. Physical education and new Technologies. Zagreb: Croatian kinesiology association. 2016. 227 p.
11. Bobrik M., Antala B., Pélucha R. ... at all. Physical Education in Universities: Researches – Best Practices – Situation. Bratislava: Slovak Scientific Society for Physical Education and Sport and FIEP. 2020. 544 p.

УДК 37.03

ФОРМИРОВАНИЕ ДУХОВНО-ПРАВСТВЕННОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТОВ**Кузнецов В.В.***ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, e-mail: post@mail.osu.ru*

В статье рассматриваются результаты опытно-экспериментальной работы, проведенной с 2013 по 2020 г. на базе государственных университетов Свердловской и Оренбургской областей, г. Москвы, под научным руководством профессора, доктора педагогических наук В.В. Кузнецова, члена докторского совета по педагогике в Оренбургском государственном педагогическом университете, автора федеральных учебников (издательства «Академия» и «Юрайт») «Введение в профессионально-педагогическую специальность», «Общая и профессиональная педагогика», «Методика профессионального обучения», работающего на педагогических кафедрах в Православном Свято-Тихоновском гуманитарном университете и Оренбургском государственном университете, члена Объединения православных ученых. В работе обосновываются воспитательные возможности педагогических учебных дисциплин в формировании духовно-нравственной культуры студентов. Установлено, что духовно-нравственная культура студента во многом определяется духовно-нравственной культурой вуза и зависит от степени реализации воспитательного потенциала учебных дисциплин вуза и прежде всего – педагогических. Педагогические дисциплины федерального уровня и специальные курсы обладают воспитательным потенциалом, способствующим духовно-нравственному воспитанию студентов. Развитие образовательных стратегий воспитания добродетелей, ценности любви к ближнему, вовлеченность студентов в мир православно-христианских принципов любви, гармонии и красоты в устройении мира человека и общества позволяют в полной мере реализовать воспитательный потенциал педагогических дисциплин на основе совокупности следующих методологических подходов: духовно-личностного, логико-исторического, культурологического (Е.П. Белозерцев, архимандрит Евгений (Шестун), О.Л. Янушкявичене, С.И. Абрамов, С.Ю. Дивногорцева, Т.В. Склярора, И.В. Метлик, Т.В. Петракова, В.В. Кузнецов и др.).

Ключевые слова: формирование, духовно-нравственная культура, реализация, воспитательный потенциал, педагогическая дисциплина, педагогика, студент

FORMATION OF THE SPIRITUAL AND MORAL CULTURE OF STUDENTS**Kuznetsov V.V.***Orenburg State University, Orenburg, e-mail: post@mail.osu.ru*

The article discusses the results of experimental work carried out from 2013 to 2020 on the basis of state universities of the Sverdlovsk and Orenburg regions, Moscow, under the scientific supervision of Professor, doctor of pedagogical Sciences V.V. Kuznetsov, member of the doctoral Council on pedagogy at Orenburg state pedagogical University, author of Federal textbooks (publishing house: «Academy» and «Yurayt») «Introduction to the professional and pedagogical specialty», «General and professional pedagogy», «methods of professional training», working at the pedagogical departments of the Orthodox St. Tikhon's University for the Humanities and Orenburg state University, a member Of the Association of Orthodox scientists. The paper substantiates the educational opportunities of pedagogical educational disciplines in the formation of spiritual and moral culture of students. It is established that the spiritual and moral culture of a student is largely determined by the spiritual and moral culture of the University and depends on the degree of realization of the educational potential of the University's academic disciplines and, above all, pedagogical ones. Federal-level pedagogical disciplines and special courses have educational potential that contributes to the spiritual and moral education of students. The development of educational strategies education of virtues, values, love of neighbor, the involvement of students in the world of the Orthodox Christian principles of love, harmony and beauty in the dispensation of the human world and allow companies to fully realize the educational potential of pedagogical disciplines on the basis of the following methodological approaches: spiritual-personal, logical-historical, cultural (E.P. Belozertsev, Archimandrite Eugene (Shestun), O.L. Yanushkevichene, S.I. Abramov, S.Y. Divnogortse, T.V. Sklyarova, I.V. Metlik, T.V. Petrakova, V.V. Kuznetsov, etc.).

Keywords: formation, spiritual and moral culture, realization, educational potential, pedagogical discipline, pedagogy, student

Изучение духовно-нравственных категорий и поиск моделей их усвоения обучающимися рассматривается на теоретико-методологическом уровне (Е.П. Белозерцев, Е.В. Бондаревская, архимандрит Евгений (Шестун), Н.Д. Никандров, В.И. Слободчиков, В.Д. Шадриков и др.). Вторым уровнем является историко-педагогический (М.В. Богуславский, О.Л. Янушкявичене и др.). Третьим – научно-теоретический (И.В. Метлик, Т.И. Петракова и др.).

Для нашего исследования особую роль играли работы ученых Православного Свято-Тихоновского гуманитарного университета (С.Ю. Дивногорцева, Т.В. Склярора и др.).

Аксиологический, культурологический подходы легли в основу гипотезы педагогического исследования, посвященного формированию духовно-нравственной культуры студентов. Анализ исследований педагогов дореволюционной школы

(К.Д. Ушинский, В.В. Зеньковский, С.А. Рачинский и др.) позволил сформулировать методологический аппарат исследований.

Цель педагогического исследования заключается в поиске педагогических условий формирования духовно-нравственной культуры студентов.

Анализ исследований, посвященных духовно-нравственному воспитанию студентов, позволил выявить, во-первых, проявляющийся интерес ученых-педагогов как к понятию «потенциал» и «воспитательный потенциал», так и к исследованию педагогических дисциплин в духовно-нравственном воспитании студентов [1–3]. Во-вторых, пересмотр приоритетных направлений в области воспитания школьников и студентов на уровне Государственной Думы. В-третьих, появление большого количества исследований, посвященных формированию духовно-нравственной культуры студентов.

Аспектный подход к понятию «воспитательный потенциал педагогической дисциплины» позволяет рассматривать его как систему, ценность, процесс, взаимодействие и деятельность. При этом мы подразумеваем воспитательный потенциал как взаимодействие преподавателей педагогики и студентов, обеспечивающее эффективное влияние на формирование духовности и нравственности студентов, как бакалавров, так и магистров.

Акцент делается на моральной сфере, духовности и нравственности, милосердии, порядочности студентов, их отношении к духовно-нравственной культуре народов России.

В последнюю включают [4–6]:

- 1) знание основ морали идеалов;
- 2) терпимость к религиозным чувствам;
- 3) воздержание и самоограничение в поступках и поведении;
- 4) владение основами традиционных религий;
- 5) понимание и осознание значения нравственности, веры и религии в жизни человека, семьи, общества;
- 6) представление об исторической роли традиционной религии и гражданского общества в становлении российского государства.

Духовно-нравственная культура студента определяется, с одной стороны, духовно-нравственной культурой российского общества, а с другой – духовно-нравственной деятельностью студента в условиях университета и духовно-нравственной культурой вуза [7].

Материалы и методы исследования

В педагогическом исследовании, проведенном в Свердловской, Оренбургской

областях, Москве с 2013 по 2020 г., использовались следующие методы: теоретический анализ и синтез, абстрагирование и конкретизация, моделирование. Методы эмпирического исследования применялись при проведении опытно-экспериментальной работы, в которой принимали участие аспиранты и студенты указанных в аннотации вузов (Т.А. Синотова и Е.В. Уржунцева), проводившие опрос, анкетирование, тестирование, метод экспертных оценок [8].

Анализ исследований, посвященных духовно-нравственному воспитанию студенческой молодежи (Н.Д. Никитина, Н.Н. Чалдышкина, О.Е. Фокина и др.), позволяет нам говорить о специфике формирования духовно-нравственной культуры студентов – будущих педагогов. Педагогические дисциплины, которые изучают студенты первого, второго, третьего курсов («Введение в педагогическую профессию», «Общая и профессиональная педагогика», «Методика преподавания»), обладают огромным воспитательным потенциалом, если учитываются индивидуально-психологические особенности студентов, а преподаватели педагогики являются образцом духовности и нравственности для будущих преподавателей различных образовательных учреждений.

Свойственное первокурсникам явление «внутренней пустоты», сложность самоанализа преподаватели педагогики, кураторы студенческих групп учитывают как в процессе преподавания педагогики, так и при организации воспитательной работы. Очень важным разделом в курсе «Введение в педагогическую профессию» является «Требование к личности педагога». Именно семинары, диспуты, посвященные личности педагога, позволяют студентам заглянуть в собственную душу.

Сегодня в учебниках по педагогике можно найти место размышлениям авторов о душе. В педагогике растет число терминов, обозначающих внутренние душевные состояния и действия: самовоспитание, самообразование, самоконтроль, самонаблюдение и т.п. Самовоспитание – это процесс усвоения человеком опыта предшествующих поколений посредством внутренних душевных факторов, обеспечивающих развитие. Благодаря ему студент учится бороться с собой, своими отрицательными качествами личности. А осуществляя самовоспитание, студент может самообразовываться за счет внутренней самоорганизации по усвоению духовного опыта поколений. Самовоспитание – это результат воспитательной работы в университете, процесс усвоения каждым студентом опыта предше-

ствующих поколений посредством внутренних душевных факторов.

Именно личность преподавателя педагогики, по К.Д. Ушинскому, может повлиять на личность воспитанника, может научить студента бороться с собой, заниматься самовоспитанием и самообразованием за счет внутренней душевной работы.

Однако одних усилий преподавателя мало. Важно объединить усилия университета, семьи, культуры в духовно-нравственном воспитании студентов. Особую роль играет наличие часовни или храма на территории университета, создание условий для обогащения духовного опыта.

Содержанием учебных и кураторских занятий должны стать разговоры и диспуты о патриотизме и гражданственности, традиционных российских религиях. Особенно ценными являются разделы, посвященные теории и практике духовно-нравственного воспитания, анализу гедонизма, вовлечению молодежи в деструктивные секты.

Научить каждого студента умению бороться с собой – задача куратора учебной группы. Аксиологический и культурологический подходы в воспитании позволяют выделить духовно-нравственную культуру как его главный объект.

В процессе работы со студентами выпускного курса (бакалавры и магистры) особая роль уделялась анализу наследия отечественных православных мыслителей в выпускных квалификационных работах и магистерских диссертациях. Интерес к тематике духовно-нравственного воспитания у старшекурсников значительно повысился. Некоторые выпускники участвуют в работе Рождественских чтений, семинарах и конференциях по духовно-нравственному воспитанию.

Такой подход к работе со студенческой молодежью позволяет им после изучения вышеуказанных дисциплин стать чище, честнее, милосерднее, стать более человеческими людьми.

Л.Н. Толстой писал, что из всех наук, которые должен знать человек, есть наука о том, как жить, делая как можно меньше зла и как можно больше добра. Именно педагогика позволяет говорить о воспитании как самом святом из всех святых дел (по Феофану Затворнику).

Педагогическими условиями формирования духовно-нравственной культуры студентов являются:

первое – высокий уровень духовно-нравственной культуры университета;

второе – наличие преподавателей педагогических дисциплин, имеющих высокий уровень духовно-нравственной культуры;

третье – проведение специального курса «Духовно-нравственная культура: содержание и сущность»;

четвертое – опора на аксиологический и культурологический подходы.

Среди вышеуказанных педагогических условий особую роль играет высокий уровень духовно-нравственной культуры университета, а также взаимодействие последнего с духовно-просветительскими центрами и деятельностью учреждений дополнительного образования.

Кураторы студенческих групп, являющиеся преподавателями педагогических дисциплин, оказывают существенное влияние на воспитание духовности и нравственности студентов посредством содержания разделов профессиональной педагогики, в которых раскрываются воспитательные возможности учебных дисциплин.

Духовно-нравственная культура будущего учителя, воспитателя, преподавателя – это производная духовно-нравственной культуры народов России, результат обогащения собственного духовного опыта, духовно-нравственного воспитания в процессе преподавания федеральных педагогических дисциплин, спецкурсов и факультативов, которые обладают существенными потенциальными возможностями [9].

Духовно-нравственная культура – часть общей культуры, которая отвечает требованиям духовно-нравственной деятельности, а духовно-нравственная деятельность студента и её продукты – это показатель духовно-нравственной культуры будущего учителя, воспитателя, преподавателя [10].

Соблюдение студентами норм морали, проявление в своих делах и поступках общечеловеческих ценностей, наличие у студента ценностно-смысловых мировоззренческих основ, культура общения – всё это вкупе и составляет сердцевину образа современного педагогического работника.

Результаты исследования и их обсуждение

В процессе констатирующего, формирующего и заключительного экспериментов нами было установлено следующее: во-первых, педагогические дисциплины обладают воспитательным потенциалом в формировании основных компонентов духовно-нравственной культуры студентов; во-вторых, особую роль играет личность преподавателя педагогики, наличие у него федеральных учебников, авторского спецкурса «Основы духовно-нравственной культуры»; в-третьих, наличие у преподавателя педагогики высокого уровня духовно-нравственной культуры, позво-

ляющей влиять на личность студента, по К.Д. Ушинскому.

Педагогическими условиями формирования духовно-нравственной культуры студентов являются:

– определение структурно-логических связей педагогических дисциплин (введение в педагогическую профессию, «Общая педагогика», «Методика преподавания»);

– принципы формирования духовно-нравственной культуры студентов (интеграции, единства, осознанной перспективы) [11].

Культурная внеучебная деятельность преподавателя педагогики связана с систематическим ознакомлением студентов с курсом «Основы духовно-нравственной культуры», историей его создания, выполнением творческих заданий, грантовых студенческих проектов, курсовых и выпускных квалификационных работ и, главное, выработкой собственной позиции, аналитическими беседами с преподавателем педагогики и авторского спецкурса «Основы духовно-нравственной культуры» (ОДНК).

Духовно-нравственная культура личности студента отражает требования, которые предъявляет к личности студента духовно-нравственная деятельность. Она формирует личность студента, его взгляды, мировоззрение, ценностные ориентации, установки и является системообразующим компонентом педагогического образования [12; 13].

Для ее формирования, как было установлено в педагогическом исследовании, необходимо поддержать введение в учебные планы бакалавров и магистров педагогического профиля спецкурсы и факультативы, направленные на раскрытие специфики духовности и нравственности человека, искоренения конкретных пороков, воспитания социально-приемлемого поколения, воспитания ценности любви к ближнему как основы семейного строительства и ответственного служения Отечеству.

Проведение авторского курса «Основы духовно-нравственной культуры», организация духовно-нравственной деятельности студентов, профилактическая работа со студенческой молодежью об опасности вовлечения в конструктивные секты и т.п. способствовали повышению уровня духовно-нравственной культуры студентов.

Исследование показало, что каждая гуманитарная учебная дисциплина, которую изучают будущие педагоги профессионального обучения, обладает воспитательным потенциалом. Важно, чтобы рабочие программы преподаваемых гуманитарных и особенно педагогических дисциплин включали разделы и темы, имеющие по-

тенциальные возможности для формирования основ духовно-нравственной культуры студенческой молодежи, а также учтены в курсовых выпускных квалификационных работах бакалавров и магистрантов.

Результаты педагогического исследования представлены в виде тезисов докладов на международных научно-практических конференциях в Луганске, Пензе и Курске (2020–2021 гг.), в коллективной монографии «Формирование духовно-нравственных качеств личности студента на основе реализации воспитательного потенциала учебных дисциплин вуза», изданной в 2021 г.

Заключение

Проведение констатирующего, формирующего и заключительного экспериментов позволили сделать следующие выводы:

1. Преподаватели педагогических дисциплин, особенно светских вузов педагогического профиля, не используют их воспитательный потенциал, занимаются духовно-нравственным воспитанием студентов эпизодически.

2. Федеральные педагогические дисциплины (введение в педагогику, педагогика, методика преподавания), специальные педагогические курсы (педагогическая культура и педагогическое мастерство и др.) обладают высоким педагогическим потенциалом, благодаря которому при сохранности формирования профессиональных компетенций поэтапно и систематически можно сформировать базовые компоненты духовно-нравственной культуры студентов.

3. Особую роль в формировании духовно-нравственной культуры студентов посредством педагогических дисциплин играют как уровень духовно-нравственной культуры преподавателя педагогических дисциплин, так и уровень духовно-нравственной культуры образовательного учреждения.

4. В теории воспитания, которую осваивают студенты, должны быть заложены православно-христианские принципы любви, гармонии и красоты в устройении мира.

5. Преодоление кризиса культуры, науки, образования, внутреннего мира человека может произойти при использовании неочевидных образовательных и воспитательных возможностей педагогических дисциплин.

6. Практические дела студентов, реализуемые в рамках воспитательной направленности в высшей школе, должны быть эмоционально окрашены, осмыслены педагогами и студентами.

7. Обилие мероприятий необходимо заменить событиями, формирующими неравнодушную творческую нравственную личность студента.

8. Пример преподавателей педагогических дисциплин в неравнодушии, ответственности, милосердии и демонстрация педагогического профессионализма в деле духовно-нравственного воспитания – это важные средства подготовки будущих педагогов к духовно-нравственному воспитанию детей.

9. Необходимо включить в содержание преподаваемых педагогических дисциплин спецкурс «Духовно-нравственная культура» или факультатив «Основы духовно-нравственной культуры народов России».

10. Опыт изучения педагогических дисциплин позволяет выпускнику университета легче адаптироваться к встрече с такими студентами, которые изучали в начальной и средней школе курсы «Основы религиозных культур и светской этики», «Основы духовно-нравственной культуры народов России».

11. Процесс формирования духовно-нравственной культуры студентов во многом определяется педагогической гордостью, скромностью педагога, антропологическим идеалом воспитанника, возношением педагога и его «Я», духовно-нравственной, общей и педагогической культурой педагога, его мировоззрением, умением прощать и просить прощения у своих учеников и особенно у своих старших наставников, коллег, родителей и родных, заботой педагога о своих учениках, их благополучии, умении успевать, умении учиться и учить других.

Список литературы

1. Архиепископ Лука (Войно-Ясенецкий). Дух, душа, тело. М., 1997. 235 с.
2. Дивногорцева С.Ю. Духовно-нравственное воспитание в теории и опыте православной культуры. М., 2010. 157 с.
3. Иванова С.А. Основы духовно-нравственной культуры народов России: задачи и приоритеты // Молодой ученый. 2016. № 8. С. 25–28.
4. Захарченко М.В. (монахиня Александра). Кто есть человек? Размышление об антропологических основаниях педагогики. Лестница полноты образования человека // НИИ школьных технологий (Исследования гуманитарных систем, вып. 7). 2019. С. 174–181.
5. Игумен Киприан (Яценко). Православное воспитание: лекции, интервью, воспоминания. М., 2012. 216 с.
6. Яновский Л.М. Формирование духовно-нравственной культуры студентов: основные направления // Сибирский медицинский журнал. 2009. № 1. С. 98–100.
7. Кузнецов В.В. Воспитание – фундамент образования. Общая и профессиональная педагогика. М.: Юрайт, 2016. 172 с.
8. Кузнецов В.В. Духовно-нравственная культура вуза как социально-педагогический феномен // Духовно-нравственная культура в высшей школе: 1917–2017 гг.: материалы XXV Международных образовательных Рождественских чтений. РУДН. 2017. С. 115–120.
9. Кузнецов В.В. Педагогические условия формирования духовно-нравственной культуры будущего педагога в условиях университета // Международный научный вестник. № 1 (21). Вестник объединения православных ученых. Январь – март. 2019. С. 5–9.
10. Кузнецов В.В. Специфика духовно-нравственного воспитания обучающихся в колледже // Методика профессионального обучения. М.: Юрайт, 2016. С. 16–27.
11. Николаева И.И. Содержание формирования духовно-нравственной культуры студента. М., 2013. 137 с.
12. Семчук Е.В. Формирование духовно-нравственной культуры в процессе подготовки специалистов высшей школы: материалы IX Международной научной конференции. Самара, 2016. С. 178–184.
13. Ушинский К.Д. Человек как предмет воспитания. Опыт педагогической антропологии. М.: Просвещение, 1968. 387 с.

УДК 378.14

ОПЫТ ФОРМИРОВАНИЯ НАДПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАВЫКОВ У СТУДЕНТОВ ПЕДВУЗА В РАМКАХ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ» В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Кузнецова Н.А.

*ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет»,
Шадринск, e-mail: nata28111@yandex.ru*

Актуальность статьи обусловлена необходимостью формирования у студентов педвуза не только компетенций в определенной профессии, но и надпрофессиональных навыков, которые востребованы в современном конкурентном и изменяющемся мире как никогда прежде. В условиях дистанционного обучения, обусловленных пандемией коронавируса, особо востребованы умения самоанализа, творческого мышления, способности адаптации к изменяющимся условиям, умения управлять своим временем, способность к личностному развитию, умения пользоваться компьютерной техникой и другими средствами связи и информации и др., которые входят в комплекс надпрофессиональных компетенций (навыков). Цель исследования – поделиться опытом организации обучения дисциплине «Физическая культура и спорт» в дистанционном формате, способствующем формированию надпрофессиональных навыков у студентов педвуза. Используя метод анкетирования, был проведен опрос студентов первого курса Шадринского государственного педагогического университета, давший картину их отношения к дистанционному обучению. В анкетировании приняли участие сто первокурсников гуманитарного института и факультета физической культуры ШГПУ. Также был обобщен опыт преподавания дисциплины «Физическая культура и спорт» с помощью Zoom и электронно-информационной образовательной среды в дистанционном формате. Общий итог исследования заключается в том, что сделанные в результате анкетирования выводы должны помочь оптимизировать процесс дистанционного обучения студентов педвуза, а обобщенный опыт по преподаванию дисциплины «Физическая культура и спорт» в дистанционном режиме может быть использован в качестве рекомендаций преподавателями других дисциплин для формирования надпрофессиональных навыков студентов педвуза.

Ключевые слова: надпрофессиональные навыки, студенты педвуза, дисциплина «Физическая культура и спорт», дистанционное обучение

EXPERIENCE IN THE FORMATION OF SUPRA-PROFESSIONAL SKILLS OF PEDAGOGICAL UNIVERSITY STUDENTS IN THE FRAMEWORK OF THE DISCIPLINE «PHYSICAL CULTURE AND SPORT» IN THE CONTEXT OF DISTANCE LEARNING

Kuznetsova N.A.

Shadrinsk State Pedagogical University, Shadrinsk, e-mail: nata28111@yandex.ru

The relevance of the article is due to the need to form students of pedagogical University not only competencies in a particular profession, but also superprofessional skills that are in demand in today's competitive and changing world as never before. In terms of the distance learning due to the pandemic coronavirus, particularly demand skills of self-awareness, creative thinking, the ability to adapt to changing conditions ability to manage their time, ability to personal development, the ability to use computer equipment and other means of communication and information, etc., which are included in the complex professional competences (skills). The purpose of the study is to share the experience of organizing training in the discipline «Physical Culture and Sports» in a distance format that contributes to the formation of supra-professional skills among students of the pedagogical university. Using the questionnaire method, a survey of first-year students of Shadrinsky State Pedagogical University was conducted, which gave a picture of their attitude to distance learning. One hundred first-year students of the Humanities Institute and the Faculty of Physical Culture of SHSPU took part in the survey. The analysis of the survey results allowed us to draw some conclusions that should help optimize the process of distance learning for students of the pedagogical university. The formulated methodological recommendations for the organization of distance learning can be useful for teachers of other disciplines. The experience of teaching the discipline «Physical Culture and Sports» with the help of zoom and the electronic information educational environment in a remote format was also summarized. The overall result of the study is that the conclusions made as a result of the survey should help to optimize the process of distance learning of students of pedagogical university, and the generalized experience in teaching the discipline «Physical Culture and sports» in remote mode can be used as recommendations by teachers of other disciplines for the formation of supra-professional skills of students of pedagogical university.

Keywords: supra-professional skills, pedagogical University students, discipline «Physical culture and sport», distance learning

В современном мире жизненно важными становятся не столько академические знания и профессиональные умения, сколько способность организовать своё самообразование и развитие, иметь ак-

тивную гражданскую и жизненную позицию, быть коммуникабельным и уметь выстраивать целесообразные отношения с людьми, работать в команде, уметь брать ответственность на себя, т.е. проявлять

лидерские качества, быть мобильным, готовым учиться и переучиваться, получать новые знания и приобретать новые умения, осваивать новые профессии, если это будет необходимо.

Для подготовки молодых людей к жизни, где царит жёсткая конкуренция, становится необходимым формировать у них «надпрофессиональные навыки», которые и должны обеспечить им «выживаемость» и мобильность в конкурентном и изменчивом мире, а также способствовать более качественной подготовке их как специалистов [1, 2].

Анализ источников позволил нам сформулировать определение надпрофессиональных навыков (надпрофессиональных компетенций) как навыков, позволяющих повысить эффективность профессиональной деятельности специалиста в любой области и дающих возможность переходить между отраслями, сохраняя свою востребованность, успешно решать проблемы и адаптироваться к изменяющимся условиям [3, 4].

Как указывает Ш. Каххаров, они «позволяют личности или группе людей действовать самостоятельно и адаптироваться к конкретной ситуации под изменяющиеся требования, т.е. уметь изменить свою стратегию поведения соответственно новой непредвиденной ситуации и успешно реализовать ее на практике» [5].

Для их приобретения необходимо привнесение творческого компонента в обучение, индивидуальный и дифференцированный подходы к обучаемым, информатизация и компьютеризация процесса обучения.

Особую актуальность необходимость формирования надпрофессиональных навыков и «умения учиться» у будущих специалистов получила в условиях дистанционного обучения в 2020–2021 гг., в которых оказалось практически все студенчество не только в нашей стране, но и во всём мире.

Цель исследования – поделиться опытом организации обучения дисциплине «Физическая культура и спорт» в дистанционном формате, способствующем формированию надпрофессиональных навыков студентов педвуза.

Материалы и методы исследования

2020–2021 гг. дали преподавателям некоторый опыт организации обучения студентов педвуза в дистанционном формате, а студентам – опыт самоорганизации своего обучения. У студентов первого курса ШГПУ преподаётся предмет «Физическая культура и спорт». Проведя по несколько часов лекционных и семинарских занятий осенью 2020 г., из-за второй волны панде-

мии коронавируса мы вынуждены были перейти вновь на дистанционное обучение. Для того чтобы организовать его наиболее интересно и качественно, в октябре 2020 г. нами было проведено анкетирование среди студентов.

В анкетировании приняли участие 100 студентов гуманитарного института и факультета физической культуры первых курсов ШГПУ. Кроме эмпирических методов использовались теоретические методы – анализ, синтез, обобщение научной литературы и результатов исследования.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведённого опроса были получены следующие ответы.

Первый вопрос «Как вы относитесь к дистанционному обучению?»:

- положительно – 20 %;
- отрицательно – 27 %;
- как ко временной вынужденной мере – 53 %.

Второй вопрос «Какие формы работы вам особенно нравятся в дистанционном обучении?»:

- групповые формы работы – 46 %;
- индивидуальная работа – 25 %;
- фронтальная работа – 29 %.

Третий вопрос «Какие методы работы вам особенно нравятся в дистанционном обучении?»:

- работа над проектами – 39 %;
- самостоятельные работы – 27 %;
- общие беседы, диспуты – 34 %.

Четвёртый вопрос «Что вам не нравится в дистанционном обучении?»:

- всё – 24 %;
- слишком много самостоятельной работы – 30 %;
- не хватает живого общения на занятиях – 17 %;
- не хватает мероприятий и студенческой активной жизнедеятельности – 29 %.

Пятый вопрос «Какие трудности вы испытываете при дистанционном обучении?»:

- трудности материально-технического плана (плохо «ловит» интернет, «слабое» оборудование и т.п.) – 18 %;
- нет возможности получить «живую» консультацию от преподавателя при выполнении самостоятельных домашних заданий – 37 %;
- не всегда понятно задание, выложенное в ЭИОС, бывают трудности с поиском дополнительной информации для его выполнения – 19 %;
- лень, трудно заставить себя сесть за выполнение заданий, проблемы с самоорганизацией – 26 %.

Шестой вопрос «Удовлетворены ли вы качеством организации и содержания обучения в дистанционном формате?»:

- да – 61 %;
- скорее да, чем нет – 17 %;
- нет – 5 %;
- скорее нет, чем да – 7 %;
- затрудняюсь ответить – 10 %.

Седьмой вопрос «Если бы у вас был выбор, какой формат обучения вы бы выбрали?»:

- очное – 69 %;
- заочное – 11 %;
- дистанционное – 20 %.

На восьмой вопрос «Если вы предпочитаете дистанционную форму обучения, то с чем это связано?» студенты предлагали собственные варианты ответов, которые мы потом обобщили и выделили основные причины.

Анализ результатов анкетирования говорит нам о том, что большинство студентов предпочитают традиционную форму обучения, а к дистанту относятся как ко временной и вынужденной мере (53 %).

В предпочтении тех или иных форм работы (индивидуальная, групповая, фронтальная) в процентном отношении большая часть голосов отдана групповым формам.

Среди методов организации обучения студенты педагогического вуза предпочитают работу над проектами (39 %). Мы полагаем, что это связано с тем, что обучающимся не хватает общения друг с другом, а групповая форма работы, совместная работа над проектами позволяет объединяться в группы по интересам, приносит радость совместного творчества и общения, которого в условиях самоизоляции так не хватает.

29 % студентов не хватает весёлой и активной студенческой жизни, совместных мероприятий. Многие высказались, что все мероприятия, которые проводятся онлайн, не оправдывают их ожиданий, не дают того, что бы они хотели получить, тех эмоций и переживаний, которые дарит живое общение и взаимодействие с другими людьми.

Студенты факультета физической культуры отмечали, что они хотят практических физкультурных занятий, тренировок, участия в спортивных соревнованиях, а вынуждены сидеть дома, тем самым не получая нужной физической нагрузки и физкультурно-спортивной активности, теряют спортивную форму, многие переживают за сорвавшиеся планы соревновательной и тренировочной деятельности.

Что касается трудностей дистанционного обучения, то у большинства студентов нередко возникают проблемы с пониманием заданий, если они не были объяснены пре-

подавателем на занятии в Zoom, а просто были выложены в ЭИОС (электронной информационно-образовательной среде). Это говорит о том, что необходимо обговаривать со студентами выполнение домашних заданий, а при необходимости предусматривать возможность организации дополнительных консультаций в Zoom в процессе работы обучающихся над заданиями.

У 26 % студентов отмечаются проблемы с самоорганизацией, как многие отметили в анкетах, «домашняя обстановка расслабляет» и трудно настроиться на учёбу. У 18 % студентов присутствуют проблемы материально-технического плана, такие как, например, «слабый» интернет. Автор может отметить то, что часто во время занятий студенты «вылетают» из организованной в Zoom конференции, при ответе на вопросы «зависают», «тормозят» при показе презентаций с помощью функции «демонстрации экрана» и т.п.

Иногда в возможность присутствия студентов на занятиях вносит свои коррективы и погода. После сильного ураганного ветра без электричества осталась большая часть сёл Курганской области, и в последующие дни до ликвидации последствий аварии многие обучающиеся не смогли попасть на онлайн-занятия. Для таких ситуаций преподавателям необходимо предусмотреть возможность записи проводимых занятий с последующим их прикреплением в ЭИОС, чтобы пропустившие занятия студенты (в том числе и по болезни или другим причинам) смогли восстановить пропущенный материал.

По поводу удовлетворённости качеством организации и содержания обучения в дистанционном формате большинство студентов дали положительные ответы (78 %), что не может не радовать. Однако оставшиеся 22 % студентов, не выбравшие данный вариант, побуждают преподавателей проанализировать свою деятельность и заняться совершенствованием умений работы в дистанционном формате.

При выборе предпочтительного формата обучения большинство студентов (69 %) выбрали очное, однако тех, кто выбрал дистанционное, тоже оказалось значительное количество – 20 %.

Студентам, предпочитающим дистанционную форму обучения, предложили объяснить свой выбор. Они прокомментировали это следующим образом. Дистанционное обучение можно совмещать с работой или хобби – 18 %; удобнее учиться дома – 45 %; 13 % связали с возможностью выбирать собственную образовательную траекторию; 15 % – с возможностью эконо-

номить на проживании в другом городе; 9% указали на другие причины.

Мы полагаем, что достаточно большой процент студентов, одобряющих дистанционный формат в проведенном нами анкетировании, объясняется тем, что опрашивались студенты первого курса, и вполне понятно их желание находиться больше времени дома, в семье, а не в общежитии, в чужом городе, тем более в условиях пандемии.

Также можно отметить, что надпрофессиональные навыки студентов первых курсов сформированы недостаточно, и необходимо усилить работу по этому направлению. Поэтому хотим поделиться своим опытом организации занятий по дисциплине «Физическая культура и спорт» в дистанционном формате, которые, согласно учебному плану, помимо универсальной компетенции УК-7 «способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности», являющейся, по сути, тоже надпрофессиональным навыком, формируют также и другие надпрофессиональные компетенции будущих учителей.

Преподавание в дистанционном формате дисциплины «Физическая культура и спорт» происходит с помощью сервиса Zoom. Эта платформа очень удобна и проста в использовании. Занятия проводятся по расписанию, лекции и семинары – согласно учебному плану.

Во время лекций и семинаров есть возможность задавать вопросы участникам видеоконференции, организовать обсуждение каких-то проблем. Можно задавать вопросы в чате, не прерывая рассказ лектора или отвечающего студента, располагать в чате какую-либо информацию (например, план семинара, прикреплять файлы с дополнительной информацией), которая будет видна всем, либо отправлять в личном сообщении конкретному участнику встречи. Это позволяет организовывать на семинаре проверку усвоения изучаемого материала, проводить фронтальный и индивидуальный контроль, давать дополнительные задания. Функция демонстрации экрана позволяет просматривать презентации и видеоснимки, подготовленные как лектором, так и обучающимися.

Интересной формой работы, которая вызывает оживление и активность всех участников, является игра «Эстафета», когда студенты задают друг другу вопросы по цепочке, называя следующего отвечающего и адресуя ему новый вопрос. Такая форма контроля позволяет преподавателю проверить знание материала всеми студен-

тами, умение ориентироваться в нём, анализировать и творчески преобразовывать, а обучающимся быть активно включенными в работу всем одновременно, следить за происходящим, не отвлекаясь, быть готовыми в любой момент ответить, что особенно актуально в условиях, когда студенты находятся с другой стороны экрана и нет возможности отслеживать, чем занят каждый во время занятия.

Как и во время обычных занятий, обучающиеся на онлайн-парах выполняют различные практические задания: заполняют таблицы во время прослушивания докладов товарищей или просмотра презентаций, записывают тезисы выступлений, пишут эссе по актуальным проблемам, составляют вопросы, защищают проекты и др.

Организация отдельных сессионных залов в Zoom позволяет организовать работу над заданиями по группам, например объединять студентов для работы над групповым проектом или решения ситуационных задач, а преподаватель, переключаясь между залами, может отслеживать, как в той или иной группе студенты взаимодействуют друг с другом в решении учебной проблемы.

Помимо небольших проектов, которые студенты выполняют по дисциплине «Физическая культура и спорт» в течение семестра, в конце изучения курса они выполняют итоговый проект на тему «Программа физического саморазвития на период обучения в вузе». Данный проект предполагает разработку программы работы над собой, своим физическим развитием на период 4–5 лет студенческой жизни.

Как и любой проект, программа саморазвития начинается с обоснования актуальности, формулирования проблемы, цели и задач работы над собой. Затем студенты отбирают наиболее эффективные средства, формы и методы работы, распределяют их по семестрам или полугодиям на весь период обучения в вузе. Спланировав работу, студенты приступают к анализу возможных проблем и трудностей, с которыми могут столкнуться, начав реализацию программы, а также указывают ресурсы, которые им потребуются для её осуществления. Последним пунктом в проекте идёт ожидаемый результат – то, какими себя обучающиеся видят после окончания работы над собой. В конце изучения дисциплины студенты защищают свои проекты на итоговой конференции, которая в этом году прошла также в онлайн-формате.

Большую помощь в организации обучения оказывает электронно-информационная образовательная среда (ЭИОС), созданная в ШГПУ, в которую студенты выкладывают

выполненные задания, а педагоги проверяют и выставляют оценки.

В процессе преподавания дисциплины «Физическая культура и спорт» мы применяем рейтинговую систему оценивания успеваемости студентов, предусматривающую накопление баллов за выполненные задания и работу на семинарах, что также легко можно отследить в электронном журнале в ЭИОС. Получив 60% из максимально возможного количества баллов по дисциплине, обучающийся получает зачёт автоматически.

Заключение

Таким образом, организация занятий по предмету «Физическая культура и спорт» в условиях дистанционного обучения как никогда актуализирует умение пользоваться компьютерной техникой и другими средствами связи и информации, требует знания психологии и этики общения, некоторые формы заданий развивают умения работать в команде, даже находясь далеко друг от друга, а также навыки самоанализа и творческое мышление и др., которые образуют комплекс надпрофессиональных навыков, то есть навыков, позволяющих не только повысить эффективность профессиональной деятельности в своей отрасли, но и дающих возможность переходить между отраслями, сохраняя свою востребованность, адаптироваться к изменяющимся требованиям и успешно решать возникающие проблемы.

Вся система дистанционного обучения, в которой мы неожиданно оказались, актуализирует способности адаптации к изменяющимся условиям, умения управлять своим временем, способности к личностному раз-

витию. Поэтому умелая организация дистанционного обучения как временной меры в условиях пандемии должна по максимуму использовать его возможности для развития надпрофессиональных навыков студентов педвуза.

Накопленный за период пандемии опыт преподавания дисциплины «Физическая культура и спорт» в условиях дистанционного обучения позволил поделиться особенностями его организации с помощью платформы Zoom и электронной информационно-образовательной среды ШГПУ.

Полученные результаты анкетирования могут быть полезны преподавателям вузов, а сформулированные рекомендации по организации обучения в условиях дистанта возможно применить и в обучении другим дисциплинам для того, чтобы способствовать формированию у студентов надпрофессиональных навыков как актуальной задачи современного образования.

Список литературы

1. Емелина Н.В. Проблема формирования надпрофессиональных навыков у студентов нелингвистических направлений подготовки // БГЖ. 2019. № 1 (26). С. 220–222.
2. Мухортова Е.А. Развитие иноязычных профессиональных и надпрофессиональных навыков в рамках дидактического цикла при подготовке менеджеров // ЭСГИ. 2018. № 4 (20). С. 129–132.
3. Сырямкина Е.Г., Румянцева Т.Б., Ливенцова Е.Ю. Практика развития надпрофессиональных компетенций студентов в современном университете // Образование и наука. 2016. № 7. С. 134–135.
4. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования / Под ред. Е.С. Полат. М.: Академия, 2009. 268 с.
5. Каххаров Ш. Надпрофессиональные компетенции и управление ими // Организационная психология. 2014. Т. 4. № 4. С. 103–120.

УДК 796.032.2

ИСТОРИЯ ОЛИМПИЙСКИХ ИГР КАК МЕЖДУНАРОДНОГО СПОРТИВНОГО СОРЕВНОВАНИЯ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В РАЗВИТИИ МИРОВОГО СООБЩЕСТВА

Мотцулев М.Г., Егорычева Е.В.

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: eleg71@mail.ru

В статье рассматривается становление современного олимпийского движения. Приводится история развития от древних Олимпийских игр до современного этапа с выделением эволюции характерных особенностей. Приведены основополагающие принципы, задачи, цели, законы и правила олимпийского движения, включенные в Олимпийскую хартию, а также символы и традиционные ритуалы данного типа соревнований. Отмечается значительный вклад Олимпийских игр как международного спортивного соревнования в развитие спортивной жизни мирового сообщества, укрепление международного сотрудничества и взаимопонимания. Обозначены проблемы допинга, культа победы и материальных наград на основе спортивных достижений, политизации спортивных соревнований. Раскрывается заслуга французского педагога и выдающегося общественного деятеля Пьера де Кубертена в возрождении Олимпийских игр и создании философии «олимпизма», заключающейся в идеях мирного сосуществования социальных систем, всестороннего гуманистического развития личности, общечеловеческой ценности олимпизма и олимпийского образования, основывающейся на интернационализме и интерсоциальном воспитании, и честного спортивного поведения в духе «Fair Play». Затрагивается тема воспитательно-педагогических функций олимпийского образования с акцентом на нравственное воспитание молодежи с целью формирования активных участников общественного прогресса посредством спорта.

Ключевые слова: спорт, олимпизм, олимпийское образование, философия «Fair Play», Олимпийские игры

HISTORY OF OLYMPIC GAMES AS AN INTERNATIONAL SPORTS COMPETITION AND THEIR IMPORTANCE IN THE DEVELOPMENT OF THE WORLD COMMUNITY

Mottsulev M.G., Egorycheva E.V.

Volzhsy Polytechnical institute (branch) Volgograd State Technical University, Volzhsky, e-mail: eleg71@mail.ru

The article examines the formation of the modern Olympic movement. The history of development from the Ancient Olympic Games to the modern stage is given, with the evolution of characteristic features highlighted. The basic principles, tasks, goals, laws and rules of the Olympic movement included in the Olympic Charter, as well as symbols and traditional rituals of this type of competition are given. The significant contribution of the Olympic Games as an international sports competition to the development of the sports life of the world community, the strengthening of international cooperation and mutual understanding is noted. The problems of doping, the cult of victory and material rewards based on sports achievements, and the politicization of sports competitions are identified. The article reveals the contribution of the French educator and outstanding public figure Pierre de Coubertin to the revival of the Olympic Games and the creation of the philosophy of «Olympism», which consists in the ideas of peaceful coexistence of social systems, comprehensive humanistic development of the individual, the universal value of Olympism and Olympic education, based on internationalism and intersocial education, and honest sports behavior in the spirit of «Fair Play». The topic of the educational and pedagogical functions of Olympic education is touched upon, with an emphasis on the moral education of young people in order to form active participants in social progress through sports.

Keywords: sports, Olympism, Olympic education, the philosophy of «Fair Play», the Olympic Games

Олимпийские игры – самые крупные мировые спортивные комплексные соревнования, проводимые Международным олимпийским комитетом раз в четыре года. Победа на Олимпийских играх считается наивысшим достижением в спорте.

Цель исследования – изучение истории олимпийского движения в его развитии и видоизменении. Определение роли спортивных соревнований в гармоничном развитии человека и построении лучшего мира в духе философии «олимпизма».

Материалы и методы исследования

Исследование основывается на изучении научно-популярной и специальной ли-

тературы, учебных пособий, диссертаций и электронных ресурсов. Методы изучения – теоретические (анализ и синтез литературы по тематике исследования; анализ предмета исследования; обобщение результатов).

Результаты исследования и их обсуждение

Традиция проведения Олимпийских игр появилась в Древней Греции. Обособленно живущие и часто воюющие между собой греческие племена не имели единого государства и объединялись либо против внешнего врага, либо во время общегреческих спортивных состязаний. Их было несколько: Немейские игры, Дельфийские,

Истмийские. Но самыми древними были Олимпийские. Они проводились в местечке Олимпия (область Элида) на западе полуострова Пелопоннес в долине реки Алфей в день первого полнолуния после летнего солнцестояния 22 июня [1]. Сейчас здесь зажигают олимпийский огонь и начинают факельную эстафету [2]. Это место дало название играм. Тогда же сложились многие правила Олимпийских игр. Первую документальную дату проведения игр – 776 г. до н.э. – археологи обнаружили высеченной на плите вместе с именем олимпийского победителя в беге, повара Короибоса. Ее и стали считать годом начала Олимпийских игр [2]. Игры были частью религиозного праздника, посвященного верховному греческому богу Зевсу. В 394 г. н.э. с усилением христианства римский император Феодосий I запретил Олимпийские игры как языческое празднество [1]. Всего в Олимпии было проведено 293 Олимпиады. Существуют разные легенды о начале игр. По одной из них правитель г. Писы царь Эномай убивал женихов своей дочери Гипподамии, соревнуясь с ними в гонках на колесницах, так как боги предсказали ему смерть, когда дочь выйдет замуж. Пелопс подкупил возничего царя, тот повредил колесницу, и во время гонки Эномай погиб. Пелопс стал царем Элиды. Его именем назван полуостров Пелопоннес. С состязания Пелопса с Эномаем начались соревнования в Олимпии. Пелопс был дедом Геракла, который перегородил реку Алфей плотиной и очистил конюшни царя Элиды Авгия. После этого Геракл посадил в Олимпии оливковое дерево, из ветвей которого стали делать венки для победителей Игр. Историки же предполагают, что Олимпийские игры проводились в конце лета в честь праздника урожая. Нерегулярные поначалу состязания стали проводить раз в четыре года. Царь Элиды Ифит в 884 г. до н.э. заключил с греческим городом-государством Спартой мирный договор, в котором было записано: «Олимпия является священным местом, и тот, кто посмеет вступить в нее с оружием в руках во время Игр, будет заклеен как богохульник». Когда Игры стали общегреческими, священное перемирие во время их проведения распространилось на всю Грецию и именовалось «экехирия» [1, 2]. Спортивный комплекс в Олимпии помимо храма Зевсу включал в себя стадион; ипподром, гимнасий – двор с колоннадой, купальней, дорожками и площадками для подготовки атлетов к играм. Около гимнасия находились жилые помещения для спортсменов. Главным соревнованием был бег, так как издавна победитель в беге с факелами в честь

бога Зевса зажигал огонь на алтаре. Первые 50 лет Игр греки соревновались только в беге на короткую дистанцию длиной около 185 м (1 стадий) [1]. Согласно легенде Геракл отмерил ее в шестьсот собственных стоп [2]. Участвовать могли только свободнорожденные греки. Имена олимпиоников (победителей) записывались. Они награждались оливковой ветвью или лавровым венком и обретали бессмертную славу во всей Греции. Кроме скульптуры, устанавливаемой в честь победителя, атлету полагалась денежная награда – 500 драхм, политические и экономические привилегии. Четырехлетний промежуток между Играми стали называть олимпиадой, использовать для летоисчисления, обозначая период именем победившего в последних играх атлета [1]. На подготовку у спортсменов уходило много времени: 10 месяцев дома и еще месяц – в Олимпии под наблюдением элланодиков («судей эллинов») [2]. Сначала судей было двое. Позже – от восьми до двенадцати. Перед началом Игр они давали две клятвы: 1) судить по совести, 2) никому не объяснять, почему они решили так, а не иначе [1]. Элланодики следили также за порядком в местах соревнований, награждали победителей и штрафовали за нарушение законов соревнований [2]. От стадия произошло слово «стадион». У древних греков – это просто вытянутая площадка для бега. В Олимпии их было 20. Для почетных зрителей имелись трибуны, остальные располагались как могли. Только ничем не запятнавшие себя люди могли участвовать в соревнованиях во славу богов. Поэтому перед стартом проводилась «общественная проверка»: глашатаи выкрикивали имя спортсмена; сообщали, откуда он родом и кто родители; спрашивали, не знает ли кто за ним дурных поступков. Бег на один стадий называли стадиодромом. Обычно бежали по четыре человека, а победители соревновались друг с другом. Старт был высокий с легким наклоном вперед. Чтобы труднее было бежать, дорожки засыпали толстым слоем песка. На 14-й Олимпиаде появился бег на 2 стадия (диалос), на 15-й – забег на длинную дистанцию – от 7 до 24 стадиев (долиходром). Самым тяжелым видом был бег в 2 стадия в тяжелом вооружении воина-гоплита (гоплитодром). Греки занимались скотоводством. Чтобы уберечь стадо, хороший пастух должен был быстро бегать, метнуть в волка камень, перескочить через расщелину, одолеть в драке разбойника [1]. Отсюда произошло самое популярное состязание игр – пятиборье (пентатлон): бег, прыжки в длину, метание диска и копья, борьба (708 г. до н.э.) [2]. В 676 г. до н.э. на-

чались гонки на колесницах – самые опасные соревнования. Рессор не было, стоило колеснице зацепиться за соседнюю – трагедии было не избежать. Победителями считали хозяев скакунов, а не наездников. В результате первой олимпийской чемпионкой стала Киниска, сестра спартанского царя Агесилая, прилавшая на игры свою колесницу с очень быстрыми лошадьми, которые победили в заезде [1]. В программу Игр входили также соревнования по кулачному бою (с 688 г. до н.э.) и панкратиону (борьба без правил – добавлена в 648 г. до н.э.). Есть сведения, что чемпионом по панкратиону был знаменитый древнегреческий философ Платон. Древние Игры длились от 1 до 5 дней. В храме участники клялись: «Я честно и упорно готовился и буду честно соревноваться со своими соперниками!» Игры были не только спортивными соревнованиями, но и состязаниями поэтов, музыкантов, ораторов, скульпторов, актеров, собраниями философов. Пифагор, Аристотель, Геродот, знаменитый поэт Лукиан почитали за честь посетить Игры. После завоевания Греции Римом соревнования стали многонациональными и проходили с участием атлетов из Александрии, Сирии, Вавилона, Армении, будущих Германии и Франции, появились поединки с дикими зверями и бои гладиаторов. Считается, что Олимпийские игры проводились на протяжении 1169 лет [2].

Вспомнили об играх с приходом эпохи Возрождения, пробудившей интерес к античной культуре. За их возрождение выступали немецкий поэт Фридрих Шиллер, французский философ Жан-Жак Руссо, русский ученый Михаил Ломоносов. В XVI–XIX вв. в мире активно развивался спорт, стали проводиться чемпионаты и международные встречи по многим его видам, создавались национальные и международные спортивные организации. Спорт стал одной из важных составляющих межгосударственного общения. Когда начались археологические раскопки спортивных и храмовых сооружений Олимпии (1866 г., 1875 г.), стали раздаваться голоса за возрождение древних соревнований. И, главное, нашелся энергичный и увлеченный человек, который посвятил этому жизнь. Им стал французский педагог и общественный деятель Пьер де Кубертен (1863–1937). Обучаясь в парижском университете Сорбонна, он увлекся историей и культурой Древней Греции, спортивной педагогикой, физическим воспитанием и спортом. Он стал создателем первых спортивных союзов для детей, инициатором создания Французского атлетического союза (USFSA). Благодаря

его настойчивой деятельности и страстному выступлению в Сорбонне 25 ноября 1892 г. на собрании Союза спортивной атлетики с докладом о возрождении Олимпийских игр, в Париже созвали Международный атлетический конгресс представителей от 20 стран. 23 июня 1894 г. на Конгрессе создали Международный олимпийский комитет (МОК) и приняли решение о проведении через два года в Греции первых Олимпийских игр. Это было заслугой Пьера де Кубертена, который считал, что «молодежь мира» должна преодолеть «национальный эгоизм» и «мериться силами в спортивных состязаниях, а не на полях битв» [2].

Первую современную Олимпиаду 6 апреля 1896 г. открыл греческий король Георгий. Спортсмены – 241 человек из 14 стран – собрались на новом стадионе в Афинах. Было разыграно 43 комплекта медалей в девяти видах спорта. Кульминацией стал марафонский бег (около 40 км). Идею его введения подал Мишель Бреаль, друг Пьера де Кубертена. Дистанцию посвятили памяти афинского воина, пробежавшего от Марафона до Афин ради сообщения о победе греков над персами (490 г. до н.э.). Стартовали в Марафоне. А первым финишировал в Афинах 24-летний грек, обычный крестьянин Спирос Луис, подрабатывавший почтальоном. На первой Олимпиаде были заложены такие традиции, как исполнение гимна Олимпиады, участие в церемонии открытия главы государства и награждение победителей в последний день соревнований. Олимпийские игры были возрождены [2].

С тех пор летние игры проводятся каждые четыре года (исключением стали периоды Первой и Второй мировых войн (1916, 1940, 1944 гг.). Зимние игры учредили в 1924 г. С 1994 г. их стали проводить через два года после летних. После обычных игр на тех же сооружениях стартуют Паралимпийские игры для людей с ограниченными возможностями. Их основателем стал нейрохирург Людвиг Гуттман (1899–1980), который использовал занятия спортом как одно из средств реабилитации инвалидов с поврежденным позвоночником. В 1948 г. он организовал Британские Сток-Мандевильские игры для бывших военных парализованных мужчин и женщин. Они стали ежегодными и очень популярными у спортсменов-инвалидов многих стран. Сток-Мандевильская федерация получила признание МОК. 9-е ежегодные международные Сток-Мандевильские игры, прошедшие в 1960 г. в Риме после Олимпиады, были признаны первыми Паралимпийскими играми. МОК и Паралимпийское дви-

жение совместными усилиями создают для людей-инвалидов, не смирившихся со своей судьбой, все условия для достижения спортивных успехов наравне с участниками обычных олимпиад.

Пьер де Кубертен был не только энергичным организатором. Его мысли легли в основу олимпийской философии, так называемого «олимпизма». Большинство людей Олимпийские игры воспринимаются в качестве масштабного спортивного мероприятия. Их зрелищная сторона затеняет философское содержание «олимпизма», к ведущим философским идеям которого сейчас относят: а) идею мирного сосуществования социальных систем, государств и народов, в котором олимпизм выступает как системообразующий фактор, а олимпийское образование – как средство воспитания молодежи в духе мира («О, спорт! ... Ты собираешь молодежь – наше будущее, нашу надежду – под свои мирные знамена» (Пьер де Кубертен)); б) идею общечеловеческой ценности олимпизма и олимпийского образования, основывающейся на интернационализме и интерсоциальном воспитании; в) идею гуманистического, всестороннего развития личности, базой реализации которой является олимпийское образование молодежи, олимпийская субкультура; г) идею приоритета этических ценностей в олимпизме и олимпийском образовании, исходя из философии Fair Play («честная игра») [3, 4]. Последняя идея является сводом моральных и этических правил, основанных на внутреннем убеждении человека о справедливости и благородстве в спорте. Требования фейр-плей включают в себя: уважение к сопернику и решениям судей; неприменение допинга; равные шансы на старте для всех; умение контролировать эмоции при любом исходе поединка. Таким образом, формируется достойное спортивное поведение, не приемлющее победу любой ценой [3].

Пацифистский характер олимпизма поднял на должную высоту авторитет Международного олимпийского движения в мире. МОК еще в 1992 г. призвал народы мира к отказу от военных столкновений во время Олимпийских игр. 25 октября 1993 г. ООН после доклада председателя МОКа Х.А. Самаранча «За установление лучшего и прочного мира благодаря спорту и олимпийским идеалам», утвердила резолюцию об олимпийском перемирии «от седьмого дня перед официальным открытием Игр до седьмого дня после официального закрытия Игр». В 1995 и 1997 гг. ООН призывала к перемирию во время зимних Игр в Нагано (1998 г.) из-за конфликта между Ираком

и США. А 8 сентября 2000 г. ООН включила этот призыв в «Декларацию Тысячелетия», подписанную главами многих стран мира. Год 100-летия МОК (1994 г.) объявлялся ООН международным годом спорта и олимпийского идеала.

Особое место в системе олимпийского образования отводится нравственному воспитанию молодежи. Зачастую подростки начинают заниматься спортом ради повышения авторитета за счет превосходящей физической силы, красивой фигуры и других внешних атрибутов. МОК видит задачу в том, чтобы преобразовать первоначальные мотивы в более социально значимые и в конечном итоге воспитать подростка как гармонично развитую личность и активного участника общественного прогресса. Пьер де Кубертен уделял серьезное внимание сочетанию физического и нравственного развития молодежи и роли спорта в воспитании людей [3]. Президент МОК Томас Бах, чемпион мира и Олимпийских игр по фехтованию 1976 г., говорил: «Для Пьера де Кубертена самым важным было воспитательное значение спорта и его объединяющая роль». То, что на первое место стали ставить спортивную победу, вызвало резкую критику Кубертена. Он был недоволен тем, что на Играх в Афинах «не было ни конгресса, ни конференции, ни признаков моральной или воспитательной цели». Все внимание было уделено спортивной составляющей события. (1897 г., конгресс в Гавре). Его нелестный отзыв получили и Игры в Париже (1900 г.) из-за параллельной Всемирной выставки-ярмарки, которая минимизировала нравственный аспект мероприятия [5].

Кубертен мечтал о том, чтобы спорт, культура, наука, искусство соединились в прочный и прекрасный сплав, который будет называться олимпийским движением. Связь спорта с искусством нашла отражение в посвященных спорту конкурсах по живописи, архитектуре, скульптуре, литературе и музыке («пятиборье муз»), входивших в олимпийскую программу с 1912 по 1948 г. На них предусматривалось награждение медалями, как и в спортивных соревнованиях. В 1912 г. Кубертен выиграл такой конкурс, получив золотую медаль за литературное произведение «Ода спорту» [2, 4]. В 1949 г. официальные конкурсы заменили на обычные выставки. А в 1974 г. МОК отменил Токийский кубок, предназначавшийся спортсменам, чье поведение признавалось образцом спортивного духа независимо от результата состязания [5]. Олимпийская клятва, олимпийский огонь, олимпийский символ (пять колец) были задуманы Пьером

де Кубертенем. Он был автором Олимпийской хартии и бессменным президентом МОК в течение 29 лет. Кубертену принадлежат такие известные цитаты о спорте: «О спорт, ты – мир!» и «Главное – не победа, а участие» [2, 5].

Олимпийское движение объединяет организации, спортсменов и других лиц, соблюдающих положения Олимпийской Хартии (утв. в 1984 г.). В ней сформулирована цель олимпийского движения – способствовать построению лучшего мира путем воспитания молодежи средствами спорта и в духе соблюдения принципов олимпизма. Указаны основные задачи – укрепление мира и соединение спорта с культурой и образованием. Это первый в истории документ, провозгласивший занятия спортом одним из прав человека. В Хартии прописаны основополагающие принципы, правила и положения игр, закреплена организационная структура олимпийского движения. Критерием принадлежности к олимпийскому движению является признание МОКом. Действующим президентом МОК является Т. Бах (с 2013 г.). Выбирая место проведения Игр, МОК предоставляет право их организации городу, а не стране. Летние Игры длятся не более 15 дней, зимние – не более 10. Иногда эти нормы нарушались. Так Игры 1900 и 1904 гг. длились по несколько месяцев из-за особенностей организации. Женщин допустили к участию в играх с 1900 г. по нескольким видам соревнований (теннис, гольф и проч.) «Олимпийская деревня» строится городом-организатором с 1932 г. Хартия гласит, что в Играх соревнуются не национальные команды, отдельные спортсмены. Несмотря на это с 1908 г. существует так называемый неофициальный общекомандный зачет: количество полученных медалей и набранных очков суммируется и определяется место, занятое командой. Программы летних олимпиад включают в настоящее время 28 видов спорта, зимних – 7. Общий список включает 57 дисциплин. Но он постоянно меняется. Есть дисциплины, которые в настоящее время исключены (водно-моторный спорт, крокет и т.д.). Есть и пополнения, в том числе актуальные для новых поколений. Так, Корейская ассоциация электронных видов спорта в 2015 г. включила в список олимпийских дисциплин 2-го уровня киберспорт [5]. Намеченная на лето 2020 г. XXXII Олимпиада в Токио перенесена на 2021 г. в связи с пандемией коронавируса [6].

Еще в античности на играх возникла проблема допинга. Некоторые атлеты пили вино со специальными травами, принимали галлюциногены. На современных играх

проблема обострилась. В 1960 г. на играх погиб велосипедист из Дании Кнуд Йенсен. Ходили слухи, что причиной было употребление допинга. Это стало толчком для появления в 1968 г. допинг-контроля. На основании Олимпийской хартии МОК имеет право лишать уличенных в допинге спортсменов полученной награды. Если атлет был членом команды, медали лишается и вся команда [1, 5].

Изначально Хартия закрепила, что Олимпийские игры «объединяют спортсменов-любителей всех стран в честных и равноправных соревнованиях». Спортсменов-профессионалов, занимающихся спортом за деньги, к играм не допускали. Считалось, во-первых, что победа для них важнее, чем участие, а во-вторых, они имеют нечестное преимущество перед любителями. Уличенных в участии в профессиональном спорте лишали медалей. Однако сейчас только в боксе бои идут по правилам любительского бокса. Любительский дух соревнований ушел в прошлое в связи с профессионализацией европейского спорта с 1960-х гг. [2].

Современные Олимпийские игры, подобно античным, имеют свои символы и ритуалы. Изображение пяти переплетенных между собой колец, ставшее символом Игр, найдено Кубертенем на одном из дельфийских алтарей. Кольца имеют разные цвета: голубое, черное, красное, желтое и зеленое, но не относятся к конкретному континенту. Это символ объединения пяти частей света в олимпийском движении.

В 1913 г. МОК утвердил эмблему и флаг олимпийского движения. Эмблема – олимпийские кольца. В нее в 1920 г. включен девиз *Citius, altius, fortius* (лат. «Быстрее, выше, сильнее»). На спортивных соревнованиях в одном из колледжей его произнес доминиканский монах, французский проповедник Анри Дидон. Слова, по сути, выражали цель спортсменов всего мира и понравились Кубертену. По его инициативе высказывание стало девизом Олимпийских игр. Каждый национальный олимпийский комитет имеет свою эмблему с пятью кольцами в сочетании с каким-нибудь дополнительным элементом. Флагом Олимпийских Игр является белое полотнище с олимпийскими кольцами. Его белое поле символизирует мир, дружбу и чистоту олимпийского движения. Флаг поднимается на играх с 1920 г.

Традиционные ритуалы Игр вызывают у их участников и многочисленных зрителей восторг и благородные патриотические чувства. Церемонии открытия и закрытия Игр сопровождаются красочными театрализованными представлениями, которые

знакомят с историей и культурой страны – хозяйки Игр. Парад команд-участниц под национальными флагами проводится с 1908 г. Первой идет делегация из Греции. Право нести национальный флаг доверяют самым титулованным спортсменам. Официальное открытие игр провозглашается главой государства. К ритуалам относится олимпийская клятва от имени участников игр и клятва о беспристрастном судействе (с 1920 г.). В 2012 г. ввели клятву тренеров и окружения спортсменов. Как призыв к олимпийскому перемирию на Играх часто поднимают флаг Мира (белый голубь, держащий в клюве оливковую ветвь на голубом полотнище). Олимпийский огонь (с 1928 г.) зажигают в Олимпии от солнечных лучей в Храме покровителя игр языческого бога Аполлона. Факельная эстафета спортсменов (с 1936 г.) доставляет его в город-организатор. До 2007 г. она проходила по всему миру, теперь только по стране, где проходят Игры, в целях антитеррористической кампании. Вошло в традицию поднимать государственные флаги и исполнять национальные гимны во время вручения медалей победителям.

Организаторами Игр разрабатывается официальная эмблема и талисман Игр. Первые талисманы утверждены МОК в 1972 г. Согласно хартии, талисманом может стать человек, животное или сказочное существо, отражающее особенности культуры народа – хозяйина Олимпиады, и символизирующее ценности современного олимпийского движения [5].

Несмотря на то, что членом МОК с момента его образования был представитель из России педагог и генерал русской армии А.Д. Бутовский (с 1894 г. по 1900 г.), в первых трех Олимпиадах представители России не участвовали. Причиной послужило отсутствие средств, правительственной поддержки и разобщенность спортивных организаций. СССР стал участвовать в летних Играх с 1952 г., а в зимних – с 1956 г. С распадом СССР в Играх 1992 г. участвовала объединенная команда стран СНГ под общим флагом, а в 1994 г. бывшие советские республики представляли отдельные команды под собственными флагами. Свидетельством признания достойного вклада спортивных организаций СССР

в дело развития Олимпийского движения стал выбор МОКом Москвы для проведения XXII Олимпийских игр 1980 г. Олимпийцы России достойно представляют нашу страну на международной арене и являются одними из лучших [2, 7].

Заключение

Олимпийские игры должны были «способствовать развитию любительского спорта – спорта для удовольствия, а не для денег». Олимпийское движение, к сожалению, отходит от своих истоков и постепенно превращается из социально-педагогического и воспитательного в спортивно-коммерческое [5]. Негативным моментом является использование Игр в политических целях вопреки принципу Кубертена «Спорт – вне политики» [5, 7]. Однако история Олимпийских Игр показывает, что это постоянно развивающееся спортивное мероприятие играет большую роль в жизни мирового сообщества. Раз в два года оно объединяет миллионы людей, которые соперничают лучшим спортсменам мира, радуются их успехам. А значит, есть надежда на воспитание «более мужественного, более сильного во всех отношениях, более добросовестного и более великодушного человечества», как мечтал Пьер де Кубертен.

Список литературы

1. Афонькин С.Ю. История Олимпийских игр: школьный путеводитель: [для среднего и старшего школьного возраста]. СПб.: Балтийская книжная компания, 2013. 77 с.
2. Родиченко В.С., Иванов С.А., Контанистов А.Т., Кофман Л.Б., Силкова Л.П., Смирнов А.М., Столбов В.В., Столяров В.И., Чернецкий Ю.М. Твой олимпийский учебник: учеб. пособие для олимпийского образования. М.: Спорт, 2019. 216 с.
3. Чернецкий Ю.М. Концептуальные основы олимпийского образования: автореф. дис. ... докт. пед. наук. Челябинск, 2001. 80 с.
4. Кубертен Пьер де. Ода спорту. М.: Физкультура и спорт, 1987. 126 с.
5. История, философия и символика Олимпийских Игр. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ski.ru/az/blogs/post/istoriya-filosofiya-i-simvolika-olimpiiskikh-igr/> (дата обращения: 23.04.2021).
6. Виногородский К. Быстрее, выше, сильнее: история Олимпийских игр. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosuchebnik.ru/material/bystree-vyshe-silnee-istoriya-olimpiyskikh-igr/> (дата обращения: 23.04.2021).
7. Орлов И.Б., Попов А.Д. Олимпийский переполох: забытая советская модернизация. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2020. 455 с.

УДК 371.3

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ

Сафарова Н.А., Мамедова Л.В.

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», филиал, Нерюнгри, e-mail: narminag_99@mail.ru, larisamamedova@yandex.ru

В основу статьи положена идея об использовании метода проектов в начальной школе как одного из ведущих методов всестороннего развития личности школьника. В статье рассмотрена и описана проектная деятельность в отечественном педагогическом мышлении. В статье осуществлен анализ основных подходов современных педагогов к проблеме проектного обучения и было установлено, что данный вид деятельности выступает средством повышения мотивации учащихся в образовательных учреждениях. К тому же проектная деятельность влияет на развитие познавательного интереса и сочетает в себе теоретические знания с практическим опытом, что развивает у обучающихся творческую активность. В статье мы описали организацию проектно-исследовательской деятельности для учащихся начальной школы МБОУ СОШ № 15 г. Нерюнгри, которая является одним из ведущих методов самореализации личности. В данной статье нами были представлены учебные проекты, выполненные учащимися образовательного учреждения. В статье представлены исследовательские проекты по двум темам «Мотаем на ус», «Кайнозойская эра в Якутии». Научная новизна исследования состоит в том, что определены возможности формирования универсальных учебных действий через использование проектной деятельности.

Ключевые слова: универсальные учебные действия, проектная деятельность, метод проектов, исследовательский проект, младшие школьники

PROJECT ACTIVITY AS A MEANS OF FORMING UNIVERSAL EDUCATIONAL ACTIONS

Safarova N.A., Mamedova L.V.

North-Eastern Federal Institute of M.K. Ammosov, branch, Neryungri, e-mail: narminag_99@mail.ru, larisamamedova@yandex.ru

The article is based on the idea of using the project method in primary school as one of the leading methods for the comprehensive development of the student's personality. The article examines and describes project activities in the domestic pedagogical thinking. The article analyzes the main approaches of modern teachers to the problem of project-based learning and it was found that this type of activity acts as a means of increasing the motivation of students in educational institutions. In addition, project activities affect the development of cognitive interest and combine theoretical knowledge with practical experience, which develops students' creative activity. In the article, we described the organization of design and research activities for primary school students of MBOU Secondary School No. 15 in Neryungri, which is one of the leading methods of personality self-realization. In this article, we presented educational projects carried out by students of an educational institution. The article presents research projects on two topics «Motay to the mustache», «Cenozoic era in Yakutia». The scientific novelty of the research lies in the fact that the possibilities of forming universal educational actions through the use of project activities are determined.

Keywords: universal learning activities, project activities, project method, research project, primary school students

В последние годы современная школа стремительно меняется, важнейшие изменения в обществе сказываются на образовательной ситуации, это связано с тем, что у детей происходит ускоренный процесс развития. В этом контексте не становится очень важным передавать специальные знания и навыки в контексте индивидуального обучения детям, гораздо важнее научить учащихся конкретным универсальным методам действий, которые впоследствии способствуют непрерывному развитию и самоопределению.

Цель исследования – рассмотреть влияние метода проекта на формирование универсальных учебных действий.

Методы исследования:

I. Теоретически: анализ, синтез.

В законе «Об образовании в Российской Федерации» от 21 декабря 2012 г. на-

писано, что «общее базовое образование в школе направлено на определение специальной позиции учащихся для проводимой образовательной деятельности. В рамках внедрения новых стандартов требуются новые подходы к изучению учебных предметов. Знания, полученные в классе, должны найти практическое применение и отвечать интересам учеников. Задача современной школы – научить детей учиться самостоятельно, чтобы осознать ценность образования и самообразования для жизни» [1]. Отсюда следует, что образовательный процесс теперь направлен на формирование универсальных учебных действий, отражающих способность к обучению.

Универсальные учебные действия (УУД) – это базовый элемент, содержащий в себе сложную систему умений и способов действий учащихся, формирующий духовные,

нравственные и социокультурные компетенции и обеспечивающий самостоятельное усвоение новых учебных знаний, навыков и умений.

Теоретической базой исследования послужили исследования А.В. Воронцова, Н.А. Семеновой.

Мы исходим из того, что невозможно раскрыть сущность проектной деятельности школьников без предварительного рассмотрения понятий «проект» и «метод проекта».

По словам А.В. Воронцова, «в современном мире проектным методом считается совокупность образовательных и познавательных приемов, позволяющих решить конкретную задачу за счет самостоятельных действий учащихся с обязательной презентацией результатов» [2, с. 44].

По мнению Н.А. Семеновой, «проектная деятельность – это активная творческая деятельность учащихся с определенной целью, структурой, направленная на получение прогнозируемого продукта» [3, с. 47].

Е.С. Полат отмечает: «проектная деятельность в начальной школе – это общеобразовательная, познавательная, творческая или игровая деятельность учащихся, которая преследует общую цель и использует согласованные методы. Основное различие между учебно-проектной работой и научной работой заключается в том, что ученики не создают новые знания, но приобретают исследовательские навыки, которые являются универсальным методом понимания реальности и способствуют развитию исследовательского мышления» [4, с. 95].

Из вышесказанного мы можем сделать вывод, что учебный проект – это поставленная задача перед учащимися, сформулированная в виде проблемы, целевого действия и формы организации взаимодействия учащихся с преподавателем и учащимися между собой, а также результат деятельности как способ решения проблемы создания.

В образовательном учреждении работа по организации в начальных классах проектно-исследовательской деятельности начинается со знакомства с результатами проведения диагностики по изучению интересов и склонностей учащихся. На основе полученных данных создается образ класса и планируется дальнейшая работа. У учащихся первого класса наблюдаются следующие проблемы:

1) низкий уровень самостоятельности в учебном процессе;

2) неумение следовать прочитанной инструкции, ярко выраженное в неспособности внимательно прочитать текст и выделить последовательность действий;

3) отсутствие переноса знаний из одной образовательной области в другую, из учебной ситуации в жизненную;

4) разрыв между поисковой, исследовательской деятельностью учащихся и практическими упражнениями [5].

С первого класса педагоги заинтересовывают учащихся в проведении мини-исследований. Также с первых дней пребывания ребенка в школе педагоги согласовывают действия семьи и школы. Совместная исследовательская деятельность, по мнению педагогов, является успешным средством преодоления разобщенности семьи и школы. Если удастся заинтересовать родителей, то это уже является положительным показателем проделанной работы. Многим родителям бывает очень сложно включиться в такую работу, педагогу в этот момент важно настроить семью на успех, успокоить и помочь. В начале работы по проектно-исследовательской деятельности организуется творческая группа родителей и детей для проведения совместных исследований. Родителям предоставляется возможность стать ближе со своими детьми, участвуя в исследовательской деятельности. В дальнейшем эта работа становится для родителей интересным и увлекательным делом. Вместе с детьми они фотографируют, наблюдают, проводят эксперименты, помогают с подбором информации для теоретического обоснования проектов и готовятся к защите проектной работы. Наиболее интересным этапом работы для многих является изготовление исследовательского продукта (макеты, альбомы, памятки, брошюры и т.д.). Работы получаются очень интересными, так как это совместная работа ребенка и родителей и их общий интерес. Самому ребенку подготовиться к защите достаточно сложно, требуется помощь учителя и родителей. Даже хорошо подготовленные дети теряются на публике. Выступления и защита проектов иногда проходят в присутствии родителей. Это делает ребенка более раскованным и укрепляет семейные узы. Выбор тем исследований и подготовка осуществляется учениками самостоятельно или с помощью родителей и учителя.

На этапе сбора информации учащиеся работают по-разному. Одни собирают материал в книгах, другие обращаются за помощью к взрослым, третьи теряются и нуждаются в вовлечении их в процесс исследования, и на помощь приходит учитель. Педагог выдает такому ребенку конкретные задания и выполняет предложенные задания совместно с ребенком.

С результатами своих исследований ученики выступают на классных часах, уроках, школьных научно-практических конференциях. Во время выступлений обучающиеся тренируются владеть своей монологической речью, отвечать на вопросы по исследованию, слушать и анализировать другие выступления, задавать вопросы выступающим.

Далее рассмотрим учебные проекты, которые были реализованы в образовательном учреждении, на уроках «Окружающий мир». В проектной деятельности приняли участие дети младшего школьного возраста.

Рассмотрим исследовательский проект «Мотаем на ус» в рамках мастерской «Раскладушечки». Сообщество детей в проекте представлено учащимися от 6 до 8 лет.

В таблице мы представили паспорт проекта «Мотаем на ус».

История проекта

Инновационный информационно-творческий проект «Мотаем на ус» реализуется на основе технологии лэпбук. Технология лэпбук способствует развитию творчества и воображения, он пригоден к использованию одновременно группой детей, обладает дидактическими свойствами, а также является средством художественно-эстетического развития ребенка.

Технология исполнения задач проекта.

Срок реализации проекта – 6 месяцев

Периодичность реализации проекта: 3 занятия в неделю.

Пространство реализации проекта:

1) межклассовое пространство: музыкальный зал, изостудия;

2) пространство мини-музея «Самоцветы Якутии».

Паспорт проекта «Мотаем на ус»

Наименование проекта	Проект «Мотаем на ус» в рамках мастерской «Раскладушечки»
Вид проекта	Долгосрочный, познавательно-творческий
Основные исполнители проекта	– педагогический коллектив школы; – учащиеся школы; – родители учащихся, посещающих школу
Цель проекта	Сформировать у детей представления о малой родине с помощью использования интерактивного лэпбука
Основные задачи проекта	Создание условий для позитивной социализации школьников через: – получение нового опыта о родном крае в обстановке радости и удовольствия за пределами класса; – формирование умения взаимодействовать с окружающими детьми в ситуациях исследования материала
Ожидаемые результаты реализации проекта	В ходе реализации данного проекта было отмечено расширение знаний детей о родном крае. Проведенная работа с лэпбуком способствует развитию творческих способностей у детей, а также поможет ребенку по своему желанию организовать работу по изучаемой теме
Критерии эффективности проекта	У детей повысится уровень знаний о «малой родине Якутии» (родной край: история, культура, традиции, достижения, проблемы и др.).
Основные принципы проекта	– «Позитивный центризм» (отбор знаний, наиболее актуальных для ребенка данного возраста); – сочетание научности и доступности материала; – принцип системно-организованного подхода, который предполагает скоординированную работу всех специалистов; – развитие собственного, личностного отношения детей к родному городу, стране
Нормативно-правовая база проекта	Закон РФ «Об образовании»
Обеспечение проекта: материально-техническое	Техническое оборудование проекта: 1. ИКТ: проектор, интерактивная доска, принтер, фотоаппарат, ноутбук. 2. Лэпбук. 3. Магниты, магнитные листы, акварель
Учебно-методическое	1. Экспозиции мини-музея «Малая родина – Якутия»: – «Самоцветы Якутии»; – «Полезные ископаемые Якутии»; – «Уголь – главное богатство Якутии». 2. Подбор заданий, дидактических игр, схем, лабиринтов в пространстве лэпбука: «Собери флаг Якутии», «Подбери наряды мальнику и девочке якутам», «Выбери животных, которые живут только в Якутии», «Кто такой морской заяц» и др. 3. Набор географических карт республики Якутия.

Алгоритм занятий и образовательных ситуаций:

1) рефлексивный круг, который способствует сплочению коллектива детей через обсуждение планов на занятие сегодняшнего дня, на ближайшее занятие, на неделю; развивает умение выражать свои чувства и переживания публично; помогает формированию представлений о направлениях работы группы; формирует умение принимать решение на одном уровне с воспитателем;

2) исследование предложенного материала по ознакомлению с малой родиной;

3) образовательная ситуация по отбору, систематизации, классификации материала для итоговых занятий, для выставления в пространстве лэпбука;

4) рефлексия по занятию.

Условия реализации проекта.

Кадровое обеспечение проекта:

1) координатор проекта – 1 человек.

Методическое сопровождение проекта:

1. Экспозиции мини-музея «Малая родина – Якутия»:

– «Самоцветы Якутии»;

– «Полезные ископаемые Якутии»;

– «Уголь – главное богатство Якутии».

2. Подбор заданий, дидактических игр, схем, лабиринтов в пространстве лэпбука: «Собери флаг Якутии», «Подбери наряды мальчику и девочке якутам», «Выбери животных, которые живут только в Якутии», «Кто такой морской заяц?» и др.;

3. Набор географических карт республики Якутия.

Модернизация образования, введение федерального государственного образовательного стандарта начального образования стали предпосылкой новых непрерывных образовательных поисков педагогического коллектива.

После окончания реализации всех задач проекта (достижения поставленных целей) предполагается продолжить следующие направления деятельности проекта: создание интерактивных лэпбуков для детей, которые будут направлены на изучение разных уголков Российской Федерации.

Пример формирования универсальных учебных действий с помощью реализации проекта «Кайнозойская эра в Якутии». Сообщество детей в проекте представлено учащимися от 6 до 8 лет.

Цель проекта: погружение детей в обстановку далекого прошлого Якутии и исчезнувший мир динозавров.

Сроки реализации проекта: краткосрочный проект.

Задачи:

1) образовательные: сформировать у детей дифференцирование логики времени: «настоящее», «прошлое», «будущее»;

2) развивающие: развивать интерес к познанию природы. Поощрять самостоятельность «открытия»;

3) воспитательные: нравственные, патриотические, экологические качества.

Материалы: проектор, ноутбук, игрушечные динозавры, коробки, вырезанные части скелета динозавра, манка, клей ПВА, шарики с наклеенными на них цифрами от 1 до 10.

В проекте были предложены следующие задания для детей.

Решить одну непростую задачу. Педагог показывает детям подготовленное заранее гнездо «динозавров», в котором находятся изготовленные заранее из льда «яйца», внутри льда находится маленькие игрушечные динозавры.

Затем педагог задает детям вопрос: «Как мы можем с вами разбить яйцо?» Перед детьми находятся предметы: деревянный молоток, соль, теплая вода. Детям из предложенных инструментов необходимо выбрать один и с его помощью извлечь из льда спрятанные предметы.

После того, как данное задание будет выполнено, педагог представляет следующее задание для детей. В гнезде заранее помещены картинки уже больших динозавров, и детям необходимо подобрать пары маленького динозавра и большого, найти между ними сходство.

Далее педагог использует заранее сделанный предмет под названием «время-скок», с помощью него ученики как будто попадают в кайнозойскую эру, где им предстоит выполнить некоторые задания.

Беседуя на тему «прошлое, настоящее, будущее», детям необходимо ответить на вопросы: «Как вы думаете, чем отличается прошлое, настоящее, будущее? В какой временной период жили динозавры? По каким причинам они прекратили существовать?»

После ответов на данные вопросы, ученикам предлагается выполнить задание. Перед учащимися выкладываются карточки животных, которые они, возможно, могли видеть в реальной жизни, и карточки с динозаврами, которые существовали много лет назад. Детям необходимо определить, на какое из ныне живущих животных похожи некоторые динозавры, и после этого образовать пары между животными.

После проводится беседа, на тему, почему некоторые животные, которые живут в современном мире, находятся на грани исчезновения. После беседы детям необходимо из разрезных картинок составить животных, которые занесены в Красную книгу.

Заключительная часть мини-проекта заключается в том, что детям необходимо

подготовить краткое научное сообщение о динозаврах и животных, которые занесены в Красную книгу.

На основании анализа содержания статьи можно сделать следующие выводы, внедрение проектной деятельности в учебный процесс способствует развитию личностных и метапредметных универсальных учебных действий и несет в себе учет индивидуальных личностных качеств и способностей каждого учащегося, что отвечает требованиям федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования. Кроме того, у учащихся начальных классов формируются знания о единстве и разнообразии природы и культур и прививаются начальные навыки адаптации в динамично изменяющемся и развивающемся мире, возрастает мотивация к учебной деятельности и осознание личностного смысла учения, а также самостоятельность и ответственность за свои действия. Дети получают весомый опыт коммуницирования со взрослыми и сверстниками в разных социальных ситуаци-

ях, опыт активного использования средств информационных и коммуникационных технологий. Образовательной организации и учителю необходимо реализовать проектную деятельность в начальной школе с целью изменения всей образовательной среды школы, найти эффективные технологии, позволяющие освободить учебное время для решения задач проектирования с целью достижения новых образовательных результатов.

Список литературы

1. Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования. [Электронный ресурс]. URL: <https://fgos.ru/> (дата обращения: 16.05.2021).
2. Воронцов А.Б. Проектные задачи в начальной школе. М.: Просвещение, 2011. 175 с.
3. Семенова Н.А. Вопросы организации проектной деятельности в начальной школе // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2012. № 11. С. 47–49.
4. Полат Е.С. Метод проектов. Современная гимназия: взгляд теоретика и практика. М.: Просвещение, 2000. 211 с.
5. Сайт МБОУ СОШ № 15 г. Нерюнгри. [Электронный ресурс]. URL: <https://15.41147.3535.ru/> (дата обращения: 23.05.2021).

УДК 376.37

ФОРМИРОВАНИЕ УМЕНИЙ ТВОРЧЕСКОГО РАССКАЗЫВАНИЯ У ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С ОБЩИМ НЕДОРАЗВИТИЕМ РЕЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕСОЧНОЙ ТЕРАПИИ

Семенова Т.Н.

*ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет им И.Я. Яковлева»,
Чебоксары, e-mail: tatyana900@yandex.ru*

В статье представлены результаты экспериментальной работы по формированию умений составлять творческие рассказы у детей 6–7 лет с общим недоразвитием речи III уровня речевого развития с использованием элементов песочной терапии. Раскрыты приемы логопедической работы на разных ее этапах. Так, подготовительный этап представлен речетворческими играми в песочнице на активизацию словарного запаса, развитие диалогической речи, рассказа-описания, пересказа, творческого воображения и гибкого нестандартного мышления. Реализация основного этапа описана в несколько ступеней, которые включают: анализ содержания картин для составления рассказа с элементами творчества; интеллектуально-творческую беседу по картине в целях активизации психических процессов, необходимых для творческого рассказывания; составление исходного рассказа по картинке; планирование творческого рассказа с различными вариантами развития событий согласно изменению сюжета; разыгрывание сюжета по текстам рассказов в театре на песке – рисование песком на световом столе, в том числе с использованием фигурок настольного театра, связанное последовательное и логичное изложение текста с элементами творчества, придуманными на четвертом этапе. Изложены результаты формирующей работы, которая показала свою эффективность.

Ключевые слова: творческий рассказ, творческое воображение, старший дошкольный возраст, общее недоразвитие речи, песочная терапия

FORMATION OF CREATIVE STORYTELLING SKILLS IN OLDER PRESCHOOL CHILDREN WITH GENERAL SPEECH UNDERDEVELOPMENT USING ELEMENTS OF SAND THERAPY

Semenova T.N.

*Chuvash state pedagogical University named after I.Ya. Yakovlev, Cheboksary,
e-mail: tatyana900@yandex.ru*

The article presents the results of experimental work on the formation of skills to compose creative stories in children 6-7 years old with general speech underdevelopment of the III level of speech development using elements of sand therapy. The techniques of speech therapy work at its different stages are revealed. Thus, the preparatory stage is represented by speech-making games in the sandbox to activate the vocabulary, develop dialogic speech, story-description, retelling, creative imagination and flexible non-standard thinking. The implementation of the main stage is described in several stages, which include: analysis of the content of the paintings to compose a story with elements of creativity; intellectual and creative conversation on the picture in order to activate the mental processes necessary for creative storytelling; drawing up the original story on the picture; planning a creative story with various options for the development of events according to the change in the plot; playing out the plot based on the texts of stories in the theater on the sand – drawing with sand on a light table, including using table theater figures, a coherent, consistent and logical presentation of the text with elements of creativity invented at the fourth stage. The results of the formative work, which has shown its effectiveness, are presented.

Keywords: creative storytelling, creative imagination, senior preschool return, general speech underdevelopment, sand therapy

В системе логопедической работы по развитию связной монологической речи старших дошкольников с недоразвитием речи задача формирования элементов творческого рассказывания имеет большое значение. С опорой на исследования М.В. Арсеньевой [1], Е.В. Аханьковой [2], Л.В. Ворошиной [3], К.Е. Глазуновой [4], Л.М. Граб [5], М.В. Шороховой [6], Т.С. Гусевой [7] и др. понятие «творческое рассказывание» – это придуманные детьми рассказы с самостоятельным выбором структуры по следующим критериям: тематическая направленность, композиционная целост-

ность, логическая последовательность, правильное лексико-грамматическое, синтаксическое и эмоционально-выразительное оформление при использовании собственного опыта, а также с привнесением новых моментов.

Овладение умениями и навыками творческого рассказывания имеет также особую важность для целостного психического развития ребенка с нарушениями речи. В связи с вышеизложенным теория и практика логопедической работы нуждается в поиске и разработке инновационных технологий развития связной монологической речи

и творческого рассказывания у детей с речевыми расстройствами.

Цель нашего исследования – выявить и экспериментально обосновать педагогические условия, способствующие эффективному использованию песочной терапии при формировании элементов творческого рассказывания у детей старшего дошкольного возраста с общим недоразвитием речи.

Материалы и методы исследования

Анализ психолого-педагогической литературы по проблеме исследования, педагогический эксперимент (констатирующий, формирующий и контрольный этапы); математические методы обработки полученных данных.

Результаты исследования и их обсуждение

Экспериментальная работа проводилась в 2020–2021 уч. году на базе МБДОУ Шыгырданский детский сад «Сандугач» Батыревского района Чувашской Республики. В эксперименте принимали участие 16 детей с общим недоразвитием речи в возрасте 6–7 лет. В целях комплексного исследования особенностей связной монологической речи и элементов творческого рассказывания испытуемых мы использовали серию заданий по методике В.П. Глухова [8], которая включает: составление предложений по отдельным ситуационным картинкам; составление предложения по трем картинкам, связанным тематически; составление рассказа по серии сюжетных картинок; составление рассказа по сюжетной картинке; сочинение рассказа на основе личного опыта; составление рассказа-описания; окончание рассказа по заданному началу; придумывание рассказа на заданную тему. Результаты обследования по данным заданиям показали, что испытуемые имеют низкий уровень сформированности умений творческого рассказывания. Наиболее трудными для них оказались задания на составление рассказа на основе личного опыта, окончание рассказа по заданному началу и придумывание рассказа на заданную тему. Дети допускали большое количество ошибок при выполнении всех предложенных заданий: последовательность изложения, связность и логичность высказываний нарушались, в речи встречались грубые грамматизмы, рассказ сводился к перечислению признаков и свойств предмета, чаще всего рассказы были составлены с использованием наводящих и дополнительных вопросов педагога.

На основе результатов констатирующего эксперимента был проведен формиру-

ющий эксперимент в экспериментальной группе, направленный на разработку и внедрение системы коррекционно-логопедической работы с использованием песочной терапии в целях развития умений творческого рассказывания у детей 6–7 лет с общим недоразвитием речи.

На подготовительном этапе проводились речетворческие игры с песком на активизацию словарного запаса, развитие диалогической речи, рассказа-описания, пересказа, творческого воображения и гибкого нестандартного мышления: «Начни предложение» (испытуемые рисуют на песке какой-либо предмет и начинают составлять с этим словом фразу, а другие дети ее заканчивают); «Друзья» (дети составляют сложные предложения с использованием слов, обозначающих изображенные на песке объекты и явления, например: («У Маши – большой воздушный шар, а у Пети – блестящая гоночная машинка»); «Что случилось?» (на песке дети рисуют под руководством взрослого простой сюжет и составляют по нему сложноподчиненные предложения («Маша громко расплакалась, потому что ее красивый большой воздушный шар оторвался от веревки и улетел»)); «Дорисуй картинку и скажи» (логопед рисует на песке простые предметы, дети дорисовывают картинку в сюжет и озвучивают его в связном высказывании («Петя запускает воздушного змея»); «Отпечатки» (логопед заранее делает отпечатки предметов на песке, дети, глядя на отпечаток, стараются отгадать, что это за предмет, находят его среди других предметов, описывают его); «Следы» (взрослый изображает на песке следы разных диких и домашних животных, птиц; дети угадывают, чьи это следы, описывают животное, рассказывают, чем оно питается, как его зовут, что оно любит делать; правильность ответа проверяется соединением следов с изображением); «Найди клад» (дети ищут небольшие предметы или картинки, закопанные в толще песка, называют найденные, составляют рассказ-описание по характерным признакам этого предмета, проводят звуковой анализ (называют звук в начале и в конце слова), а также придумывают с этим словом различные предложения); «Цветные острова» (ребенок создает на песке что-то похожее на острова, декорирует их с использованием камешков, бусинок, пуговиц, круп, маленьких фигурок, а затем по просьбе взрослого создается воображаемая ситуация, где дети как будто отправляются отдыхать на эти песочные острова, при этом описывая, какие растения там растут, кто там обитает и др.); «Песочные строители» (дети получают об-

разец – здание, изображенное на листе бумаги, а затем им предлагают превратиться в «песочного строителя» и нарисовать здание на песке по памяти, а затем рассказать, для чего оно предназначено, кто в нем живет или работает; «Найди отличие» (ребенок изображает на песке предмет, отворачивается на 10 секунд, а в это время логопед или другие дети меняют некоторые детали и составные части; повернувшись обратно, ребенок определяет, что изменилось и повествует об этом; «Нарисуй стихотворение» (при разучивании стихотворений в рамках лексических тем выполняются действия с песком по содержанию их текста) и «Нарисуй сказку» (на песке создаются декорации к сказке, во время пересказа совершаются сюжетные действия с предметами и персонажами).

Основной этап базировался на трудах Т.А. Ткаченко [9], П.Н. Медведева [10], Н.Г. Микрюковой [11], С.А. Колесниковой [12] и реализовывался в несколько ступеней. На первой ступени мы проводили в форме беседы анализ содержания картин для составления элементов творческого рассказа. Приведем некоторые примеры занятий.

Беседа перед составлением рассказа с элементами творчества по картине «Настольный теннис»: Какое время года нарисовано на картине? Где находятся и чем занимаются дети? Почему теннис называют настольным, как ты понимаешь слово? Опиши шарик, который используется для этой игры: цвет, величину, форму, материал, из которого он изготовлен? Что мы видим в клюве у птицы? Зачем птица схватила шар? Над чем птица пролетает?

Беседа перед составлением рассказа с элементами творчества «Пугающая еда»: Что нарисовано на картине: деревня или город? Объясни свой ответ, почему? Зачем люди разводят домашних птиц и скот? Чем занимаются курица с цыплятами и петух? Кто или что их напугало? Почему пес не убегает от мальчика?

Беседа перед составлением рассказа с элементами творчества по картине «Признание»: Где происходят события, нарисованные на картине? Почему расстроилась мама? Можно ли брать чужие вещи без спроса, даже если вещи мамы? Почему девочка показывает на себя? Что она объясняет маме? Почему мальчик спрятался? Девочка обманывает маму? Кто из детей старше? Кто из детей поступает как младший? Верны ли поступки детей?

Беседа перед составлением рассказа с элементами творчества по картине «Катание с горки»: Какое время года? Где находится горка? Откуда пришла девочка?

Чей рюкзак стоит на снегу? На чем мальчик катался с горки? На чем съезжать с горки труднее и медленнее: на рюкзаке или ледянке? Объясни свой ответ. Что мальчик советует девочке? Правильно он поступает? Будет ли девочка дружить с ним после этого поступка?

На данном этапе работы, анализируя содержание картин, дети с помощью наводящих вопросов со стороны логопеда отвечали на вопросы и составляли рассказы. Рассказы детей отличались скудностью (подлежащее – сказуемое), наличием слов-повторов, длительными паузами между предложениями. Несмотря на это, дети были заинтересованы в составлении рассказов.

На второй ступени мы проводили работу по активизации психических процессов, необходимых для творческого рассказывания.

Интеллектуально-творческая беседа по картине «Настольный теннис»: Для чего нужны шарик, ракетка, сетка в настольном теннисе? Как выглядит теннисный стол? Какой еще ты знаешь теннис? Чем настольный теннис отличается от большого? Трудно ли детям играть в большой теннис? Когда кот, птицы, дети смотрят на шарик, что они могут думать? Сочини диалог между ними [9].

Интеллектуально-творческая беседа по картине «Киносъемка»: Чем ролики отличаются от скейтборда, а может, они чем-то похожи? На чем еще катаются люди по асфальту? Когда ты катаешься на скейтборде, какие правила нужно соблюдать? С чем будет опаснее столкновение скейтборда на скорости: со столбом, кустом или пешеходом? Придумай диалог детей, которые увидели эту ситуацию.

Интеллектуально-творческая беседа по картине «Магнитофонная запись»: Каких птиц, животных можно встретить летом в лесу? Голос какого из них трудно будет услышать в записи на магнитофоне или смартфоне и почему? Для чего люди делают записи с щебетанием и пением птиц, воем волков, кваканьем лягушек, рычанием медведя? Сравни жабу и соловья. Придумай разговор между вороной и соловьем, между кротом и лягушкой [9].

Интеллектуально-творческая беседа по картине «Прятки». Какие игры на улице ты знаешь? Есть ли у них правила? Где в парке прячутся дети, когда играют в «Прятки»? Придумай, о чем говорили водящая и играющий мальчик. Представь, что у героя на скамейке также есть смартфон, он тут же заметил, что его друг обманывает. Что произойдет?

Интеллектуально-творческая беседа по картине «Прятки»: Какую живность че-

ловека может держать в доме? Сочини, кто может быть хозяевами этих домашних животных, нарисованных на картинке. Аквариумных рыб и попугая можно по-настоящему считать домашними питомцами? Чем похожи и чем отличаются курица и попугай. Придумай разговор кота и попугая. Если бы их беседа услышала рыба, что бы она подумала? Придумай, кто еще смог бы помешать коту? Что бы сказал хозяин питомцев, когда в этот момент вошел в комнату?

Данный этап работы требовал от детей активной и творческой работы воображения, мышления, речи, проявления наблюдательности.

На третьей ступени дети под руководством логопеда составляют исходный рассказ по картинке.

Четвертая ступень – это планирование творческого рассказа. Детям предлагались варианты развития событий по разным параметрам изменения сюжета [9]. Так, при придумывании нового содержания в рассказе по картине «Лучшая клумба» логопед предлагал добавить последующие события: подошла мама и поругала девочку, соседи из-за забора увидели и посоветовали, пришла подружка и пояснила. Вариантами развития событий в творческом рассказе по картине «Пугающая еда» заменялся объект: куриную ножку предлагалось заменить на помидор, бутерброд, шоколад и т.п., а в рассказе по картине «Киносьемка» продавца мороженого заменяют на кошку, лавочку, дерево, мальчика на роликах и т.д.). В рассказе по картине «Магнитофонная запись» идет замена действующего лица: мальчика на ученого, жабу на ежа, воробья, змею; соловья на дятла, дрозда, сову и т.д.). В рассказе по картине «Прятки» добавляются предшествующие и последующие события: дети закончили нечестную игру, выхватили телефон у мальчика; дети рассмеялись, один из игроков позвонил водичкой по телефону и т.д. В рассказ по картине «Приключение на реке» добавляется объект: мель, моторная лодка, бревно, спасательный круг, плот, водный велосипед и т.д.), а в рассказе по картине «Живой уголок» добавляется еще одно действующее лицо: мальчик, бабушка, кошка, девушка, собака). При творческом изменении сюжета в рассказе по картине «Вот так палка» меняется результат действия: за собакой с жезлом примчался полицейский, пес увидел кота и убежал за ним, принес детскую лопатку, убежал вслед за другими собаками, мальчик увидел жезл и сам убежал от собаки, пес с жезлом напугал хозяев других собак и др.). При составлении творческих рассказов по картинкам «Рисунок с натурой»

и «Прогулка на лыжах» испытуемым предлагался вариант с заменой времени действия – время года трансформировалось на другое: весна, осень, зима.

На пятой ступени сюжет по текстам рассказов разыгрывается в театре на песке – это рисование песком на световом столе, в том числе с использованием фигурок настольного театра, связное последовательное и логичное изложение текста с элементами творчества, придуманными на четвертом этапе. Данный этап работы способствовал не только развитию связной речи у детей с ОНР, но и мелкой моторики, творческого мышления, воображения. Немаловажно, что речевые игры с песком обеспечивают устойчивый интерес и внимание на протяжении всего занятия по обучению творческому рассказыванию. Песочная терапия дает возможность детям для самовыражения, что объективно повышает эффективность логопедической работы. Коррекционно-развивающий эффект обеспечивается за счет пластичности самого песка: он способствует тактильно-двигательно-речевой стимуляции, развитию мелких дифференцированных движений кистей и пальцев рук за счет манипулятивных комбинаций и речевого сопровождения в виде элементов творческого рассказывания. Прием моделирования содержания творческих рассказов в песочнице помогает наполнить речь детей с ОНР конкретным производимым действием, проговорить собственные реальные манипуляции с предметами – атрибутами рассказа.

Заключение

Для проверки эффективности проводимой нами логопедической работы по развитию умений творческого рассказывания с использованием пескотерапии, мы провели контрольный эксперимент. Он показал положительные количественные и качественные сдвиги в экспериментальной группе: увеличилось количество детей со средним уровнем развития умений творческого рассказывания на 40%, а число испытуемых с низким уровнем уменьшилось на 60%. Их рассказы стали более информативными, связными, грамматически правильными, отличались логической завершенностью. В рассказах-описаниях, составленных самостоятельно детьми, отражалась большая часть основных характеристик и качеств предмета. В контрольной группе динамика незначительная, существенные качественные изменения в развитии изучаемых навыков не выявлены. Рассказы детей были составлены по повторным наводящим вопросам и подсказкам логопеда, отмечались нарушения последовательности, связно-

сти, структуры повествования, недостаточная информативность. Большинство детей контрольной группы составляли рассказ с помощью логопеда, при развитии сюжета отмечались нарушения связности из-за бедности текстовых средств связи, частичное раскрытие причинно-следственных связей, наблюдались лексико-грамматические ошибки и смысловые несоответствия. Таким образом, результаты контрольного этапа эксперимента позволяют сделать вывод об эффективности разработанной и апробированной нами программы развития умений и навыков творческого рассказывания у детей с ОНР 6–7 лет с использованием пескотерапии.

Список литературы

1. Арсеньева М.В., Баряева Л.Б. Основные направления развития связной речи у дошкольников с общим недоразвитием речи (на материале детской художественной литературы) // Специальное образование. 2019. № 4 (56). С. 17–26.
2. Аханькова Е.В. Использование приемов творческого рассказывания в процессе коррекционно-логопедической работы с детьми старшего дошкольного возраста с общим недоразвитием речи: автореферат дис. ... канд. пед. наук: 13.00.03 / Моск. пед. гос. ун-т. Москва, 2004. 16 с.
3. Ворошнина Л.В. Пути совершенствования процесса обучения старших дошкольников творческому рассказыванию: дис. канд. пед. наук. Москва, 1978. 209 с.
4. Глазунова К.Е., Суховская И.А. Изотерапия как средство формирования творческого рассказывания у старших дошкольников с общим недоразвитием речи // Материалы 67-й научно-практической конференции преподавателей и студентов. В 2х ч. Благовещенск: БГПУ, 2017. С. 140–144.
5. Граб Л.М. Творческое рассказывание. Обучение детей 5–7 лет. Волгоград: Учитель, 2021. 136 с.
6. Заева М.О., Шорохова М.В. Формирование творческого рассказывания в процессе коррекционно-логопедической работы с детьми старшего дошкольного возраста с общим недоразвитием речи // Концепт. 2018. № 7. С. 38–44.
7. Гусева Т.С., Юманова А.А. Развитие навыков творческого рассказывания у детей старшего дошкольного возраста с общим недоразвитием речи // Культурологический подход в специальном образовании: психолого-педагогический аспект: сборник научных статей XIV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и магистрантов. Чебоксары: ЧГПУ им. И.Я. Яковлева, 2017. С. 45–47.
8. Глухов В.П. Методика формирования связной монологической речи детей дошкольного возраста с общим недоразвитием речи / Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Моск. гос. открытый пед. ун-т, 1998. 116 с.
9. Ткаченко Т.А. Обучение детей творческому рассказыванию по картинкам: пособие для логопеда. М.: Владос, 2017. 47 с.
10. Медведев П.Н., Малий Д.В. Развитие творческого воображения у детей старшего дошкольного возраста средствами песочной анимации // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 5 (107). Часть 2. С. 136–139.
11. Микрюкова Н.Г., Малова Т.В. Формирование умений у детей 6–7 лет составлять творческий рассказ в условиях кружка «Путешествие по сказкам» // Педагогика и психология в XXI в.: современное состояние и тенденции исследования: сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов, молодых педагогов. Киров: Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании, 2019. С. 286–290.
12. Колесникова С.А. Формирование связной речи у дошкольников с нарушениями речи с использованием метода наглядного моделирования // Молодой ученый. 2017. № 26 (160). С. 163–165.

УДК 378.1

КАМПУС: СУЩНОСТЬ ПОНЯТИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ТИПОВ**Сергеева С.В., Дианова Ю.А.***Пензенский государственный технологический университет, Пенза,
e-mail: sergeeva@penzgtu.ru, dianova@penzgtu.ru*

В условиях поиска ответа на «вызовы» времени современные университеты превращаются в лаборатории, «научно-образовательные площадки», «кампусы», в рамках которых выстраиваются новые стратегические ориентиры по организации и содержанию профессиональной подготовки. В качестве ответа на «вызовы» времени в национальном проекте «Наука» был обозначен ориентир на создание новой кампусной инфраструктуры, нацеленной на создание комфортных условий для студентов и преподавателей. Анализ справочно-энциклопедической литературы позволяет получить первичное представление о кампусе как объекте университетской инфраструктуры, предоставляющем организационно-методические, информационные, материально-технические возможности. Одновременно теоретический анализ определений понятия «кампус» в современной научной литературе позволяет сделать вывод о том, что кампус – это «образовательный центр»; «электронно-образовательная среда»; «пространство для научного творчества с высокотехнологическим оборудованием, библиотечным фондом, информационными и человеческими ресурсами»; «место для социально-педагогической, методической, профессиональной поддержки». Ключевыми элементами его выступают «среда», «ресурс», «комплекс», «социальная инфраструктура», «связующее звено между университетами и промышленностью», «проектирование образовательно-профессионального маршрута». Основными сферами его применения являются: электронно-образовательная среда вуза, педагогическое обеспечение готовности будущего педагога к профессионально-нравственной самореализации, дополнительное образование молодежи, исследовательская деятельность и новые разработки в соответствии с социальным заказом. На основе использования метода логических обобщений авторами составлена и приведена классификация типов кампусов с позиции пространственной организации (интегрированный, автономный; городской распределенный, городской локальный, пригородный (загородный) локальный; кампус «гринфилд», реконструируемый; микрокампус, микрокампус, классический исторический, макрокампус, мегакампус), информационного обеспечения (виртуальный, мобильный), педагогической деятельности (кампус проектной деятельности, кампус молодежных инноваций).

Ключевые слова: кампус, университетский кампус, кампусная модель, кампусная инфраструктура, классификация типов кампусов

CAMPUS: THE ESSENCE OF THE CONCEPT AND CLASSIFICATION OF TYPES**Sergeeva S.V., Dianova Yu.A.***Penza State Technological University, Penza, e-mail: sergeeva@penzgtu.ru, dianova@penzgtu.ru*

In the context of the search for an answer to the «challenges» of the time, modern universities are turning into laboratories, «scientific and educational platforms», «campuses», within which new strategic guidelines for the organization and content of professional training are being built. As a response to the «challenges» of the time, the national project «Science» identified a reference point for the creation of a new campus infrastructure aimed at creating comfortable conditions for students and teachers. The analysis of reference and encyclopedic literature allows you to get a primary idea of the campus as an object of university infrastructure, providing organizational and methodological, information, material and technical capabilities. At the same time, a theoretical analysis of the definitions of the term «campus» in the modern scientific literature allows us to conclude that the campus is an «educational center»; an electronic educational environment; «a space for scientific creativity with high-tech equipment, library stock, information and human resources»; «a place for socio-pedagogical, methodological, and professional support.» Its key elements are: «environment», «resource», «complex», «social infrastructure», «connecting link between universities and industry», «designing an educational and professional route». The main areas of its application are: the electronic educational environment of the university, pedagogical support of the future teacher's readiness for professional and moral self-realization, additional education of young people, research activities and new developments in accordance with the social order. Based on the use of the method of logical generalizations, the authors have compiled and presented a classification of types of campuses from the point of view of spatial organization (integrated, autonomous; urban distributed, urban local, suburban (suburban) local; greenfield campus, under reconstruction; microcampus, micocampus, classical historical, macrocampus, megacampus), information support (virtual, mobile), teaching activities (project activity campus, youth innovation campus).

Keywords: campus, university campus, campus model, campus infrastructure, classification of campus types

В условиях поиска ответа на «вызовы» времени (растущая конкуренция, меняющаяся технология производства, трансформирующаяся структура организации и т.д.) современные университеты превращаются в лаборатории (или «научно-образовательные площадки», «кампус»), где выстраиваются новые стратегические ориентиры

по организации и содержанию профессиональной подготовки. Более 15 лет назад Н.Е. Покровским было замечено, что «отныне университет из храма науки превращается в market plays в самом широком смысле этого понятия» [1, с. 97]. Товаром особого значения становятся новые знания и востребованные на рынке труда практико-ори-

ентированные умения и навыки (коммуникабельность, мотивированность, работа в команде, оперативное усвоение новой информации, работа в условиях стресса, генерирование и оформление идеи, самостоятельное принятие нестандартных решений, рефлексия и т.п.).

В качестве ответа на «вызовы» времени в Министерстве науки и высшего образования в национальном проекте «Наука» был обозначен ориентир на создание новой кампусной инфраструктуры, нацеленной на создание комфортных условий для студентов и преподавателей. Как отметил на официальном сайте ведомства министр науки и высшего образования Российской Федерации Валерий Фальков: «Университетский кампус – это пространство для научного творчества и самореализации в сфере исследований и разработок» [2]. В современной научной педагогической литературе в части научно-исследовательской работы студентов часто стало использоваться понятие «кампус», «университетский кампус», «кампусная модель», «студенческие объединения» и др.

Время не стоит на месте, и сегодня можно с уверенностью отмечать процесс, в рамках которого происходит уточнение понятия и статуса «университетского кампуса». Скорее его можно и следует называть «научно-проектным кампусом». О процессе конвергенции и уточнения понятия «кампус» в современной трактовке, а также классификации его типов в научной литературе пойдёт речь в настоящей статье.

Цель исследования – раскрыть сущность понятия «кампус» и предложить классификацию его типов.

Материалы и методы исследования

В статье использовались общенаучные методы исследования: анализ, синтез, обобщение.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ справочно-энциклопедической литературы позволяет получить первичное представление о сущности понятия «кампус». Так, в словаре иностранных слов современного русского языка понятие кампус трактуется как «территория университета, колледжа или школы в США и др. странах; университетское общежитие» [3].

В словарях понятие «кампус» трактуется как территория и строения университета, колледжа или средней школы; университетское общежитие; студенческий лагерь, городок в США и Европе; университетский или школьный городок; комплекс универси-

тетского городка; университетский городок, включающий, как правило, учебные помещения, научно-исследовательские институты, жилые помещения для студентов, библиотеки, аудитории, столовые. Обобщив, можно сказать, что кампус рассматривается как некая инфраструктура, пространство, в рамках которого заключена образовательная организация, осуществляющая учебно-воспитательный процесс.

В научно-педагогической литературе понятие «кампус» рассматривали И.С. Барчукова, О.В. Зубакина, Е.В. Неборский, Г.Н. Ольховикова, Х.Ш. Тенчурина.

Х.Ш. Тенчурина, изучая зарубежный опыт создания университетских городков – «кампусов», обозначает кампус как крупный образовательный центр [4]. Часто под университетским кампусом понимается некая управляемая, экономически эффективная инновационно-образовательная среда вузов, способствующая формированию конкурентоспособных специалистов при поддержке социальных и промышленных партнеров, наполненная современной материально-технической базой.

И.С. Барчукова в своем педагогическом исследовании отмечает, что кампус может выступать комфортной электронно-образовательной средой. Электронный кампус предоставляет разнообразные возможности для студентов – это общение с одногруппниками, самообразование, доступ к ресурсам интернета и библиотечному фонду, онлайн семинары и консультации, а также индивидуальный доступ к компьютерной технике. Необходимыми условиями формирования электронно-образовательной среды выступают: наличие социальной инфраструктуры, библиотеки, оборудованных лабораторий, научных школ под руководством опытных ученых. Выполнение этих требований является одним из компонентов созидательного кампуса [5].

Интересна точка зрения Е.В. Неборского, который в своем диссертационном исследовании рассматривал кампус как комплекс технопарков (исследовательских парков), соединяющий в себе доступность технической базы, возможность обращения к новейшим научным разработкам. С его точки зрения именно кампус может выступать связующим звеном между промышленностью и университетами через проведение совместных исследований, патентное лицензирование и возникновение малых венчурных фирм в кампусах университетов. «Университеты, имеющие кампусы, являются привлекательным местом как для абитуриентов, так и для профессоров исследователей, проводящих свои

разработки, а также для крупного бизнеса, нацеленного на привлечение новейших научных продуктов» [6].

В исследовании О.В. Зубакиной понятие «кампус» трактуется как информационная среда для профессионального самоопределения обучающихся. Составными элементами электронного кампуса являются сайт, учебно-методические комплексы, информационные образовательные ресурсы и др. Благодаря электронному кампусу обучающиеся смогут расширить информационное поле, получить навыки самостоятельного построения образовательной профессиональной траектории [7].

Очевидно, что современный кампус должен обязательно иметь специфику деятельности; программу развития; обособленную территорию, наполненную современными материально-техническими ресурсами; систему управления, нацеленную на эффективное функционирование кампуса. Все эти критерии будут способствовать его устойчивому развитию для привлечения талантливой молодежи и специалистов.

Теоретический анализ определений понятия «кампус» позволяет сделать вывод о том, что ключевыми элементами его выступают «среда», «ресурс», «комплекс», «социальная инфраструктура», «связующее

звено между университетами и промышленностью», «проектирование образовательно-профессионального маршрута», смысловое содержание их заключается в организации социально активной, инновационной образовательной среды, наполненной организационно-методическими, информационными, материально-техническими ресурсами для построения индивидуальной траектории студента.

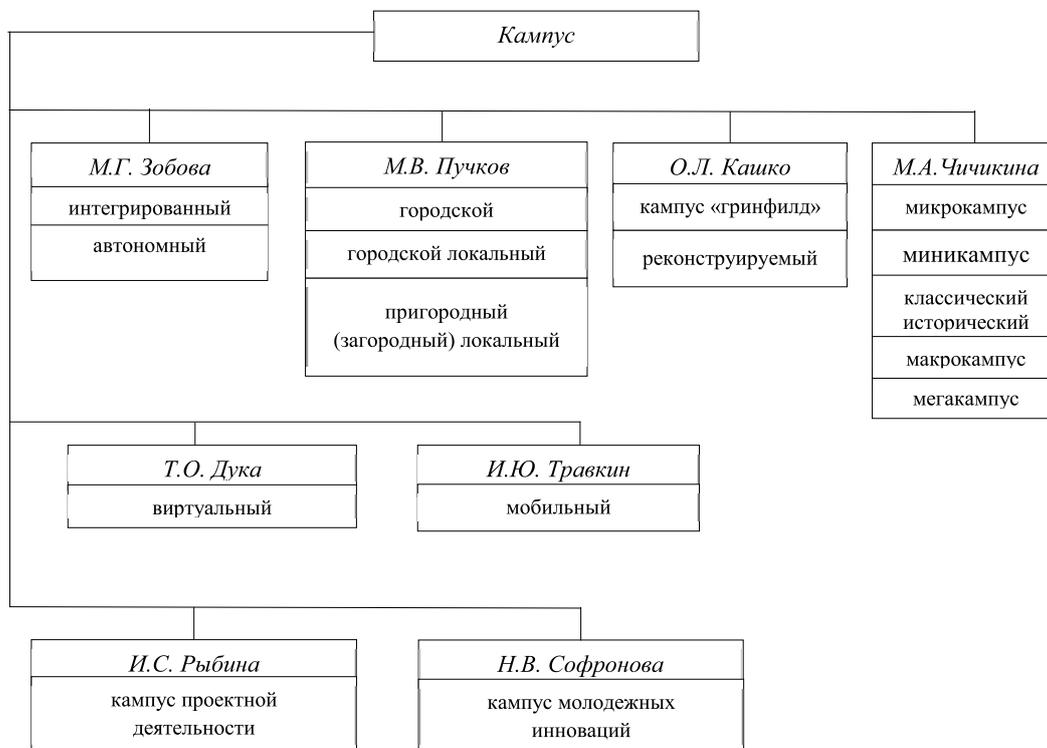
От определений кампуса переходим к рассмотрению типов кампусов и их характеристик в научной литературе.

Данной проблематикой занимались М.Г. Зобова, М.В. Пучков, О.Л. Кашко, И.Ю. Травкин, Н.В. Софронова, М.А. Чичикина, И.С. Рыбина. В своих исследовательских работах авторы рассматривали особенности различных типов кампусов в разных плоскостях научного знания (архитектура и строительство, цифровые технологии, гуманитарные науки и др.).

Проанализировав научно-педагогическую литературу, применив метод логических обобщений, составим классификацию типов кампусов (рисунок).

Ученые по-разному характеризуют различные типы кампусов.

С позиции пространственной организации кампус рассматривают М.Г. Зобова, О.Л. Кашко, М.В. Пучков, М.А. Чичикина.



Классификация типов кампусов

М.Г. Зобова выделяет интегрированный (территория высшего учебного заведения, интегрированная в образовательный кластер (систему обучения, взаимообучения и инструментов самообучения в инновационной цепочке наука – технологии – бизнес, основанная преимущественно на горизонтальных связях внутри цепочки)) и автономный кампус (обособленная территория с собственной инфраструктурой, принадлежащая определенному высшему учебному заведению. Автономный кампус – это студенческий городок, отвечающий современным стандартам, включающий учебную, научно-практическую, жилую, спортивную, торгово-развлекательную, рекреационную, инженерно-техническую, хозяйственную и другие зоны) [8].

О.Л. Кашко рассматривает кампусы, строящиеся на новом месте (кампус «гринфилд»), и кампусы, встраиваемые в существующую городскую среду (реконструируемые) [9].

М.В. Пучков выделяет городские распределенные кампусы – совокупность университетских объектов, рассредоточенных или рассеянных в городской среде; городские локальные университетские кампусы – кампусы высокой плотности в городской застройке; пригородные (загородные) локальные университетские кампусы – комплексы с обособленной территорией с четкой границей и защищенной территорией, продуманной как градостроительно, так и композиционно пространственной и транспортной связью с центром города, с высоким качеством жизни и природной ландшафтной средой [10].

М.А. Чичикина характеризует кампусы по масштабу и размерам:

– микрокампус в городской среде предполагает концентрацию всех минимально необходимых функций комплекса в одном объекте;

– мини-кампус – такой тип характерен для классических университетов, новых университетов, в сложных архитектурных, климатических или ландшафтных условиях, где используются планировочные концепции «колледжа»;

– классический исторический кампус с системой моллов (торговых центров) и колледжей;

– макрокампус – с большой плотностью застройки и/или сложной структурой, обычно неоднократно реконструируемый и перестраиваемый;

– мегакампус – тип кампуса, состоящий из нескольких университетов (от 2 до 10) с общей социальной, инженерной и транспортной инфраструктурой [11].

С позиции информационного обеспечения кампус рассматривают Т.О. Дука, И.Ю. Травкин.

Т.О. Дука рассматривает такой тип кампуса, как виртуальный (виртуальный деканат) – это информационный ресурс по вопросам выбора студента в образовательном процессе вуза. Исследователь выделяет организационно-педагогические условия создания виртуальных кампусов в университете, проводит аналогии с сервисной студенческой службой, академическими консультантами [12].

И.Ю. Травкин характеризует мобильный кампус как технологическую платформу, совокупность инструментов, сетевых сервисов и педагогических технологий в рамках мобильного обучения, позволяющую осуществить совмещение неформального и социального видов (каналов) учебной деятельности с формальным обучением в рамках традиционного учебного заведения (вуз, ссуз) [13].

С позиции педагогической деятельности кампус характеризуют И.С. Рыбина, Н.В. Софронова.

И.С. Рыбина рассматривает кампус проектной деятельности как форму социально значимой педагогической деятельности наряду с такими направлениями, как волонтерство, тьюторство и вожатская деятельность студенческого самоуправления. Пространство кампуса объединяет методологические, личностные и социальные ресурсы (подпространства). Кампус проектной деятельности, как внеаудиторная форма организации занятий, выступает площадкой для реализации системных проектов организация проектной деятельности, а также нравственной самореализации педагога [14].

Н.В. Софронова выделяет кампус молодежных инноваций как важный элемент системы развития дополнительного образования, который характеризуется межкультурной средой, ориентацией на глобальные тренды будущего, потребности рынка труда и социальный заказ. Деятельность кампуса в формате летнего лагеря направлена на обеспечение единых организационных и методических условий для его участников. Кампус молодежных инноваций предполагает новые форматы общения с единомышленниками, взаимодействие с представителями реальных компаний, что позволяет приобрести необходимые личные и профессиональные навыки [15].

Таким образом, каждый тип кампуса имеет свои отличительные черты – это либо пространство, связанное с образовательными практиками, либо технологическая информационная платформа с определенным набором полезных функций, либо молодежная научно-образовательная

среда, обеспечивающая проектирование индивидуального маршрута обучающегося во взаимодействии с социальными заказчиками [16]. Однако вне зависимости от функционального назначения кампуса можно выделить связующее звено. По нашему мнению, это предоставляемые возможности: материально-технические, информационно-коммуникационные, организационно-методические.

Заключение

Подводя итог, отметим, что представленные определения понятия «кампус» в научно-педагогической литературе имеют разную сферу применения: электронно-образовательное пространство вуза, инновационный инфраструктурный комплекс города, региона, место пребывания разных социальных категорий участников. Представленная классификация типов кампусов и их характеристика показывают, что учтены не все области, с позиции которых можно рассматривать это понятие. Накопленный учеными большой теоретический и эмпирический материал способен стать базой для собственного педагогического исследования такого типа кампуса, как «научно-проектный кампус» с позиции среды для деятельности студенческих научных объединений в техническом вузе.

Список литературы

1. Покровский Н.Е. Корпоративный университет: утопия, антиутопия или реальность? // Экономика образования. 2007. № 1. С. 97–103.
2. В России проводится работа по созданию университетских кампусов. [Электронный ресурс]. URL: https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/?ELEMENT_ID=31862 (дата обращения: 17.06.2021).
3. Егорова Т.В. Словарь иностранных слов современного русского языка. М.: «Аделант», 2014. 800 с.
4. Тенчурина Х.Ш. Становление и развитие профессионально-педагогического образования, последняя треть XIX – начало 90-х гг. XX в.: дис. ... докт. пед. наук. Москва, 2002. 562 с.
5. Барчукова И.С. Кампус как комфортная электронно-образовательная среда // Спортивно-педагогическое образование: сетевое издание. 2018. № 4. С. 43–47.
6. Кашко О.Л. Кампусы университетов // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). 2016. № 4 (25). С. 80–81.
7. Зубакина О.В. Социальное партнерство вуза как фактор реализации педагогической и информационной поддержки профессионального самоопределения старшеклассников: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2008. 27 с.
8. Зобова М.Г. Обновление архитектурно-градостроительной типологии университетских кампусов в России // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 5 (180). С. 137–141.
9. Неборский Е.В. Формы осуществления интеграции образования, науки и производства в университетах США и Японии: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2011. 23 с.
10. Пучков М.В. Университетский кампус. Принципы создания пространства современных университетских комплексов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2011. № 3. С. 79–99.
11. Чичикина М.А., Осипова И.В., Долгополова К.А. Кампусы университетов // Молодежь и наука: материалы X Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 80-летию образования Красноярского края. 2014. [Электронный ресурс]. URL: http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/17150/s22_046.pdf (дата обращения: 08.06.2021).
12. Дука Т.О. Образовательный выбор студентов университетов России и Германии: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Омск, 2010. 23 с.
13. Травкин И.Ю. Мобильный кампус: коллективно-рефлексивное измерение учебной деятельности, опосредованной мобильными технологиями // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2013. № 1. С. 15–20.
14. Рыбина И.С. Педагогическое обеспечение готовности будущего педагога к профессионально-нравственной самореализации. автореф. дис. ... канд. пед. наук. Барнаул, 2016. 23 с.
15. Софронова Н.В. Кампус молодежных инноваций как форма реализации национального проекта «Образование» // Актуальные проблемы прикладной и школьной информатики: материалы конференции (Чебоксары, 2020 г.). Чебоксары: Издательство Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева, 2020. С. 68–76.
16. Сергеева С.В., Дианова Ю.А. Современные формы организации деятельности студенческих научных объединений в вузе // Непрерывное образование в вузе: вызовы и тренды, меняющие пространство технологий управления, обучения, воспитания и развития: материалы Международной научно-практической конференции (Пенза, 30 ноября 2020 г.). Прага: Vědecko vydavatelské centrum «Sociosféra-CZ», 2021. С. 61–65.

УДК 796.011.3:378

РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТЕГРАЦИИ МАРКЕТИНГОВОГО ПОДХОДА В ПРОЦЕСС ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ ВУЗА

¹Смирнов А.А., ²Баянкин О.В., ³Валынкин Р.О., ³Шеенко Е.И.

¹ФГБОУ ВО «Алтайский государственный институт культуры»,
Барнаул, e-mail: alexandr_smirnov1978@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет»,
Барнаул, e-mail: baynkin_ov@mail.ru;

³ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова», Барнаул, e-mail: sheenk@rambler.ru

В статье приведены результаты интеграции маркетингового подхода в процесс физического воспитания студентов вуза. На основе анализа литературы отмечается активное вхождение элементов и инструментов маркетинга в систему образования. Авторами представлены результаты годичного эксперимента по интеграции маркетингового подхода в физическое воспитание студентов АлтГТУ. Приведен перечень маркетинговых мероприятий, интегрированных авторами в условиях эксперимента в физическое воспитание студентов: маркетинговые исследования; сегментирование физкультурно-спортивного рынка (по видам физкультурно-спортивной деятельности) и отбор целевых групп студентов – потребителей образовательных услуг; мониторинг качества производимого продукта – уровня физической культуры личности. Экспериментальная группа (ЭГ) осваивала содержание дисциплины с учетом выявленных у студентов средствами маркетинговых исследований интересов в сфере физкультурно-оздоровительных услуг, т.е. были организованы учебные группы по одному из видов спорта, обозначенных ими в рамках маркетинговых исследований. В контрольной группе (КГ) процесс физического воспитания строился на общепринятом подходе комплексного планирования и последующего освоения базовых видов спорта (гимнастика, легкая атлетика, спортивные игры и лыжные гонки). Мониторинг результатов интеграции маркетингового подхода в процесс физического воспитания отражал достигнутый студентами уровень физической культуры личности. Мониторингу были подвергнуты следующие показатели физической культуры личности: посещаемость учебных занятий по физической культуре, уровень физкультурной активности студентов; уровень потребности в самостоятельной физкультурной деятельности. В эксперименте у студентов ЭГ обнаружена достоверная динамика по всем компонентам физической культуры личности. Так, в ЭГ посещаемость занятий улучшилась на 23,1%, участие в мероприятиях и праздниках физкультурно-спортивной и оздоровительной направленности увеличилось на 42,8%, участие в соревнованиях по избранному виду спорта возросло на 36,8%, уровень потребности в самостоятельной физкультурной деятельности достоверно изменился на 14,9 баллов. В КГ достоверная динамика обнаружена только в двух компонентах, но значительно уступает результатам ЭГ.

Ключевые слова: маркетинговый подход, физическое воспитание, маркетинговые исследования, сегментирование физкультурно-спортивного рынка, физическая культура личности, потребность в самостоятельной физкультурной деятельности

RESULTS OF INTEGRATION OF THE MARKETING APPROACH IN THE PROCESS OF PHYSICAL EDUCATION OF UNIVERSITY STUDENTS

¹Smirnov A.A., ²Bayankin O.V., ³Valynkin R.O., ³Sheenko E.I.

¹Altai State Institute of Culture, Barnaul, e-mail: alexandr_smirnov1978@mail.ru;

²Altai State Pedagogical University, Barnaul, e-mail: baynkin_ov@mail.ru;

³Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, Barnaul, e-mail: sheenk@rambler.ru

The article presents the results of the integration of the marketing approach in the process of physical education of university students. Based on the analysis of the literature, the active entry of marketing elements and tools into the education system is noted. The authors present the results of a year-long experiment on the integration of the marketing approach in the physical education of students of AltSTU. The list of marketing activities integrated by the authors in the conditions of the experiment into the physical education of students is given: marketing research; segmentation of the physical culture and sports market (by types of physical culture and sports activities) and selection of target groups of students-consumers of educational services; monitoring of the quality of the product produced – the level of physical culture of the individual. The experimental group (EG) mastered the content of the discipline, taking into account the interests identified in the students by means of marketing research in the field of physical culture and health services, i.e., training groups were organized for one of the sports designated by them in the framework of marketing research. In the control group (KG), the process of physical education was based on the generally accepted approach of integrated planning and subsequent development of basic sports (gymnastics, athletics, sports games and cross-country skiing). Monitoring the results of the integration of the marketing approach in the process of physical education reflected the level of physical culture of the individual achieved by the students. The following indicators of physical culture of the individual were monitored: attendance of training sessions in physical culture, the level of physical activity of students; the level of need for independent physical and cultural activities. In the experiment, the EG students showed significant dynamics in all components of physical culture of the individual. So, in the EG, the attendance of classes improved by 23.1%, participation in events and holidays of physical culture, sports and health-improving orientation increased by 42.8%, participation in competitions in the chosen sport increased by 36.8%, the level of need for independent physical activity significantly changed by 14.9 points. In KG, the reliable dynamics was found only in two components, but significantly inferior to the results of the EG.

Keywords: marketing approach, physical education, marketing research, segmentation of the physical culture and sports market, physical culture of the individual, the need for independent physical activity

Как показывает практика, повышение качества организации и реализации физического воспитания учащейся молодежи невозможно только повышением «способности поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности» [1] и стремлением к «достаточному уровню психофизического состояния и компетенций в области сохранения здоровья для успешной профессиональной деятельности» [2]. В своем исследовании А.С. Баталов (2003) тонко подметил, что сложившаяся ситуация «требует ревизии целей, содержания, методов и форм образования» [3], которые находятся на вооружении кафедр физической культуры и преподавателей в частности. В условиях реформ социально-экономического характера качественное физическое воспитание возможно при ориентации на современные, более востребованные технологии и подходы, адекватно воспринимаемые современной молодежью, среди которых в настоящее время особое место отводится образовательному маркетингу. О необходимости интеграции маркетинга в образование с целью повышения его качества говорят исследования следующих авторитетных специалистов: О.Ю. Цыбиной (2013), А.О. Солопенко, И.И. Плужниковой (2019), С.А. Нажмутдиновой, К.М. Гасановой, А.М. Мамедяровой, Р.Х. Магомедова (2020) и др. [4–6]. Вместе с тем, как отметил в своей работе С. Хисамутдинов (2013), в отличие от зарубежного высшего образования «до сих пор в отечественной литературе отсутствуют достаточно целостные исследования по использованию маркетинга в сфере образования» [7].

Если же говорить о физическом воспитании студентов, как одном из необходимых направлений во всесторонней подготовке высококвалифицированных специалистов, интерес исследователей к маркетинговому подходу на сегодняшний день вообще не проявлялся. Была предпринята попытка в использовании возможностей маркетинга в физическом воспитании студентов исследователем С.В. Салминым (2009), разработавшим идею формирования здорового образа жизни студентов в процессе маркетинговой деятельности вуза [8]. Однако в работе С.В. Салмина физкультурно-оздоровительная работа со студентами рассматривается только в рамках воспитательной деятельности вуза.

Таким образом, анализ литературы показал, что в практике физического воспитания студентов, а именно в организации занятий по дисциплине «Физическая куль-

тура», использование средств маркетинга на данный момент не осуществлялось. Авторским коллективом впервые была предпринята попытка использования маркетингового подхода в физическом воспитании студентов.

Маркетинговый подход в организации физического воспитания студентов предполагал следующие мероприятия:

- маркетинговое исследование в форме опросов, анкетирования, интервьюирования для понимания того, на кого ориентироваться в организации физического воспитания, каков будет контингент занимающихся, какой вид физкультурно-спортивных видов деятельности лучше культивировать на занятиях;

- сегментирование физкультурно-спортивного рынка (по видам физкультурно-спортивной деятельности) и отбор целевых групп студентов – потребителей образовательных услуг: разделение групп студентов в процессе физического воспитания на подгруппы или сегменты, в которых потребности и запросы в конкретных видах физкультурно-спортивной деятельности одинаковы;
- мониторинг качества производимого продукта – уровня физической культуры личности студентов, характеризующегося каким-либо уровнем сформированной самостоятельной физкультурной активности.

Цель исследования заключалась в изучении результатов физического воспитания студентов, осуществляемого на основе маркетингового подхода.

Материалы и методы исследования

В качестве методов исследования в работе были задействованы: анализ специальной литературы по проблеме исследования, анкетирование, опрос, педагогический эксперимент, математическая обработка данных. Исследование было организовано на базе ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (г. Барнаул) в течение учебного 2020–2021 г. В исследовании были задействованы более 500 студентов, предварительно распределенных на экспериментальную ($n = 237$) и контрольную ($n = 264$) группы.

Результаты исследования и их обсуждение

Маркетинговые исследования в форме опроса и анкетирования, используемые в предварительных исследованиях, позволили учитывать интересы и потребности студентов вуза в процессе планирования физического воспитания и, собственно, подготовки преподавателя к занятиям [9, 10].

К тому же на основе учета результатов сегментирования по видам физкультурно-спортивной деятельности процесс физического воспитания в АлтГТУ был организован следующим образом:

– одна группа обучающихся, выступавшая в роли экспериментальной группы (237 студентов), осваивала содержание дисциплины с учетом выявленных у них интересов в сфере физкультурно-оздоровительных и спортивно-массовых услуг. Для занятий по физической культуре были организованы учебные группы по одному из видов физкультурно-спортивной деятельности, обозначенных ими в рамках маркетинговых исследований: спортивно-игровой, гимнастической, атлетической, аэробной, спортивно-боевой направленности;

– другая группа – контрольная (n = 264), осваивавшая дисциплину традиционным способом, где процесс физического воспитания строился на общепринятом подходе комплексного планирования и последующего освоения средств базовых видов физкультурно-спортивной деятельности (гимнастика, легкая атлетика, спортивные игры и лыжные гонки).

Как правило, результат физического воспитания студентов оценивают по показателям их физической подготовленности. Однако практический опыт дает все основания утверждать, что ориентирование на повышение физических кондиций обучающихся в процессе их физического воспитания не носит долговременного эффекта и ограничивается рамками академических (обязательных) занятий. Физически воспитанного студента отличает достаточный уровень здоровья и способность к самостоятельному его поддержанию и укреплению, а также повседневному осуществлению профилактики заболеваний и коррекцию собственного психофизического состояния. Соответственно, качественное физическое воспитание будущего высококвалифицированного специалиста возможно только при условии формирования у него потребности в самостоятельной физкуль-

турной активности. Мнение о необходимости контроля у студентов самостоятельной физкультурной активности как результата их физического воспитания подтверждается исследованиями Т.Е. Веселкиной, А.И. Крылова (2014), Ю.С. Кучиной (2018), С.Л. Михайлова, Т.В. Беличевой, А.В. Боква (2018) и др. [11–13].

Таким образом, оценивание результатов физического воспитания студентов в настоящем исследовании нами осуществлялось на основе анализа следующих показателей: посещаемость учебных занятий по физической культуре, уровень физкультурной активности студентов, уровень потребности в самостоятельной физкультурной деятельности.

Изучение результатов физического воспитания студентов первого курса, реализуемого в течение двух семестров с сентября 2020 по апрель 2021 г. позволило судить об эффективности использования маркетингового подхода в работе со студентами. Физическое воспитание, реализуемое в учебных группах на основе средств избранного студентами вида физкультурно-оздоровительных услуг, как ведущего вида физкультурной деятельности, способствовало активизации самостоятельных занятий, выполняемых студентами как в условиях урочных занятий, так и в условиях самостоятельных домашних тренировок.

Такой подход к организации занятий, когда студенты углубленно осваивали выбранный ими вид спорта (спортивная гимнастика, баскетбол, пауэрлифтинг и др.) или физкультурно-оздоровительной деятельности (степ-аэробика, йога, оздоровительный бег, атлетическая гимнастика и пр.), содействовал лучшему освоению двигательных действий и позволял увеличить общее время занятий как специальными, так и общеподготовительными и общеразвивающими упражнениями. Такой подход ускорял процесс физического совершенствования.

Динамика результатов физического воспитания студентов представлена в табл. 1.

Таблица 1

Динамика результатов физического воспитания студентов

№	Компоненты физической культуры	Период	ЭГ (n = 237)	КГ (n = 264)	t, p
1	2	3	4	5	6
1	Посещаемость учебных занятий (в %)	До	69,2	70,6	t = 0,32; p > 0,05
		После	92,3	75,4	t = 2,68; p < 0,01
		t, p	t = 2,78; p < 0,01	t = 0,62; p > 0,05	
2	Активность участия в физкультурно-оздоровительных и спортивно-массовых мероприятиях (в %)	До	36,4	39,9	t = 0,44; p > 0,05
		После	79,2	50,7	t = 3,11; p < 0,01
		t, p	t = 3,14; p < 0,01	t = 2,01; p < 0,05	

1	2	3	4	5	6
3	Активность участия в соревнованиях по избранному виду спорта (в%)	До	28,6	29,1	$t = 0,61; p > 0,05$
		После	65,4	41,8	$t = 3,41; p < 0,01$
		t, p	$t = 2,96; p < 0,01$	$t = 2,13; p < 0,05$	
4	Уровень потребности в самостоятельной физкультурной деятельности (балл)	До	$44,4 \pm 8,2$	$46,9 \pm 9,1$	$t = 1,42; p > 0,05$
		После	$59,3 \pm 5,6$	$47,4 \pm 9,4$	$t = 2,12; p < 0,05$
		t, p	$t = 2,62; p < 0,01$	$t = 0,32; p > 0,05$	

Из данных табл. 1 видно, что пропуски занятий по физической культуре за учебный год в ЭГ снизились на 23,1% ($t = 2,78; p < 0,01$), тогда как в КГ этот показатель улучшился только на 4,9% ($t = 0,62; p > 0,05$). Опрос студентов ЭГ показал, что посещение занятий стало интересным, так как видна очевидная значимость практических и теоретических занятий по физической культуре. Более того, занятия стали интересны в силу их соответствия запросам потребителей, т.е. студентам предоставлена возможность заниматься wybranными ими видами физкультурно-спортивной деятельности.

Анализ активности участия физкультурно-спортивных мероприятиях и спортивных соревнованиях в обеих группах показал аналогичную ситуацию. Так, в ЭГ студенты стали чаще принимать участие в различных мероприятиях и праздниках физкультурно-спортивной и оздоровительной направленности на 42,8% ($t = 3,14; p < 0,01$), а в КГ этот показатель улучшился только на 10,8% ($t = 2,01; p < 0,05$). Увеличилось число студентов ЭГ, которые стали чаще участвовать в соревнованиях по избранному виду спорта на 36,8% ($t = 2,96; p < 0,01$), а студенты КГ – только на 12,7% ($t = 2,13; p < 0,05$). Сложившаяся ситуация с увеличившимся количеством участников подтолкнула к увеличению в вузе количества межвузовских, внутривузовских и межфакультетских спортивных, физкультурно-оздоровительных и физкультурно-развлекательных мероприятий.

Анализ следующего компонента физической культуры студентов – «уровень потребности в самостоятельной физкультурной деятельности» – проводился нами по методике «Потребность в ценностях физической культуры и здорового образа жизни», разработанной в 2008 г. одним из соавторов настоящей статьи [14].

Следует отметить, что вследствие целенаправленного маркетингового подхода к организации занятий по физическому воспитанию у студентов значительно и достоверно увеличился уровень потребности, чего нельзя констатировать у студентов контрольной группы (табл. 1). Так, на начало обучения в вузе средний уровень потребности в самостоятельной физкультурной деятельности у студентов ЭГ составлял $44,4 \pm 8,2$ балла, а в КГ – $46,9 \pm 9,1$ балла ($t = 1,42; p > 0,05$). За учебный год в процессе физического воспитания, организованного на основе маркетингового подхода, у студентов ЭГ уровень потребности достоверно увеличился на 14,9 баллов и составил к окончанию учебного года $59,3 \pm 5,6$ баллов ($t = 2,62; p < 0,01$). У студентов КГ наблюдалась едва заметная динамика в 0,5 баллов, а уровень потребности к окончанию учебного года составил $47,4 \pm 9,4$ балла ($t = 0,32; p > 0,05$).

Интерес может представлять более детальный анализ динамики уровня потребности в самостоятельной физкультурной деятельности, проведенный по всем 10 уровням 100-балльной шкалы оценивания данного показателя (табл. 2).

Таблица 2

Динамика уровня потребности в самостоятельной физкультурной деятельности у студентов обеих групп (в%)

№	Уровни потребности	уровни	баллы	Период	ЭГ (n = 237)	КГ (n = 264)
1	2	3	4	5	6	7
1	Зачаточная	низкий	1–10	До	0,0	0,0
				После	0,0	0,0
2	Сослагательная (условная)		11–20	До	5,1	4,2
				После	0,0	4,9
3	Очень слабая		21–30	До	16,5	16,3
				После	5,9	17,0
4	Слабая		31–40	До	21,5	18,6
				После	13,9	17,8

Окончание табл. 2						
1	2	3	4	5	6	7
5	Случайная	средний	41–50	До	25,3	26,1
				После	21,9	27,7
6	Неустойчивая		51–60	До	22,8	24,2
				После	36,3	22,0
7	Умеренная		61–70	До	6,8	8,0
				После	15,6	7,2
8	Сильная	высокий	71–80	До	2,1	2,7
				После	4,6	3,0
9	Устойчивая		81–90	До	0,0	0,0
				После	1,3	0,4
10	Органическая		91–100	До	0,0	0,0
				После	0,4	0,0

Результаты годичных наблюдений показали, что у студентов ЭГ высокий уровень сформированной потребности («сильный», «устойчивый» и «органический») увеличился с 2,1% до 6,3%, тогда как в КГ этот показатель положительно изменился с 2,7% до 3,4%. Количество студентов, имеющих средний уровень потребности («случайный», «неустойчивый» и «умеренный»), на начало исследования в экспериментальных учебных группах соответствовало 57,0% и в контрольных группах – 61%. К окончанию исследования нами были зафиксированы неоднозначные изменения в КГ, в которой у студентов были обнаружены как положительная динамика в уровнях потребности – «случайный» увеличился на 1,6%, так и отрицательная динамика – «умеренный» уровень потребности снизился у 0,8% и «неустойчивый» уровень ухудшился на 2,2%. В ЭГ средний уровень потребности улучшился на 26,8% и составил 73,8%. Больше всего прирост потребности произошел в ЭГ в диапазоне «неустойчивой» потребности.

Анализ динамики в экспериментальной группе диапазона уровней потребности, относящихся к низкому уровню («зачаточный», «условный» и «очень слабый»), показывает существенные положительные изменения. Так, с низким уровнем в ЭГ на начало учебного года насчитывалось 43,1% студентов, а в КГ таких студентов было обнаружено – 39,1%. Движение контингента из группы с низким уровнем потребности в группу со средними ее показателями в ЭГ составило 23,3%, а в КГ – 0,6%.

В целом анализ динамики физической культуры личности студентов на примере таких показателей, как посещаемость занятий, уровень физической активности студентов, уровень потребности в самостоятельной физической деятельности, привел нас к пониманию правильности вы-

бранного пути по использованию элементов и инструментов маркетинга в физическом воспитании обучающихся вуза.

Заключение

В процессе экспериментальной деятельности обнаружена положительная достоверная динамика у студентов ЭГ по всем четырем анализируемым компонентам физической культуры личности. Так, посещаемость занятий улучшилась на 23,1% ($p < 0,01$), участие в различных мероприятиях и праздниках физкультурно-спортивной и оздоровительной направленности улучшилось на 42,8% ($p < 0,01$), участие в соревнованиях по избранному виду спорта возросло на 36,8% ($p < 0,01$), уровень потребности в самостоятельной физической деятельности положительно изменился на 14,9 баллов ($p < 0,01$) и стал равен 59,3 балла. В КГ достоверная динамика обнаружена только по двум компонентам: участие в различных мероприятиях и праздниках физкультурно-спортивной и оздоровительной направленности, где прирост составил 10,8% ($p < 0,05$), и участие в соревнованиях по избранному виду спорта, где улучшился показатель на 12,7% ($p < 0,05$).

Результаты исследовательской работы доказали преимущество и эффективность физического воспитания студентов вуза, построенного на основе маркетингового подхода. Интеграция элементов и инструментов образовательного маркетинга в физическое воспитание студентов предоставляет специалистам уникальную возможность предвидеть, наблюдать и своевременно принимать коррекционные мероприятия в процессе формирования у обучающихся потребности в самостоятельной физической активности с учетом их спроса на физкультурно-спортивные услуги, культивируемые в вузах.

Список литературы

1. ФГОС ВО (3++) по направлениям бакалавриата – Естественные науки / Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. [Электронный ресурс]. URL: <http://fgosvo.ru/fgosvo/151/150/24/29> (дата обращения: 01.05.2021).
2. Глазкова Г.Б., Мамонова О.В., Грачева Д.В., Пуховская М.Н., Шакирова Ю.В., Жихорева В.А., Фарзалиев Д.А. Физическое воспитание студентов специальной медицинской группы: компетентностный подход. М.: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», 2020. 160 с.
3. Баталов А.С. Маркетинг образовательных услуг в системе внутришкольного управления: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2003. 24 с.
4. Цыбина О.Ю. К вопросу о формировании маркетинга образовательных услуг в России // Самарский научный вестник. 2013. № 3 (4). С. 77–78.
5. Солопенко А.О., Плужникова И.И. Маркетинг в сфере образования // Вопросы науки и образования. 2019. № 1 (42). С. 36–43.
6. Нажмутдинова С.А., Гасанова К.М., Мамедярова А.М., Магомедов Р.Х. Маркетинг образовательных услуг // Естественно-гуманитарные исследования. 2020. № 6 (32). С. 277–280.
7. Хисамутдинов С. Роль образовательного маркетинга в удовлетворении потребностей личности // Развитие личности. 2013. № 2. С. 146–155.
8. Салмин С.В. Технологические особенности формирования здорового образа жизни в процессе маркетинговой деятельности вуза // Мир науки, культуры, образования. 2009. № 7–2 (19). С. 203–204.
9. Стародубцев М.П., Стародубцева О.М., Татаренцев В.Л. Мотивационно-потребностный подход в повышении эффективности физкультурно-спортивной деятельности студентов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2015. № 3 (121). С. 239–243.
10. Стародубцев М.П., Иваненко Т.А. Анализ мотивов, определяющих направленность занятий физическими упражнениями у студентов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2016. № 11 (141). С. 208–211.
11. Веселкина Т.Е., Крылов А.И. Оценка эффективности использования методики интерактивного самостоятельного контроля и коррекции двигательной активности студентов старших курсов // Ученые записки университета Лесгафта. 2014. № 1 (107). С. 32–34.
12. Кучина Ю.С. Дневник самонаблюдения как инструмент сопровождения самостоятельной физкультурно-оздоровительной деятельности студентов с ослабленным здоровьем // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. 2018. № 2. С. 208–211.
13. Михайлов С.Л., Беличева Т.В., Боков А.В. Повышение эффективности занятий физической культурой в вузе на основе изучения мотивов и интересов физкультурной деятельности студентов // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2018. № V12. [Электронный ресурс]. URL: <http://e-koncept.ru/2018/186127.htm> (дата обращения: 01.05.2021).
14. Шеенко Е.И. Формирование потребности в физической культуре у студентов педагогических вузов (на основе модульно-рейтинговой системы оценки качества учебной деятельности): автореф. дис. ... канд. пед. наук. Барнаул, 2008. 22 с.

УДК 004:61

**ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО ПАКЕТА PSPP
(PROGRAM FOR STATISTICAL ANALYSIS OF SAMPLED DATA)
В КУРСЕ «МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАТИКА»**

Степанова О.А., Диденко Г.А., Касюк С.Т.

*ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет», Челябинск,
e-mail: okalst@mail.ru, pga80@mail.ru, sergey.kasyk@gmail.com*

Актуальность исследования обусловлена высокими требованиями ФГОС ВО для подготовки обучающихся медицинских вузов к применению статистических методов при решении профессиональных задач. Для будущих врачей важно владеть умениями применять методы математической статистики для обработки и интерпретации полученных результатов научно-исследовательской деятельности, для оценки и анализа состояния здоровья населения, анализа и оформления медико-статистической документации и отчетов в будущей профессиональной деятельности. Применение статистических пакетов позволит избежать ошибок в вычислениях. Работа исследователя фактически сводится к правильному выбору статистических методов и корректной интерпретации полученных результатов обработки. В статье обозначены функциональные возможности статистического пакета PSPP и представлена разработанная методика обучения методам математической статистики с применением данной программы в курсе медицинской информатики. Результаты исследования могут быть использованы для разработки концепции обучения медицинской информатике в вузе и, как следствие, совершенствования рабочей программы по этой дисциплине. Материалы статьи будут полезны преподавателям медицинской информатики. Цель статьи – раскрыть опыт обучения студентов медицинского вуза основным методам статистического анализа медицинских данных средствами статистического пакета PSPP.

Ключевые слова: дидактические возможности, статистический пакет PSPP, медицинская информатика, обучающиеся медицинского вуза

**APPLICATION OF THE STATISTICAL PACKAGE PSPP
(PROGRAM FOR STATISTICAL ANALYSIS OF SAMPLED DATA)
FOR COURSE «MEDICAL COMPUTER SCIENCE»**

Stepanova O.A., Didenko G.A., Kasyuk S.T.

*South Ural State Medical University, Chelyabinsk, e-mail: okalst@mail.ru,
pga80@mail.ru, sergey.kasyk@gmail.com*

The actuality of the research topic is caused by high requirements of the Federal standard of higher education for teaching medical students to use statistical methods for solving professional tasks. Professional skills of applying statistical methods will be important in future professional activities. These skills will allow: 1) processing and interpreting results of scientific researches; 2) evaluating and analyzing population health; 3) analyzing and processing medical and statistical documentations. Application of statistical packages will help to avoid errors in calculations. A task of a researcher is to choose statistical methods and interpret obtained results. This article analyses functionalities of the PSPP statistical package and gives the developed method of teaching mathematical statistics by using this package for the course «Medical computer science.» Results of the research can be used for developing concept learning of computer science in medical schools and perfecting syllabuses for the course. The paper can be of service to professors of medical schools. The goal of this article is to outline the experience of teaching medical students to apply basic methods of statistical analysis of medical data using the PSPP statistical package.

Keywords: didactic opportunities, PSPP statistical package, medical Informatics, medical school students

Основой доказательной медицины и современных клинических исследований являются статистические методы. Данные методы предлагают оптимальные модели для изучения медико-биологических процессов, позволяют описывать и критически оценивать эти процессы, выявлять закономерности и принимать обоснованные логические решения.

В статье представлен опыт обучения студентов медицинского вуза методам статистической обработки медицинских данных средствами статистического пакета PSPP (Program for Statistical Analysis of Sampled Data) с целью проведения оценки

и анализа состояния здоровья населения, обработки и представления результатов научно-исследовательской деятельности, оформления медико-статистической документации и отчетов в будущей профессиональной деятельности.

Материалы и методы исследования

Согласно ФГОС ВО выпускники медицинского вуза по специальностям 31.05.01 Лечебное дело и 31.05.02 Педиатрия должны освоить следующие компетенции [1, 2]:

– готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и ме-

тодов при решении профессиональных задач (ОПК-7);

– способность и готовность к применению социально-гигиенических методик сбора и медико-статистического анализа информации о показателях здоровья населения (ПК-4);

– готовность к анализу и публичному представлению медицинской информации на основе методов математической статистики и доказательной медицины (ПК-20);

– способностью к участию в проведении научных исследований (ПК-21).

В формировании указанных компетенций участвуют и такие дисциплины, как «Физика, математика» и «Медицинская информатика», которые относятся к базовым дисциплинам и обеспечивают преемственность в изучении статистических методов.

Отметим, что введение в учебный план дисциплины «Медицинская информатика» нового модуля «Стандартное и специализированное программное обеспечение для статистической обработки медико-биологических данных» инициировано внесенными изменениям в следующие нормативно-правовые акты: Федеральный закон от 29.07.2017 № 242-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья» [3]; Приказ Минздрава России от 13.04.2018 № 165 (ред. от 28.09.2018) «Об утверждении плана информатизации Министерства здравоохранения Российской Федерации на 2018 год и на плановый период 2019 и 2020 годов» [4]; Профессиональный стандарт «Врач-лечебник (врач-терапевт участковый)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21.03.2017 г. № 293н [5]; Профессиональный стандарт «Врач-педиатр участковый», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 27.03.2017 № 306н [6].

На первом курсе, в рамках дисциплины «Физика, математика», обучающиеся изучают теоретические основы математической статистики, описательную статистику, основные статистические показатели и оценки выборки, получают представление о правилах формирования репрезентативной выборки. Ввиду ограниченного количества учебных часов, отведенных на дисциплину, не представляется возможным рассмотреть тему статистических методов в полном объеме. Однако сквозное изучение этой темы в рамках уже другой дисциплины, «Медицинская информатика», позволяет расширить знания по статистическим методам,

выполняя анализ данных в среде электронных таблиц и специализированном статистическом пакете.

Исходя из этого, значимым содержательным компонентом дисциплины «Медицинская информатика» является тема «Статистические методы анализа данных в медицине. Стандартное и специализированное программное обеспечение для статистической обработки медико-биологических данных». В процессе изучения данной темы в рамках лекционных и практических занятий рассматриваются следующие вопросы:

– Подготовка данных к статистическому анализу, группировка и кодирование данных.

– Типы статистических данных. Виды шкал, используемых для представления данных в медицине.

– Описательная статистика. Проверка данных на нормальность распределения.

– Статистическая проверка гипотез. Параметрические и непараметрические критерии. Сравнение зависимых и независимых выборок с помощью параметрических критериев.

– Однофакторный дисперсионный анализ. Непараметрический дисперсионный анализ.

– Исследование зависимостей: корреляционный анализ.

– Регрессионный анализ. Линейный регрессионный анализ. Бинарная логистическая регрессия. Множественная линейная регрессия.

– Многомерные статистические методы (на примере кластерного анализа).

На практических занятиях обучающиеся приобретают умения правильного представления медицинских данных, их группировки и ввода в программной среде, умения рационально выбирать и применять статистические методы, анализировать и интерпретировать полученные результаты. Для погружения в тему обучающиеся изучают возможности статистической обработки данных не только в среде электронных таблиц, которые имеют ограничения по выбору методов, но специализированных статистических пакетов на примере пакета PSPP (Program for Statistical Analysis of Sampled Data).

Отметим, что применение специализированных статистических пакетов возможно только при условии, что обучающиеся владеют основными приемами работы в программных средах, знают теоретические основы статистической обработки данных, назначение и границы применения основных статистических методов. Все это

позволит им правильно интерпретировать полученные результаты.

Статистические программы условно делят на профессиональные, универсальные и специализированные, также их можно классифицировать как бесплатно распространяемые и коммерческие. К свободному программному обеспечению (Free Software) относятся достаточно большое количество универсальных статистических пакетов: PSPP, Macanova, Vista, MyStat, PAST, язык R.

В нашем курсе была выбрана кроссплатформенная универсальная статистическая программа с закрытым кодом PSPP, разработанная в рамках проекта GNU (General Public License) [7].

Выбор данного пакета был обусловлен прежде всего тем, что он является альтернативой статистической программы для социальных исследований IBM SPSS Statistics. Указанные программы имеют идентичный экранный интерфейс и принципы организации работы, а также совместимость данных. Поскольку программа PSPP находится в свободном доступе, то это позволит обучающимся самостоятельно обрабатывать результаты научно-исследовательской работы на своих личных компьютерах. В дальнейшем, для расширенного анализа данных, обучаясь в ординатуре и аспирантуре, обучающиеся смогут без особых трудностей перейти и использовать уже профессиональный пакет SPSS, который выполняет всевозможные сложные виды статистического анализа в медицине.

Результаты исследования и их обсуждение

На первом практическом занятии обучающиеся знакомятся с интерфейсом программы PSPP, осваивают процедуру описания переменных. Экранный интерфейс программы PSPP, как и SPSS, представлен окном просмотра переменных, окном просмотра данных и окном вывода результатов.

Статистический анализ включает несколько этапов, и одним из важных является правильное описание переменных, адекватное кодирование и группировка данных.

Так, достаточно часто в медицинских исследованиях возникает необходимость перевести качественные данные в количественные. Например, пол для удобства обработки представить в дихотомической шкале, а возраст отнести к определенной возрастной группе и представить в порядковой шкале. Программа PSPP позволяет редактировать уже описанные и введенные

переменные: перекодировать переменные в новые, выполнять фильтрацию данных.

Проверка данных на соответствие нормальному закону распределения является важным этапом статистического анализа, так как позволяет в последующем корректно выбирать статистический критерий. Проверка на нормальность распределения осуществляется с помощью вычисления описательных характеристик, представления данных в графическом виде, а также применения статистических критериев (Колмогорова – Смирнова, Хи-квадрат).

После выполнения команды по статистической обработке данных в программе PSPP открывается окно просмотра результатов, в котором представлены результаты в табличном и графическом виде. Основные трудности у обучающихся возникают именно на этом этапе, когда необходимо правильно интерпретировать полученное решение и сформулировать корректные выводы. Поэтому обучающимся в задании предлагается подробное и полное описание таблиц, графиков и необходимых статистических правил принятия и отклонения гипотез.

Предмет математической статистики является достаточно сложным для обучающихся медицинского вуза, так как большинство из них сдает только базовый уровень ЕГЭ по математике. Для того чтобы методы статистики не воспринимались абстрактно, для активизации познавательного интереса к предмету и восприятию статистики, как важного инструмента доказательной медицины и проведения клинических испытаний, практические задания по теме подобраны с усилением профессионально-прикладной направленности.

В ходе выполнения заданий делается акцент не на конкретные статистические вычисления, а на понимание обучающимися возможностей и логики того или иного статистического метода, требований и ограничений, предъявляемых к его применению, на анализ полученного результата.

Рассмотрим дидактическую логику построения заданий на примере темы «Регрессионный анализ».

Задание. Определить параметры линейного регрессионного уравнения:

$$choll = b \cdot chol0 + a,$$

где *choll* – показатель холестерина через один месяц после начала приема препарата пациентами; *chol0* – начальный уровень холестерина. После определения параметров *b* и *a*, зная исходный показатель холестерина, можно спрогнозировать значение холестерина, которое будет через один месяц.

1. Описать переменные и ввести данные.
2. Выбрать в меню Анализ – Регрессия – Линейная.

3. Задать переменную *chol1* (Холестерин через 1 месяц) в поле для Зависимые и переменную *chol0* (Холестерин начальное) в Независимые.

4. Выбрать параметры: коэффициенты, доверительный интервал, *R*.

5. Сохранить и выбрать параметры: прогнозные значения и остатки.

В окне вывода PSPP появятся две таблицы.

Таблица «Резюме модели» содержит следующие показатели (табл. 1): коэффициент корреляции $R = 0,85$, который свидетельствует о тесной и прямой связи между переменными *chol0* и *chol1*; коэффициент детерминации $R^2 = 0,72$ показывает долю общей вариации, которую способна объяснить регрессионная модель. Доля вариации зависимой переменной является одним из показателей качества модели, чем ближе R^2 к 1, тем качественнее построенная модель.

Статистическая значимость модели оценивается с помощью критерия Фишера (*F*): если достигнутый уровень значимости критерия (0,00) меньше 0,05, то принимается альтернативная гипотеза H_1 , т.е. подтверждается статистическая значимость модели.

Следующая таблица «Коэффициенты» содержит показатели, характеризующие коэффициенты регрессионного уравнения (табл. 2).

Получены следующие коэффициенты уравнения регрессии: $a = 71,93$; $b = 0,71$.

Коэффициенты являются статистически значимыми по *t*-критерию, поскольку достигнутые уровни значимости меньше 0,05 [8, 9]. Таким образом, можно записать уравнение регрессии:

$$chol1 = 0,71 \cdot chol0 + 71,93.$$

В следующем задании студентам предлагается самостоятельно выполнить аналогичный анализ зависимости между начальным уровнем холестерина и уровнем холестерина через шесть месяцев после начала приема препарата пациентами, а также проанализировать и сделать выводы. Для наглядности результаты оформляются в виде таблицы, что дает возможность обучающимся структурировать и систематизировать свои знания.

Задание. Переменные *chol0*, *chol6* представляют начальный уровень холестерина и уровень холестерина через 6 месяцев после начала приема определенного препарата пациентами. Выяснить, как коррелируют между собой эти показатели. Определить параметры линейного регрессионного уравнения, принимая переменную *chol6* как зависимую переменную (*y*), а переменную *chol0* – как независимую переменную (*x*).

1. Для переменных *chol0*, *chol6* построить гистограммы, включающие кривые нормального распределения.

2. Сделать вывод о соответствии данных *chol0*, *chol6* нормальному закону распределения и оформить отчет в табл. 3.

Таблица 1

Линейная регрессия. Резюме модели (Холестерин, через 1 м)

R	R квадрат	Скорректированный R квадрат	Ст. погрешность оценки
0,85	0,72	0,71	23,16

Таблица 2

Коэффициенты регрессионного уравнения. Коэффициенты (Холестерин, через 1 месяц)

	Нестандартизованы коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Знач.	95%-ный доверительный интервал для В	
	В	Станд. погрешность	Бетта			Нижняя граница	Верхняя граница
(Константа)	71,93	20,50	0,00	3,51	0,001	29,95	113,92
Холестерин, начальное	0,71	0,08	0,85	8,57	0,000	0,54	0,88

Таблица 3

Отчет по критерию Колмогорова – Смирнова

	chol0	chol6
Значение критерия Колмогорова – Смирнова		
Достигнутая значимость критерия		
Вывод о соответствии изучаемого распределения нормальному распределению		

Таблица 4

Отчет по F-критерию и коэффициентам регрессионного уравнения

	<i>chol0 – chol6</i>	Значимость
Значение критерия Фишера <i>F</i>		
Вывод о статистической значимости модели		
Значение коэффициента корреляции, <i>R</i>		
Вывод о виде связи		
Значение коэффициента детерминации, <i>R</i> ²		
Вывод о доле вариации и качестве модели		
Значение <i>a</i>		
Значение <i>b</i>		
Вывод о статистической значимости константы и коэффициента регрессии		
Полученное уравнение регрессии		
Значение холестерина <i>chol6</i> , если <i>chol0</i> = 199		

Таблица 5

Отчет по критерию Колмогорова – Смирнова

Значение критерия Колмогорова – Смирнова	
Достигнутая значимость критерия	
Вывод о нормальном распределении остатков	

3. Определить параметры линейного регрессионного уравнения, рассматривая показатель холестерина через 6 месяцев (переменная *chol6*) как зависимую переменную, а начальное значение холестерина (переменная *chol0*) – как независимую переменную. Сделать вывод и оформить отчет в табл. 4.

4. Проверить распределение остатков модели на соответствие нормальному закону распределения. Сделать вывод и оформить отчет в табл. 5.

Заключение

Таким образом, для того чтобы реализовать образовательный потенциал статистических пакетов при изучении методологии статистики, была использована специальным образом разработанная система практических заданий, которые выстроены в строгой последовательности: от репродуктивных заданий с подробным описанием алгоритма работы, с акцентированием на интерпретацию полученных результатов, до полностью самостоятельных заданий [10, с. 81]. При разработке заданий особое внимание уделялось их профессиональной направленности. Применение статистических пакетов в обучении, выстроенное на принципах профессиональной направленности и междисциплинарной интеграции, способствует повышению мотивации обучающихся, пониманию необходимости знаний методов математической статистики для будущей профессиональной

деятельности и в целом формирует системное представление о статистическом моделировании в медицине.

Безусловно, как свободное программное обеспечение, пакет PSPP имеет ряд ограничений в своем функционале: отсутствие экспорта и импорта данных, ограниченный набор статистических критериев. Однако даже при этих недостатках статистический пакет PSPP позволяет сформировать у обучающихся целостное представление об этапах проведения статистического исследования, о подготовке данных к обработке, о процедуре выполнения основных статистических методов. И самое главное, позволяет обучающимся приобрести умения интерпретации полученных результатов обработки данных.

В заключение отметим, что пролонгированное изучение методов математической статистики с поддержкой статистических пакетов позволяет оптимизировать процесс изучения статистики в медицинском вузе.

Список литературы

1. Утвержден ФГОС ВО по направлению подготовки 31.05.01 Лечебное дело (далее соответственно – программа специалитета, специальность). [Электронный ресурс]. URL: <http://fgosvo.ru/news/2/1807> (дата обращения: 12.05.2021).
2. Утвержден ФГОС ВО по направлению подготовки 31.05.02 Педиатрия (далее соответственно – программа специалитета, специальность). [Электронный ресурс]. URL: <http://fgosvo.ru/news/21/1327> (дата обращения: 13.05.2021).
3. Приказ Минздрава России от 13.04.2018 № 165 (ред. от 28.09.2018) «Об утверждении плана информатизации Министерства здравоохранения Российской Федерации»

на 2018 год и на плановый период 2019 и 2020 годов». [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_298642/ (дата обращения: 13.05.2021).

4. Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья» от 29.07.2017 № 242-ФЗ (последняя редакция). [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_221184/ (дата обращения: 14.05.2021).

5. Об утверждении профессионального стандарта «Врач-лечебник (врач терапевт-участковый)». [Электронный ресурс]. URL: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/profstandart/02.009.pdf> (дата обращения: 14.05.2021).

6. Об утверждении профессионального стандарта «Врач-педиатр участковый». [Электронный ресурс]. URL: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/profstandart/02.008.pdf> (дата обращения: 15.05.2021).

7. Obtaining GNU PSPP. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gnu.org/software/pspp/get.html> (дата обращения: 15.05.2021).

8. Гржибовский А.М., Иванов С.В., Горбатова М.А. Однофакторный линейный регрессионный анализ с использованием программного обеспечения Statistica и SPSS // Наука и Здоровоохранение. 2017. № 2. С. 5–33.

9. Шарашова Е.Е., Холматова К.К., Горбатова М.А., Гржибовский А.М. Применение множественного линейного регрессионного анализа в здравоохранении с использованием пакета статистических программ SPSS // Наука и Здоровоохранение. 2017. № 3. С. 5–31.

10. Степанова О.А., Шамаева Т.Н. Научно-методическое обеспечение дисциплины «Информатика и медицинская статистика», реализующей программу аспирантуры в медицинском вузе // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2016. № 8 (173). С. 79–82.

УДК 796.012.49:612.211

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ЦИКЛОВ В УПРАЖНЕНИИ ГИРЕВОГО СПОРТА «ТОЛЧОК ДВУХ ГИРЬ ПО ДЛИННОМУ ЦИКЛУ»

Тихонов В.Ф.

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»,
Чебоксары, e-mail: letterpa@mail.ru

Упражнение «толчок двух гирь по длинному циклу» (ДЦ) является наиболее сложным соревновательным упражнением в гиревом спорте по координации двигательных действий и дыхания. Цель работы – определение особенностей формирования дыхательных циклов в упражнении ДЦ. Принимали участие гиревик I спортивного разряда (I сп. р., n = 4), мастера спорта России (МС, n = 6) и мастера спорта России международного класса (МСМК, n = 2). В работе исследовано локомоторно-респираторное сопряжение (ЛРС) дыхательных циклов и двигательных действий. Скорость потока дыхательного воздуха ($\bar{V}(t)$, л/с) регистрировалась спирографом. Синхронно с $\bar{V}(t)$ регистрировались: вертикальная составляющая реакции опоры ($R(t)_{vert}$, Н) на тензоплатформе, вертикальная составляющая ускорения туловища ($a(t)_{vert}$, м/с²) с помощью акселерометра и угол сгибания коленного сустава ($a(t)_{kj}$, град.) с помощью гониометра. Было обнаружено, что области экстремума графиков $R(t)_{vert}$ повторяются в графиках $a(t)_{vert}$ независимо от уровня подготовленности гиревиков (8 зубцов максимума и 8 зубцов минимума). МСМК и МС выполняют 8–12 дыхательных циклов, зубцы максимума совпадают с выдохом, а зубцы минимума совпадают со вдохом, подтверждая наличие ЛРС. Гиревик I сп. р. выполняют 3–4 дыхательных цикла без ЛРС. Анализ частотных составляющих полученных данных проводился методом быстрого преобразования Фурье (БПФ). Результаты анализа показали совпадение пиковых частот $\bar{V}(t)$, $R(t)_{vert}$ и $a(t)_{vert}$ у МСМК (n = 2; 100%) и МС (n = 4; 67%). Предполагается, что разность пиковых частот у МС (n = 2; 33%) и отсутствие ЛРС у спортсменов I сп. р. зависит от уровня подготовленности в данном упражнении. Формирование произвольных дыхательных циклов в ДЦ подчинено характеру $R(t)_{vert}$ и $a(t)_{vert}$, и оптимально равняется 8, не считая 2–3 дыхательных циклов в статических позах.

Ключевые слова: упражнение «толчок двух гирь по длинному циклу», дыхание, локомоторно-респираторное сопряжение (ЛРС)

FEATURES OF RESPIRATORY CYCLES FORMATION IN «LONG CYCLE» EXERCISE OF KETTLEBELL LIFTING SPORTS

Tikhonov V.F.

Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, e-mail: letterpa@mail.ru

The «Long Cycle» exercise (LC) is the most difficult competitive exercise in kettlebell sport for the coordination of motor actions and breathing. The purpose of the work is to determine the peculiarities of the respiratory cycle's formation in the LC. The I sports rank kettlebell lifters (I s.r., n = 4), the master of sports of Russia (MS, n = 6) and the master of sports of Russia of international class (MSIC, n = 2) took part. The work investigated the locomotor-respiratory coupling (LRC) of respiratory cycles and motor actions. The respiratory air flow rate ($\bar{V}(t)$, l/s) was recorded with a spirograph. Synchronously with $\bar{V}(t)$ the following parameters were recorded: the vertical component of the support reaction ($R(t)_{vert}$, N) on the force platform, the vertical component of the torso acceleration ($a(t)_{vert}$, m/s²) using an accelerometer, and the knee joint flexion angle ($a(t)_{kj}$, deg.) using a goniometer. It was found that the areas of the extremum of the $R(t)_{vert}$ graphs are repeated in the $a(t)_{vert}$ graphs regardless of the fitness level of the kettlebell lifters (8 teeth of the maximum and 8 teeth of the minimum). MSIC and MS perform 8-12 respiratory cycles, the maximum teeth coincide with the exhalation, and the minimum teeth coincide with the inhalation, confirming the presence of LRC. The I s.r. kettlebell lifters perform 3-4 respiratory cycles without LRC. The frequency components analysis of the obtained data was carried out by the fast Fourier transform (FFT) method. The results of the analysis showed the coincidence of the peak frequencies $\bar{V}(t)$, $R(t)_{vert}$ and $a(t)_{vert}$ in MSIC (n = 2; 100%) and MS (n = 4; 67%). The difference between the peak frequencies in MS (n = 2; 33%) and the LRC absence in the I s.r. athletes depends on the level of preparedness in this exercise is assumed. The formation of involuntary respiratory cycles in LC is subordinate to the nature of $R(t)_{vert}$ and $a(t)_{vert}$, and is optimally equal to 8, not counting 2-3 breathing cycles in static poses.

Keywords: the kettlebell lift «Long Cycle» exercise, breathing, locomotor-respiratory coupling (LRC)

Оптимальная взаимосвязь дыхания и двигательных действий (локомоторно-респираторное сопряжение (ЛРС)) в упражнениях гиревого спорта является необходимым условием эффективного энергообеспечения и экономичности двигательных действий. Известно, что годы

тренировок улучшают и оптимизируют способность поддерживать ЛРС в беге и в других циклических упражнениях. При тесном ЛРС снижаются метаболические затраты и облегчается дыхание [1]. Упражнение «толчок двух гирь по длинному циклу» (ДЦ) является наиболее слож-

ным соревновательным упражнением в гиревом спорте, как по координации динамики движений кинематических звеньев, так и по координации дыхания и двигательных действий спортсмена-гиревика. Большинство опрошенных нами специалистов и спортсменов считают, что дыхание должно совершенствоваться «эволюционным» путем, по мере совершенствования техники упражнений. Довольно редко звучат высказывания, что «невозможно рассматривать совершенствование техники без связи с правильным дыханием. Умение объединять движения с дыханием – неотъемлемая часть техники» [2]. В настоящее время в области гиревого спорта ученых интересуют количественные показатели потребления кислорода (V_{O_2}) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) при интенсивных упражнениях с гирями в сравнении с такими же показателями в других видах спорта [3]. Например, обнаружено, что упражнения с гирями вызывают гораздо более высокую сердечно-легочную и метаболическую реакцию, чем бег на беговой дорожке, выполняемый с аналогичным уровнем V_{O_2} [4]. Небольшое количество работ посвящено определению способов дыхания в упражнениях с гирями по видеоматериалам, где количество дыхательных циклов определяется по характерным для дыхания движениям груди, живота и лопаток [5]. В современном гиревом спорте актуальным является убеждение известного выдающегося гиревика СССР и России А.П. Малькова: «Для эффективной работы системы внешнего дыхания при поднимании гирь, спортсмен в каждом упражнении должен сохранять такую структуру движений, которая, с одной стороны, отвечала бы требованиям рациональной техники, а с другой – полностью обеспечивала бы газообмен в легких, не затрудняя дыхания» [6]. Однако в доступных источниках не отражены биомеханические закономерности и количественные показатели двигательных действий, которые могли бы быть причиной возникновения произвольных дыхательных циклов в спортивных упражнениях [7, 8]. Ранее нами была предпринята попытка определить закономерности ЛРС в упражнениях гиревого спорта «толчок» и «рывок» [9, 10].

Цель исследования – определение особенностей формирования произвольных дыхательных циклов в упражнении «толчок двух гирь по длинному циклу».

Материалы и методы исследования

В исследовании приняли участие гиревика I спортивного разряда (I сп. р., $n = 4$), мастера спорта России (МС, $n = 6$) и масте-

ра спорта России международного класса (МСМК, $n = 2$). В работе исследовано локомоторно-респираторное сопряжение (ЛРС) на основе взаимосвязи показателей внешнего дыхания и двигательных действий. В качестве показателя внешнего дыхания регистрировалась скорость потока дыхательного воздуха ($\bar{V}(t)$, л/с) с помощью спирографа. Датчик спирографа закреплялся на шлеме. Синхронно с $\bar{V}(t)$ регистрировались показатели двигательных действий: вертикальная составляющая реакции опоры ($R(t)_{\text{верт}}$, Н) на тензоплатформе, вертикальная составляющая ускорения туловища ($a(t)_{\text{верт}}$, м/с²) с помощью акселерометра, закрепленного на поясе и угол сгибания коленного сустава ($\alpha(t)_{\text{кс}}$, град.) с помощью гониометра (рис. 1). Испытуемые выполняли упражнение ДЦ в течение одной минуты с гирями веса 12, 16 и 24 кг. Отдельные зубцы на графиках $R(t)_{\text{верт}}$ и $\alpha(t)_{\text{кс}}$ (рис. 1, А, В) обозначены буквами латинского алфавита: а – исходное положение, b – полуприсед (начало), с – начало выталкивания из полуприседа, d – завершение выталкивания, d1 – подсед, e – вставание из подседа, e1 – начало фиксации, e2 – фиксация, f – начало опускания гирь на грудь, g – опускание гирь на грудь, h – амортизация гирь на груди, i – опускание гирь в замахах («сброс»), j – амортизация гирь, k – завершение замаха, l – подрыв гирь вверх, m – «заброс» гирь на грудь, n – перехват дужек гирь, o – движение в исходное положение.

Положительные значения $\bar{V}(t)$ («Поток») соответствуют фазе выдоха, а отрицательные – фазе вдоха (рис. 1, А, рис. 3, А, В, С). Уменьшение значений $\alpha(t)_{\text{кс}}$ соответствует сгибанию ног в коленных суставах (рис. 1, В). Схематично техника упражнения ДЦ в виде отдельных фаз двигательного действия представлена на рис. 2. Отдельные фазы движений здесь также обозначены буквами латинского алфавита в соответствии с буквенными обозначениями отдельных зубцов на графиках $R(t)_{\text{верт}}$ и $\alpha(t)_{\text{кс}}$ (рис. 1, А и В).

В упражнении ДЦ туловище и конечности человека совершают движения с различной частотой. Анализ частотных характеристик графиков $\bar{V}(t)$, $R(t)_{\text{верт}}$ и $a(t)_{\text{верт}}$ проводился методом быстрого преобразования Фурье (БПФ). Выбор данного метода основан на предположении, что суммарный спектр частотных составляющих $\bar{V}(t)$, $R(t)_{\text{верт}}$ и $a(t)_{\text{верт}}$ будет отражать частотную взаимосвязь этих показателей, и совпадение пиковых частот этих величин можно принимать в качестве критериев оценки эффективности дыхания в упражнении ДЦ.

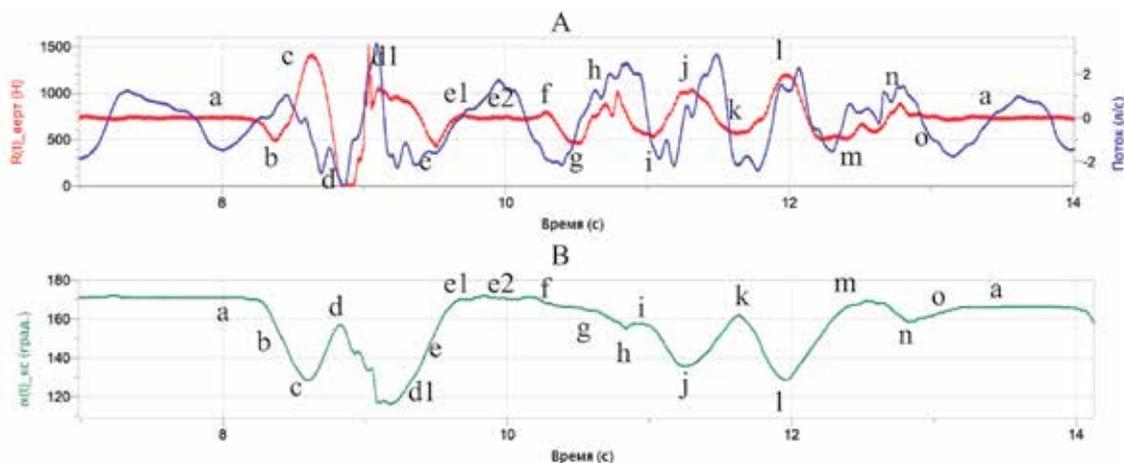


Рис. 1. Синхронные показатели двигательных действий в упражнении «толчок двух гирь по длинному циклу» у спортсмена МС II-ва: А – графики вертикальной составляющей реакции опоры ($R(t)_{\text{верт}}$, Н) и скорости потока дыхательного воздуха $\bar{V}(t)$ («Поток, л/с»); В – график угла в коленном суставе ($a(t)_{\text{кс}}$, град.)

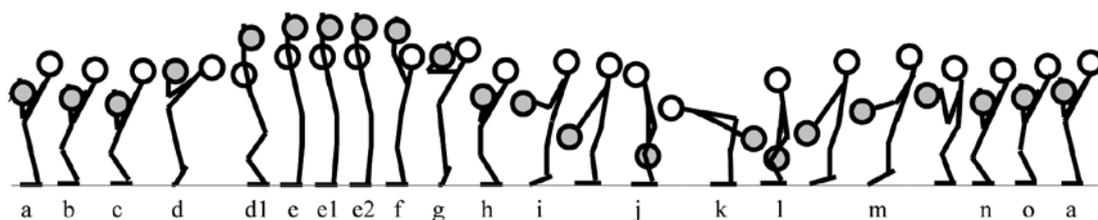


Рис. 2. Схематическое представление основных фаз движения спортсмена-гиревика в соревновательном упражнении «толчок двух гирь по длинному циклу»

Результаты исследования и их обсуждение

Было обнаружено, что области экстремума графиков $R(t)_{\text{верт}}$ повторяются в графиках $a(t)_{\text{верт}}$ независимо от уровня подготовленности гиревиков (рис. 1, рис. 3). $R(t)_{\text{верт}}$ и $a(t)_{\text{верт}}$ имеют разную размерность, а амплитуда показателей $a(t)_{\text{верт}}$ зависит также и от угла наклона туловища. Поэтому амплитудные значения этих графиков мы не оценивали, а определяли точки максимума и минимума. Зубцы, находящиеся выше изолинии «а – е2 – а», характеризуются как точки максимума, а зубцы, находящиеся ниже изолинии «а – е2 – а», характеризуются как точки минимума. Таким образом, точками максимума являются: с, d1, e1, f, h, j, l, n (8 зубцов максимума), а точками минимума являются: b, d, e, g, i, k, m, o (8 зубцов минимума) (рис. 1, рис. 3). Так как измерения проводились синхронно, то временные параметры этих графиков в точности совпадают. Применение тензо-

платформы ограничивалось лабораторными исследованиями вследствие ее стационарности (рис. 1). Поэтому непосредственно в условиях тренировочного процесса спортсменов-гиревиков применялся метод акселерометрии (рис. 3).

В статических позах, для восстановления и сброса напряжения мышц, спортсмен может произвольно выполнить необходимое количество дыхательных циклов (2–5 циклов). Однако в динамической части дыхания носит произвольный характер, определяемый характером изменения усилий. В динамической части упражнения ДЦ у спортсменов МСМК ($n = 2$; 100%) и МС ($n = 4$; 67%) обнаружено 8 дыхательных циклов. Критерием качества дыхания является факт совпадения зубцов максимума с выдохом, а зубцов минимума – со вдохом, который подтверждает наличие ЛРС у спортсменов-гиревиков (рис. 3А, 3В). У гиревиков I сп. р. обнаружено 3–4 дыхательных цикла без ЛРС (рис. 3, С). У некоторых гиревиков уровня МС ($n = 2$; 33%) в дина-

мической части упражнения наблюдается 6–7 дыхательных циклов. Например, спортсмен МС П-в (рис. 1, А) допускает асинхронность дыхания с движениями в фазе полуприседа и выталкивания (интервал «в–с») и перед опусканием гирь в точке «f».

Далее был проведен спектральный анализ графиков вертикальной составляющей реакции опоры $R(t)_{\text{верт}}$ и ускорения движения туловища $a(t)_{\text{верт}}$, а также скорости потока дыхательного воздуха $\bar{V}(t)$ (рис. 4 А, В, С).

Результаты анализа методом БПФ показали совпадение пиковых частот $\bar{V}(t)$ и $a(t)_{\text{верт}}$ у МСМК (n = 2; 100%) и МС (n = 4; 67%) (рис. 4, А). Совпадение пиковых частот вертикальной составляющей реакции опоры $R(t)_{\text{верт}}$ (рис. 1), ускорения туловища $a(t)_{\text{верт}}$ (рис. 2) с диапазонами пиковых частот потока дыхательного воздуха $\bar{V}(t)$ на оси абсцисс свидетельствует о наличии тесного ЛРС у испытуемых.

Для того чтобы перевести пиковую частоту $a(t)_{\text{верт}}$, измеряемую в Гц, в значение количества движения в минуту, необходимо выполнить преобразование. Например, на рис. 4, А, пиковые значения

частоты «Потока» и $a(t)_{\text{верт}}$ примерно равны $1,5 \text{ Гц} \cdot 60 \text{ с} = 90 \text{ 1/мин}$. Следовательно, если у МСМК на графике $a(t)_{\text{верт}}$ 8 областей экстремума, то путем деления находим $90:8 = 11,25$. Полученный результат показывает темп подъемов гирь, равный примерно 11 подъемам за одну минуту. Значение 90 1/мин также указывает на частоту дыхания испытуемого в упражнении ДЦ, равный 90 дыхательным циклам за одну минуту.

Разность пиковых частот «Потока» и $a(t)_{\text{верт}}$ у МС (n = 2; 33%), на наш взгляд, зависит от уровня подготовленности спортсменов-гиревиков в данном упражнении (рис. 4, В).

Нами выдвигается предположение, что качество дыхания, определяемое как сближение диапазонов частот $\bar{V}(t)$ с диапазонами частот $R(t)_{\text{верт}}$ и $a(t)_{\text{верт}}$ на оси абсцисс, возрастает по мере повышения подготовленности в соревновательный период и снижается в переходном и в подготовительном этапах спортивной подготовки. Также предполагается, что это зависит от степени эффективности и экономичности двигательных действий в упражнении ДЦ.

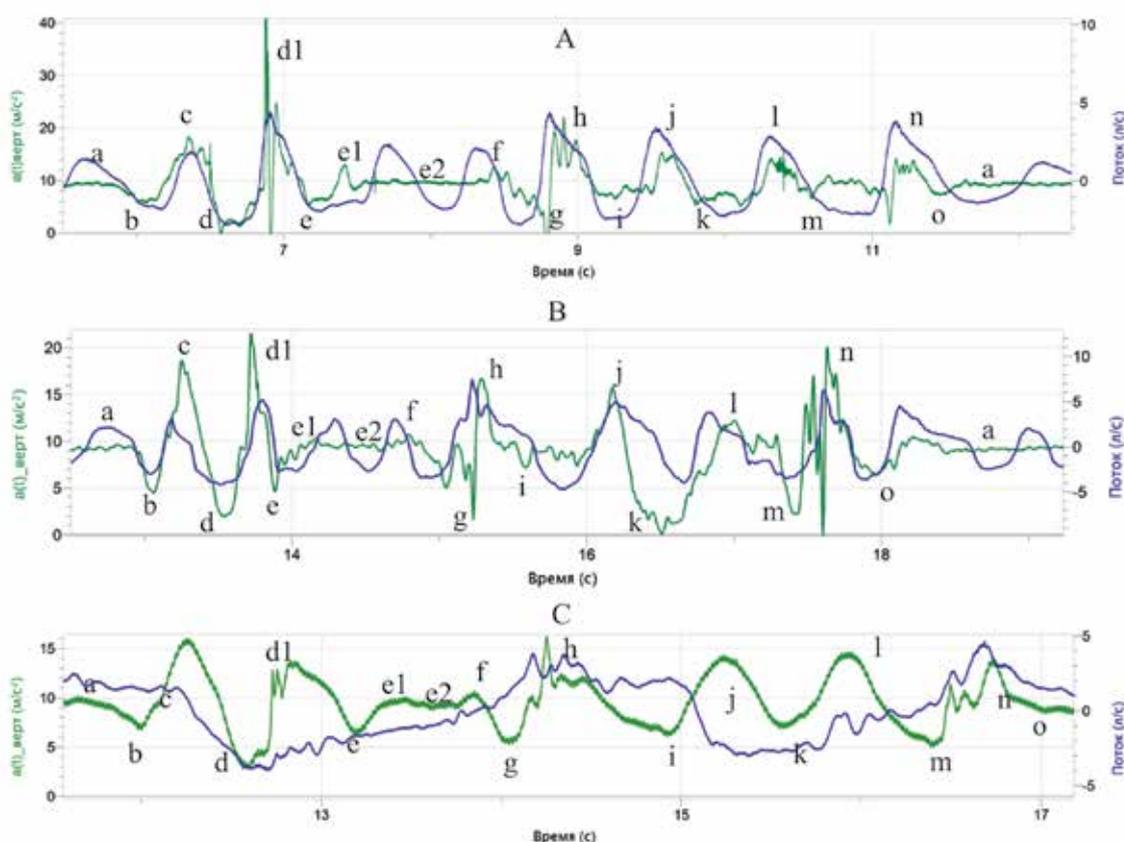


Рис. 3. Графики взаимосвязи вертикальной составляющей ускорения ($a(t)_{\text{верт}}$) и скорости потока дыхательного воздуха (Поток): А – МСМК Г-ев; В – МС Л-ов; С – гиревик I сп. р. К-ев

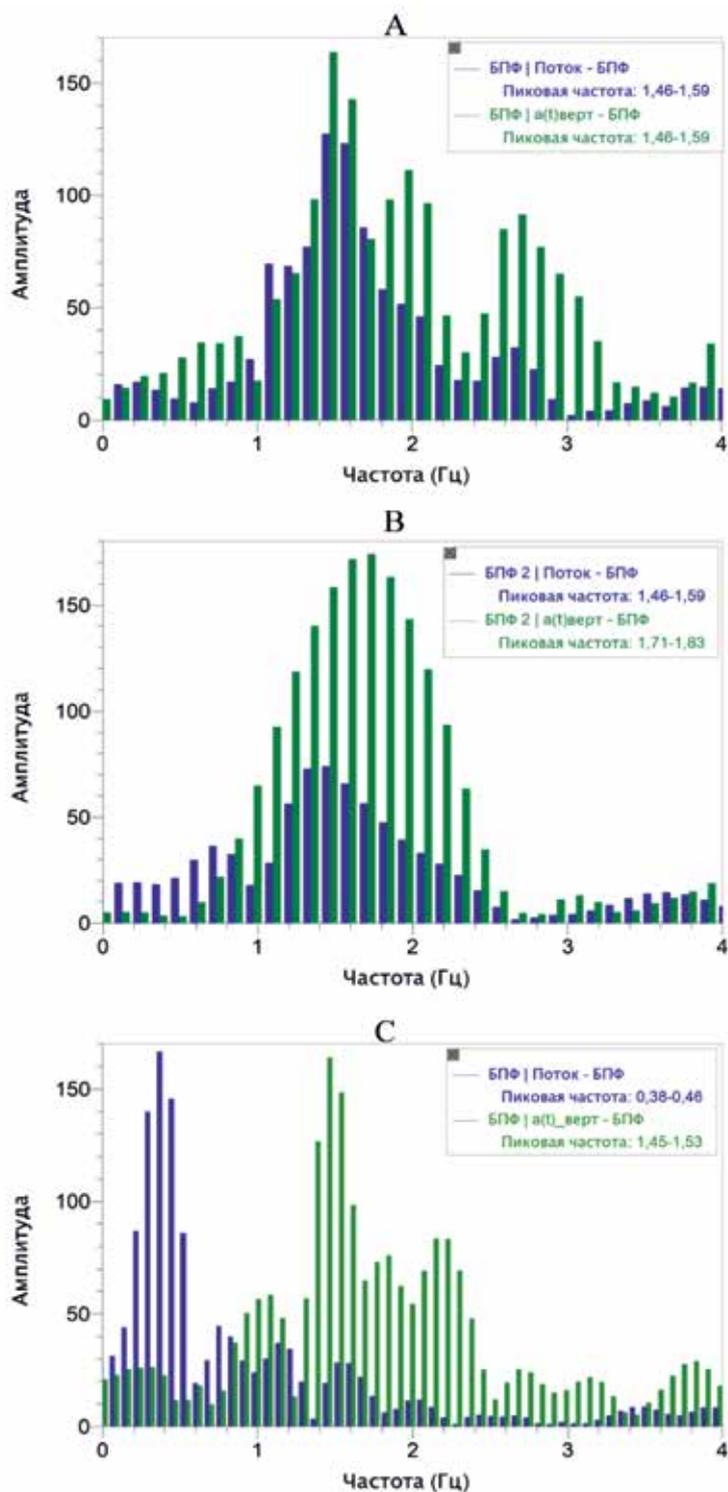


Рис. 4. Графики спектрального анализа методом БПФ ускорения $a(t)_{\text{верт}}$ и потока дыхательного воздуха: А – МСМК Г-ев; В – МС Л-ов; С – гиревик I сп. р. К-ев

Пример отсутствия ЛРС проведен на рис. 4, С. Пиковая частота в диапазоне 0,38–0,46 Гц указывает на то, что спортсмен дышит глубоко и медленно. Частота дыхания

колеблется в диапазоне от $22 \pm 0,8$ 1/мин до $27 \pm 0,6$ 1/мин при частотной составляющей $a(t)_{\text{верт}}$ 1,5 Гц*60 с = 90 1/мин. Таким образом, спортсмен I сп. р. при высо-

ком темпе подъемов гирь 11 раз в минуту дышит примерно, с такой частотой дыхания, как в покое, но с большими значениями дыхательного объема. Но такое дыхание может привести к быстрому утомлению дыхательных мышц и к гипервентиляции.

Заключение

Области экстремума графиков вертикальной составляющей реакции опоры $R(t)_{\text{верт}}$ повторяются в графиках вертикальной составляющей ускорения туловища $a(t)_{\text{верт}}$ независимо от уровня подготовленности гиревиков, что позволяет использовать мобильного акселерометра вместо стационарной тензоплатформы.

Критерием качества дыхания является факт совпадения зубцов максимума $R(t)_{\text{верт}}$ и $a(t)_{\text{верт}}$ с выдохом, а зубцов минимума – со вдохом, который подтверждает наличие ЛРС у спортсменов-гиревиков.

Совпадение пиковых частот вертикальной составляющей реакции опоры, вертикальной составляющей ускорения туловища и потока дыхательного воздуха показал, что у спортсменов-гиревиков высокой квалификации имеется тесное локомоторно-респираторное сопряжение дыхательных движений с проявляемыми усилиями в упражнении ДЦ.

Разность пиковых частот $\bar{V}(t)$ и $a(t)_{\text{верт}}$ у МС ($n = 2$; 33%) и отсутствие ЛРС у спортсменов I сп. р. ($n = 4$, 100%) зависит от уровня подготовленности в данном упражнении.

Количество произвольных дыхательных циклов в упражнении ДЦ связано с характером изменения $R(t)_{\text{верт}}$ и $a(t)_{\text{верт}}$ и оптимально равняется 8, не считая 2–3 дыхательных циклов в статических позах, в закономерном сопряжении с усилиями.

Список литературы

1. Fulton T.J., Paris H.L., Stickford A.S.L., Gruber A.H., Mickleborough T.D., Chapman R.F. Locomotor-respiratory coupling is maintained in simulated moderate altitude in trained distance runners. *J Appl Physiol*. 2018. Vol. 125. P. 1–7. DOI: 10.1152/jappphysiol.01122.2017.
2. Мальков А.П. Оптимизация вариативности двигательных способностей гиревика // Физическое воспитание и спорт в высших учебных заведениях: сборник статей XIII международной научной конференции. БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. С. 34–37.
3. Chan M., MacInnis M.J., Koch S., MacLeod K.E., Lohse K.R., Gallo M.E., Sheel A.W. and Koehle M.S. Cardiopulmonary demand of 16-kg kettlebell snatches in simulated Girevoy Sport. *J Strength Cond Res*. 2020. Vol. 34(6). P. 1625–1633. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002588.
4. Greco D., Calanni L., Cerullo G. et al. Comparison of Cardiorespiratory and Metabolic Responses Between Kettlebell Half Marathon and Treadmill Running at the Same Average Oxygen Consumption: A Case Study. *J. of SCI. IN SPORT AND EXERCISE*. 2020. DOI: 10.1007/s42978-020-00084-z.
5. Муминов В.И., Сотников Е.С. Влияние дыхания на спортивный результат спортсменов-гиревиков // Спорт – дорога к миру между народами: материалы III Международной научно-практической конференции 17–19 октября 2017 г. / Под ред. Х.Ф. Насралла. М.: РГУФКСМиТ, 2017. С. 183–188.
6. Мальков А.П. Учет особенностей базовых физиологических изменений в процессе занятий гиревым спортом // Культура физическая и здоровье современной молодежи: материалы II Международной научно-практической конференции. Воронеж, 2019. С. 207–211.
7. Симень В.П. Особенности средств спортивной подготовки гиревиков // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 5. С. 145–149.
8. Симень В.П. Совершенствование техники рывка в гиревом спорте // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=28589> (дата обращения: 20.05.2021).
9. Тихонов В.Ф. Локомоторно-респираторное сопряжение (ЛРС) в упражнении гиревого спорта «толчок» // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 3. С. 215–219. DOI: 10.17513/snt.38559.
10. Тихонов В.Ф. Локомоторно-респираторное сопряжение (ЛРС) в упражнении гиревого спорта «рывок» // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 4. С. 241–245. DOI: 10.17513/snt.38647.

УДК 378.147.88

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ В ВУЗЕ:
ПРИЧИНЫ СНИЖЕНИЯ АКТИВНОСТИ****Ханов Т.А., Баширов А.В.***Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза, Караганда, e-mail: thanov@mail.ru*

В статье подняты вопросы наметившегося у студентов снижения интереса к научно-исследовательской работе. Авторами предпринята попытка определения причин снижения интереса к науке, внесены предложения, направленные на повышение студенческой активности и результативности проводимой научно-исследовательской работы студентов. Основным методом исследования явилось анкетирование, вместе со сравнительным анализом полученных результатов с данными официальной статистики. В анкетах были сформулированы вопросы, направленные на выяснение заинтересованности студентов в проведении научных изысканий. Также использованы контрольные вопросы по определению общего уровня подготовки выпускников среднеобразовательных школ и перспектив их дальнейшей профессиональной деятельности. Данный подход позволил выявить наличие пробелов в получении образовательных навыков у выпускников школ, а также корреляцию вовлеченности студентов в научно-исследовательскую работу со степенью активности профессорско-преподавательского состава в проведении научных изысканий и инновационных разработок. Авторами сформулированы аргументированные выводы и предложения, способствующие повышению эффективности научно-исследовательской деятельности студентов, повышению их интереса к науке. В результате исследования обоснована необходимость выявления студентов, обладающих неординарным мышлением, и привлечение к научно-исследовательской работе лиц, имеющих склонности к научным изысканиям.

Ключевые слова: научно-исследовательская работа студентов, анкетирование, обработка результатов, причины и факторы, образование, преподавательская деятельность

**SCIENTIFIC RESEARCH WORK OF STUDENTS AT THE UNIVERSITY:
REASONS OF REDUCED ACTIVITY****Khanov T.A., Bashirov A.V.***Karaganda Economic University of Kazpotrebsoyuz, Karaganda, e-mail: thanov@mail.ru*

The article raised issues of emerging students' declining interest in scientific research work. The authors made an attempt to determine the reasons for the decline in interest in sciences, made proposals aimed at increasing student activity and the effectiveness of the research work of students. The main research method was a questionnaire together with a comparative analysis of the results with the data of official statistics. The questionnaires have been formulated issues aimed at clarifying the students' interest in scientific research. In addition, control questions were used to determine the general level of training of graduates of secondary schools and the prospects for their further professional activity. This approach allowed to identify gaps in obtaining the educational skills of high school graduates, as well as the correlation between students' involvement in scientific research work with the degree of activity of the teaching staff in the conduct of scientific disquisitions and innovative developments. The authors formulated reasoned conclusions and proposals that improve the efficiency of scientific research activity of students, increase their interest in science. The study proved the need to identify students with extraordinary thinking and bringing to the scientific research work of persons who have the propensity to scientific disquisitions.

Keywords: scientific research work of students, questionnaire, processing of results, reasons and factors, education, teaching activity

Важным фактором развития казахстанской науки является формирование молодого ученого. Как правило, становление научно-исследовательских навыков происходит в стенах университета и определяется степенью взаимодействия студента и администрации учебного заведения.

Следует отметить, что в последнее время интерес к университетской научно-исследовательской работе у студентов падает, снижается их активность и результативность. Такой вывод делают и другие исследователи, занимающиеся проблемами повышения эффективности студенческой науки [1, с. 381; 2, с. 208].

В этой связи возникла необходимость проведения изысканий по данной проблематике для выявления причин сложившего-

ся положения, а также для выработки ответственных научно обоснованных подходов к повышению интереса и результативности студенческой науки.

В Карагандинском экономическом университете Казпотребсоюза функционирует научно-исследовательский институт экономических и правовых исследований (НИИ ЭПИ). Одной из основных задач сотрудников НИИ является вовлечение студентов в научно-исследовательскую работу, повышение результативности их изысканий, формирование компетенций будущего молодого ученого. Поэтому для выяснения склонности к научно-исследовательской работе среди студентов первого курса на протяжении нескольких лет проводилось анкетирование по специально разработанным анкетам.

В отличие от имеющихся в науке подходов [3–5] авторы не акцентировали внимание на выдвижении гипотезы по выбору определенных, наиболее значимых факторов. Нами был использован иной подход. Приоритетность фактора уточнялась с помощью обработки результатов проведения статистического опроса. Важной составляющей явилась проверка соотносимости результатов исследования с другими, по возможности эталонными результатами исследований или общепринятыми стандартами.

Цель исследования – выявление наиболее значимых причин снижения научной активности у студентов и разработка предложений по формированию позитивной среды для повышения интереса студентов к научно-исследовательской работе и преподавательской профессии.

Материалы и методы исследования

Основным методом исследования стало анкетирование, сопряженное с сопоставительным анализом полученных результатов с данными официальной статистики.

Обработка результатов проводимого в течение трех лет анкетирования позволила выявить основные проблемы и направления оптимизации организации научно-исследовательской работы студентов. Принципиально важным обстоятельством для исследовательской группы было определение объективности полученных данных и возможности их обобщения в масштабах Республики Казахстан, поэтому результаты анкетирования сопоставлялись с официальными статистическими данными.

Именно данное обстоятельство послужило поводом к организации и проведению исследований в части выявления причин снижения интереса молодежи к науке, слабой вовлеченности в научно-исследовательскую работу и низкой результативности проводимых изысканий.

Сроки исследования охвачены 2018, 2019 и 2020 годами. Респондентами являлись студенты первого курса Карагандинского университета, а обработка результатов не выявила принципиальных отличий в ответах. По этой причине в описании результатов исследования использовались усредненные показатели.

Следует отметить, что отдельные результаты анкетирования студентов набора 2018 года были обработаны и опубликованы ранее [6].

Методика исследований заключалась в том, что респондентам задавались вопросы с заранее известными ответами. Условием анкетирования была возможность вы-

бора только одного приоритетного ответа из предложенной альтернативы.

К примеру, q_i вопрос состоит из k ответов (соответственно $(q_{i_1}, q_{i_2}, \dots, q_{i_k})$). В тестировании принимали N студентов. В нашем случае число студентов $N_{cp} = 340$.

Доля отдельно взятого произвольного m ответа q_i вопроса представлялась как

$$Dq_{i_m} = Nq_{i_m} * 100 / N_{cp},$$

где Nq_{i_m} – количество студентов, которые предпочли альтернативу m при ответе на i -й вопрос. Именно этот количественный показатель авторы использовали при анализе результатов исследования.

Идея проведения исследований с использованием обработки анкетных данных не нова. Свою эффективность обработка анкетных данных, используемая как средство поиска значимой информации, доказала при проведении аналогичных изысканий в ряде вузов СНГ [7–9].

Вместе с тем в подобных исследованиях используются эталонные ответы, на основе которых можно было осуществлять корректировку результатов исследований [10; 11].

Мы не располагали подобными эталонами, поскольку не было тех специалистов, которые исследовали эту проблематику в Республике Казахстан. В этом была основная особенность нашего исследования.

Обоснованность гипотезы о состоятельности исследований мы могли проверить путем сопоставления оценки результатов анкетирования с заранее известным общепринятым эталоном. В качестве этого эталона мы использовали усредненную оценку результатов официальных статистических данных по Республике Казахстан.

Результаты исследования и их обсуждение

Организаторов исследования интересовали причины потери у студентов пристрастия к научно-исследовательской деятельности. Данная проблематика интересовала также исследователей как дальнего [12; 13], так и ближнего зарубежья [14, с. 172; 15].

Результаты анкетирования по вопросу интереса к научно-исследовательской деятельности в университете представлены на рис. 1.

Студенты отмечают, что основными факторами, способствующими проявлению заинтересованности, является стимуляция (33%) и интересные научные темы (22%). По значимости эти факторы превышают влияние учебного процесса, оценку собственной работоспособности и возможную перспективность будущей профессии. Приоритетность такого выбора не стала не-

ожиданностью. Молодые люди поступили в вуз, чтобы получать достойное образование и профессию, а проведение научных исследований является их работой, эффективность которой зависит от наличия стимулирующих факторов.

Второй вопрос касался конкретизации того, какой именно стимул необходим студентам для активизации научно-исследовательской работы. Результаты анкетирования по конкретизации форм стимулирования представлены на рис. 2.

Следует отметить, что 40% опрошенных отметили, что активизация научно-ис-

следовательской работы будет возможна при условии получения студентами соответствующих профессиональных навыков. Данный результат показывает, что для современной молодежи получение профессиональных навыков является приоритетным фактором, более существенным, чем материальное (16%) и моральное (19%) поощрение.

Третий вопрос анкетирования был связан с мнением студентов о возможности использования навыков, полученных в ходе научно-исследовательской работы, в дальнейшей профессиональной деятельности. Результаты опроса представлены на рис. 3.

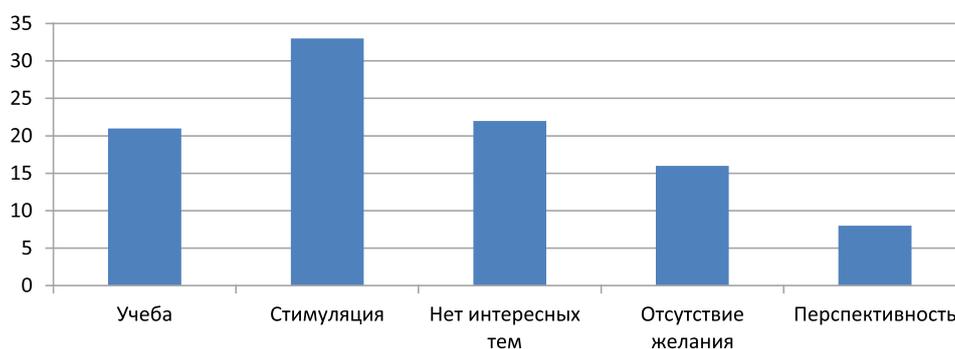


Рис. 1. Ответы студентов на вопрос об интересе к научно-исследовательской деятельности в вузе

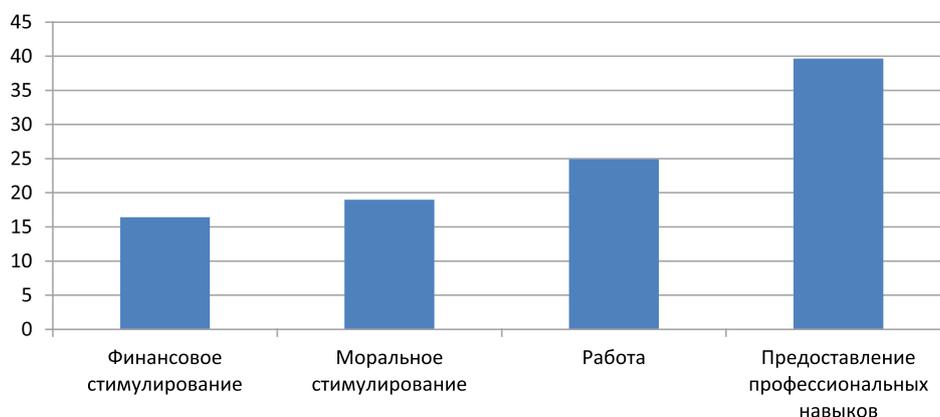


Рис. 2. Ответы студентов на вопрос об основном стимуле участия в научно-исследовательской работе

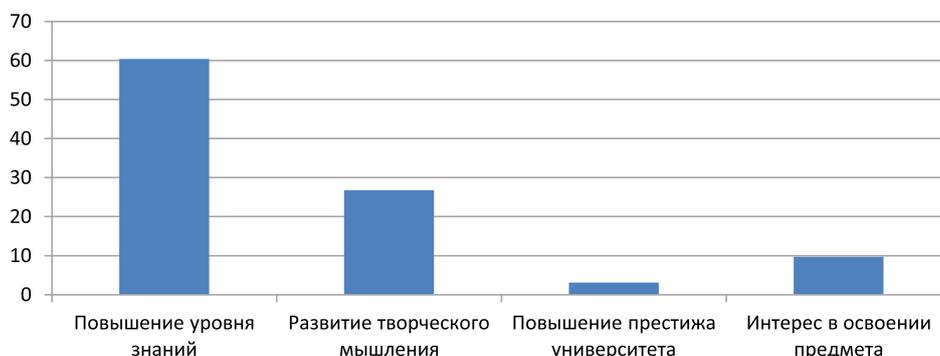


Рис. 3. Ответы студентов на вопрос о конкретизации сферы применения профессиональных навыков

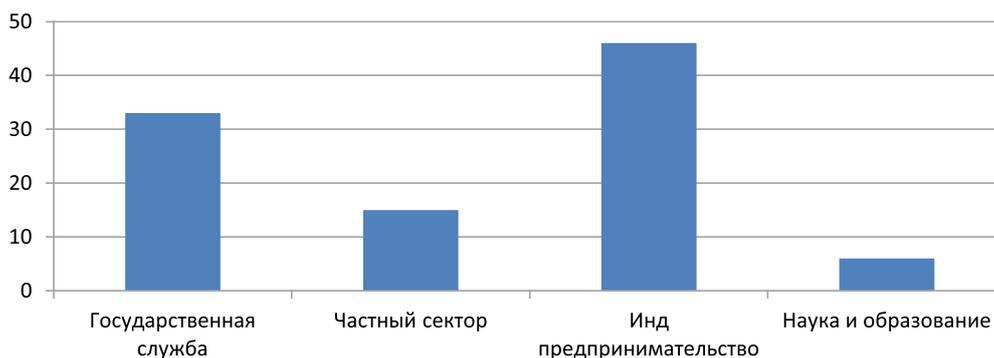


Рис. 4. Ответы студентов на вопрос о конкретизации сферы применения профессиональных навыков

Самым популярным выбором студентов (60%) было «повышение уровня знаний». Такой ответ свидетельствует о заинтересованности студентов в альтернативных способах получения профессиональных навыков. При этом они служат определяющим фактором, способствующим активизации студенческой научно-исследовательской работы. Однако востребованный уровень знаний студенты не связывают с престижем университета (3%) либо с углубленным изучением отдельных дисциплин (10%). Даже формирование навыков творческого мышления (27%) не является приоритетом у большинства студентов. Однако такой подход вызывает настороженность в среде исследователей. В частности, отдельные ученые считают, что формирование и развитие творческого мышления должно быть приоритетом при проведении научных исследований студентами [16, с. 34; 17, с. 176; 18, с. 172].

Однако авторы настоящей статьи не ставят под сомнение и не опровергают степень приоритетности отдельно взятого фактора, а описывают результаты обработки результатов собственно проведенных исследований, связанных с проблемами повышения активности научно-исследовательской работы студентами университета. По нашему мнению, упомянутые выше профессиональные навыки – это скрытые особенности использования возможных средств и методов, которые позволяют получить искомое решение более простым и эффективным способом. Существует и другое, упрощенное и часто встречающееся название этих профессиональных навыков – «секреты мастера».

Сложные аналитические расчеты можно заменить использованием численных методов, затруднения в освоении профессионального программного обеспечения – использованием стандартных надстроек

программного обеспечения, выполнение многочисленных рутинных операций заменяется созданием простейшей программы и эффектом от ее однократного использования. Более подробно с примерами этих «секретов мастера» в вопросах технической и юридической подготовки студентов можно ознакомиться в соответствующих авторских публикациях [19-21].

Также интересен вопрос о планах студентов. Исследовательскую группу интересовало, какое количество студентов собирается свою дальнейшую профессиональную деятельность связать с наукой. Результаты представлены на рис. 4.

При обобщении результатов анкетирования выяснилось, что в дальнейшем научными исследованиями собирается заниматься только 6% респондентов. Такой достаточно низкий показатель удручает, поскольку в любом университете считается естественным привлечение к научной деятельности студентов всех специальностей, к тому же это предусмотрено программой обучения. Практикуется обязательность подготовки научно-исследовательских работ, а в итоге заниматься профессионально научной деятельностью собирается лишь малый процент. Следовательно, студенты изначально проявляют низкую активность, у них отсутствует заинтересованность в проведении научных изысканий.

В этой связи возникает закономерный вопрос: такой низкой показатель характерен только для нашего университета или такая тенденция прослеживается в целом по республике. Для ответа на этот вопрос были использованы данные официальной статистики по Республике Казахстан за 10 лет [22]. Посредством выяснения соотношения количества студентов, окончивших учебные заведения, и принятых на работу молодых преподавателей, составлена таблица.

Количество и соотношение профессорско-преподавательского состава и студентов в вузах Республики Казахстан

	2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	2015/ 2016	2016/ 2017	2017/ 2018	2018/ 2019	2019/ 2020
Количество студентов (тыс. человек)	620	630	572	527	477	459	477	496	542	604
Количество ППС (тыс. человек)	40	41	41	42	40	38	38	38	38	38
Соотношение преподавателей и студентов вузов Казахстана (в процентах)	6,38	6,44	7,21	7,90	8,45	8,29	8,02	7,70	7,06	6,37

Из таблицы наглядно видно, что соотношение численности студентов и профессорско-преподавательского состава в разные года варьировалось от 6% до 8%.

В этой связи можно сделать предположение, что обновленный профессорско-преподавательский состав – это в основном бывшие студенты (магистранты). Исходя из данных, приведенных в таблице, реальное соотношение совпадает с ответами, полученными при анкетировании студентов КЭУК на предмет перспективы занятия научно-исследовательской, а, следовательно, и преподавательской деятельностью.

Выводы

В результате проведения исследования были установлены следующие закономерности.

Первое. Существует объективная реальность того, что большинство студентов (примерно 94%) не связывают свою дальнейшую жизнь и карьеру с научной деятельностью. Этот установленный факт не носит какого-то негативного оттенка и является совершенно естественным. Совпадение данных анкетирования студентов КЭУК с официальными данными о соотношении выпускников вузов и молодых преподавателей, пришедших на работу в вузы Республики Казахстан, подтверждает этот вывод.

Второе. Шесть процентов студентов, которые хотят связать жизнь с наукой, необходимо в обязательном порядке выявлять и привлекать к научно-исследовательской деятельности. Их выявление не составит серьезных проблем. Таких студентов, как правило, отличает работоспособность, внимательность, неординарность мышления, хорошая успеваемость, стремление к получению новых знаний и возможности их практического применения. Таким студентам необходимо ставить интересные задачи, показывать приемлемые варианты их решения, обращать внимание на имеющуюся проблематику. Целесообразно поручать им подготовку научных проектов, привлекать к участию в выполнении инициатив-

ных, хоздоговорных и грантовых научных исследований.

Следует подчеркнуть, что эти 6% способны совершить прорыв в результативности научно-исследовательской работы студентов университета. В дальнейшем этих молодых ученых следует заинтересовать в том, чтобы свою профессиональную деятельность и научную карьерную они связывали с университетом.

Третье. Тот факт, что 94% студентов не считают возможным связать свою карьеру с научной деятельностью, не означает, что они не должны привлекаться к научно-исследовательской работе. Однако условием вовлечения в студенческую науку является авторитет преподавателя. Если преподаватель сам не достаточно заинтересован в проведении научных исследований, то он не может побудить студента к занятию наукой и участию в студенческих научных исследованиях. Профессиональные навыки или «секреты мастера» проявляются только во время работы. Преподаватель, игнорирующий научно-исследовательскую деятельность, не может овладеть «секретами мастера» и, следовательно, не интересен студенту. В этой связи можно сделать вывод: активность студенческой научной работы прямым образом зависит от вовлеченности профессорско-преподавательского состава университета в научно-исследовательскую деятельность.

Четвертое. Целесообразно акцентировать внимание на сопоставлении разных способов решения имеющейся проблемы. Наиболее эффективно это будет выглядеть в случае сопоставления сложного стандартного метода решения и осуществления быстрого и эффективного нестандартного решения. Профессорско-преподавательскому составу рекомендуется практиковать подобные сопоставления при проведении лекций, практических занятий, круглых столов и при других формах учебных занятий.

Мы надеемся, что продуманная реализация вышеописанных выводов и рекомендаций повысит активность студентов в научно-исследовательской работе.

Список литературы

1. Кочемасова Л.А. Теоретические предпосылки активизации научно-исследовательской деятельности как инновационного регулятива повышения качества профессиональной подготовки студента // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 6. С. 381.
2. Арсентьева М.В. Особенности научно-исследовательской работы студентов младших курсов обучения // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2017. № 11–2. С. 208–210.
3. Boichenko, E.B., Bakhov, I.S., Martynovych N.O., Sheshtopalova I.O., Binytska K.M. Building research work skills in students as a component of their professional training. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*. Volume 12. Issue 4. Special Issue. 2020. P. 840–848.
4. Dolzhenko, R.A., Karpilianskii, V.A., Hady, R.A., Didenko, A.S. Young scientists' motivation for research activity in Russian regional universities. *Obrazovanie i Nauka*. Volume 21. Issue 9. 2019. P. 122–153.
5. Bikard, M., Murray, F., Gans, J.S. Exploring trade-offs in the organization of scientific work: Collaboration and scientific reward Exploring trade-offs in the organization of scientific work: Collaboration and scientific reward (Conference Paper). *Management Science*. Volume 61. Issue 7. 1 July 2015. P. 1473–1495.
6. Баширов А.В., Ханов Т.А. Факторы повышения активности научно-исследовательской работы студентов // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 4. С. 91.
7. Косинцева Т.Д., Хвощ Р.Н. Организация научно-исследовательской работы студентов в образовательном процессе в современном российском ВУЗе // Известия высших учебных заведений. Социология. Экономика. Политика. 2019. № 2. С. 73–80.
8. Силина Д.О. Статистическое исследование студентов ВУЗа по проблеме вовлеченности в научно-исследовательскую работу (НИРС) // Студенческая наука и XXI век. 2020. Т. 17. № 1–1 (19). С. 311–313.
9. Давтян Г.Г., Прохоров В.Т., Шрайфель И.С.Н., Тихонова Н.В. О новых возможностях априорного ранжирования по повышению достоверности результатов анкетирования с участием респондентов // Актуальные научные исследования в современном мире. 2017. № 10–1–2 (30). С. 66–165.
10. Anderhag P., Wickman P., Hamza K.M. How can teaching make a difference to students' interest in science? Including Bourdieuan field analysis. *Cult Stud of Sci Educ* 10, 377–380 (2015). DOI: 10.1007/s11422-014-9630-z.
11. Anderhag P., Hamza K.M., Wickman P. What Can a Teacher Do to Support Students' Interest in Science? A Study of the Constitution of Taste in a Science Classroom. *Res Sci Educ* 45, 749–784 (2015). DOI: 10.1007/s11165-014-9448-4.
12. Kennedy D., Perky J., Lougee C. et al. The discussion about proposals to change the Western Culture program at Stanford University. *Minerva* 27, 223–411 (1989). DOI: 10.1007/BF01102569.
13. Oh K., Kang N.H. Participation patterns of elementary students in scientific problem finding activities. *Asia Pac. Sci. Educ.* 5, 16 (2019). DOI: 10.1186/s41029-019-0039-6.
14. Гомза Т.В. Этапы становления специалиста. Научно-исследовательская работа студентов // Проблемы высшего образования. 2008. № 1. С. 171–174.
15. Чертихина Н.А. Причины недостаточной активности студентов в научно-исследовательской деятельности // Физическое воспитание и спортивная тренировка. 2014. № 1 (7). С. 109–112.
16. Dolan E., Grady J. Recognizing Students' Scientific Reasoning: A Tool for Categorizing Complexity of Reasoning During Teaching by Inquiry. *J Sci Teacher Educ* 21, 31–55 (2010). DOI: 10.1007/s10972-009-9154-7.
17. Насонов А.Д., Новичихина Т.И., Боянщина Т.Е., Семейкина В.М. Роль научно-исследовательской деятельности студентов при формировании их творческой активности // Психодидактика высшего и среднего образования: материалы одиннадцатой международной научно-практической конференции. Барнаул, 2016. С. 175–176.
18. Кривотулова Е.В. Научно-исследовательская работа студентов как средство формирования их творческой активности // Проблемы и перспективы развития высшей школы в условиях модернизации современной системы образования: материалы Международной научно-практической конференции. Воронеж, 2006. С. 172–173.
19. Баширов А.В., Ханов Т.А. Использование надстроек прикладного программного обеспечения в практической подготовке студентов технических специальностей // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 62–4. С. 8–10. DOI: 10.18411/lj-06-2020-73.
20. Ханов Т.А., Баширов А.В. Подготовка юристов с использованием информационных технологий: проблемы привития практических навыков // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 62–17. С. 10–13. DOI: 10.18411/lj-06-2020-380.
21. Яворский В.В., Ашкенова Ш.А., Баширов А.В. Модели адаптивного компьютерного тестирования // Международный журнал экспериментального образования. 2016. № 7. С. 39–41.
22. Статистика науки. [Электронный ресурс]. URL: <https://stat.gov.kz/official/industry/24/statistic/6> (дата обращения: 20.05.2021).

УДК 371:376

**СОПРОВОЖДЕНИЕ ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА
С ОТКЛОНЕНИЯМИ В ОВЛАДЕНИИ РЕЧЬЮ
В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРА ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ,
МЕДИЦИНСКОЙ И СОЦИАЛЬНОЙ ПОМОЩИ**

Шереметьева Е.В., Беспоместных О.А.

*ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет»,
Челябинск, e-mail: sheremetevaev2@cspu.ru, bespomestnyh-olga@mail.ru*

В статье рассматривается одно из современных приоритетных направлений в области образования – психолого-педагогическое сопровождение детей раннего возраста, оказание им ранней комплексной коррекционной помощи. Увеличение количества детей раннего возраста с отклонениями в овладении речью свидетельствует о важности грамотной организации комплексного психолого-педагогического сопровождения детей данной категории. Полученные в ходе констатирующего эксперимента данные речевого развития детей с отклонениями в овладении речью указывают на потребность детей в систематической, непрерывной работе, направленной на коррекцию отклонений в овладении речью и профилактику возникновения других нарушений, что подтверждает актуальность темы нашего исследования. Мы разработали организационно-содержательную модель комплексного психолого-педагогического сопровождения детей раннего возраста с отклонениями в овладении речью, которая включает в себя четыре последовательных этапа. Модель успешно прошла апробацию в Муниципальном бюджетном учреждении «Центр психолого-педагогической, медицинской и социальной помощи Metallургического района г. Челябинска». Появление положительной динамики в речевом развитии детей с отклонениями в овладении речью свидетельствует об эффективности проведенной нами работы и возможности транслирования и адаптации разработанной нами модели психолого-педагогического сопровождения в любую дошкольную образовательную организацию.

Ключевые слова: ранний возраст, дети с отклонениями в овладении речью, речевое развитие детей раннего возраста, психолого-педагогическое сопровождение, модель комплексного сопровождения, ППМС-центр

**SUPPORT OF YOUNG CHILDREN WITH DEVIATIONS IN SPEECH
IN THE CONDITIONS OF THE CENTER FOR PSYCHOLOGICAL,
PEDAGOGICAL, MEDICAL AND SOCIAL ASSISTANCE**

Sheremeteva E. V., Bespomestnykh O. A.

*South Ural State Humanitarian and Pedagogical University, Chelyabinsk,
e-mail: sheremetevaev2@cspu.ru, bespomestnyh-olga@mail.ru*

The article discusses one of the modern priority directions in the field of education – psychological and pedagogical support of young children, providing them with early complex corrective assistance. The increase in the number of young children with deviations in language acquisition testifies to the importance of competent organization of complex psychological and pedagogical support for children of this category. The data obtained in the course of the ascertaining experiment of the speech development of children with deviations in language acquisition indicate the need of children for systematic, continuous work aimed at correcting deviations in speech acquisition and prevention of other disorders, which confirms the relevance of the topic of our study. We have developed an organizational-content model of complex psychological and pedagogical support for young children with deviations in language acquisition, which includes four successive stages. The model was successfully tested at the Municipal Budgetary Institution «Center for Psychological, Pedagogical, Medical and Social Assistance of the Metallurgical District of Chelyabinsk.» The emergence of positive dynamics in the speech development of children with deviations in speech acquisition testifies to the effectiveness of our work and the possibility of broadcasting and adapting the model of psychological and pedagogical support developed by us to any preschool educational organization.

Keywords: early age, children with disabilities in speech acquisition, speech development of young children, psychological and pedagogical support, model of complex support, PPMS-center

В настоящее время пристальное внимание уделяется становлению системы оказания помощи детям раннего возраста, имеющим какие-либо отклонения в развитии, и их семьям. Раннее начало коррекционной работы позволит избежать усложнения структуры дефекта ребенка и будет способствовать максимально возможному приближению к нормативному развитию в старшем возрасте. Работа по развитию

детей с ограниченными возможностями здоровья с 1 года до 3 лет должна вестись комплексно, включая взаимодействие различных педагогов и семьи ребенка.

Психолого-педагогическое сопровождение детей является одной из ключевых задач модернизации современной системы образования России. Глубоким изучением психолого-педагогического сопровождения детей в ходе образовательного процес-

са занимались М.Р. Битянова, Э.М. Александровская, Г.Л. Бардиер, И.В. Ромазан, Т.С. Чередникова, Е.И. Казакова и др. Все исследователи подчеркивают преимущества комплексного психолого-педагогического сопровождения перед другими формами работы с детьми [1–3].

Психолого-педагогическое сопровождение помогает семье гармонизировать взаимодействие с ребенком раннего возраста с ОВЗ, что оказывает положительное влияние на его развитие и способствует предотвращению и преодолению проблем, препятствующих нормальному развитию. Как процесс, сопровождение носит комплексный характер и представляет собой активное сотрудничество семьи ребенка и специалистов образовательной организации. Грамотно построенная структура психолого-педагогического сопровождения ребенка и его семьи будет способствовать достижению желаемых результатов [4; 5].

Все чаще специалистам приходится сталкиваться с детьми, имеющими в раннем возрасте отклонения в овладении речью (ООР). Изучением данной категории детей занимались Е.М. Мастюкова, Г.В. Чиркина, Е.В. Шереметьева, Е.Е. Ляско, О.Е. Громова и др. Все исследователи отмечают своеобразное развитие компонентов речи у детей данной категории и необходимость оказания им специализированной помощи. Разработка средств и методов, направленных на устранение и предупреждение отклонений в речевом развитии детей раннего возраста, является одной из ведущих задач современной отечественной логопедии [6; 7].

Комплексное психолого-педагогическое сопровождение детей раннего возраста возможно осуществлять в условиях ППМС-центра. Процесс психолого-педагогического сопровождения детей раннего возраста с ООР предполагает целенаправленную, систематическую, непрерывную работу, целью которой выступает коррекция отклонений в овладении речью и профилактика возникновения других нарушений. Различные формы сопровождения ребенка раннего возраста с ООР и его семьи в условиях ППМС-центра предоставляют специалистам широкий выбор реализации моделей и программ сопровождения [1; 3].

Базой для проведения нашего исследования выступило Муниципальное бюджетное учреждение «Центр психолого-педагогической, медицинской и социальной помощи Metallургического района г. Челябинска».

Материалы и методы исследования

С 1 по 15 сентября 2020 г. нами был проведен констатирующий эксперимент.

Для выявления детей раннего возраста с ООР нами была выбрана методика Е.В. Шереметьевой «Диагностика психоречевого развития ребенка раннего возраста» [8], которая позволила определить наличие отклонений в овладении речью и дифференцировать детей на подгруппы по степени выраженности отклонений. В исследовании приняли участие 63 ребенка раннего возраста, посещающие группы кратковременного пребывания МБУ «ЦППМСП Metallургического района г. Челябинска». Из них 17 детей с ООР, 46 детей с нормой речевого развития. В дальнейшую работу были включены 17 детей раннего возраста с отклонениями в овладении речью, из которых:

- 5 детей с нерезко выраженными ООР;
- 6 детей с выраженными ООР;
- 6 детей с резко выраженными ООР.

Изучение особенностей развития речи детей раннего возраста мы проводили по адаптированной нами методике Е.Ф. Архиповой [9].

Проанализировав диагностические данные развития речевых компонентов детей раннего возраста с ООР каждой из групп степени выраженности, мы получили различные результаты.

Дети с нерезко выраженными ООР активно используют разнообразные просодические компоненты речи. Они понимают обращенную речь в полном объеме, редко используют для общения жесты и мимику. В экспрессивной речи детей преобладает простая неразвернутая фраза, они практически не употребляют предлоги. В активном словаре значительно преобладают существительные. Фонематический слух развит недостаточно: детям доступно различение на слух высоты, силы, тембра голоса. У четверых детей данной группы (Лиза С., Саша В., Аня Д., Тимофей М.) состояние органов артикуляционного аппарата и их моторика соответствуют норме, у одного ребенка (Арина Б.) отмечаются нарушения процесса жевания и снижение качества движений органов артикуляции.

Речь детей с выраженными ООР характеризуется преобладанием невербальных средств общения – жестов, мимики, движений тела, головы, улыбки. Понимание обращенной речи на бытовом уровне. Экспрессивная речь в большей степени состоит из звуко-комплексов, нескольких лепетных и общеупотребительных слов, звукоподражаний. Грамматический строй речи представлен однословными предложениями. Детям доступно узнавание на слух неречевых звуков, начинает появляться умение различать высоту, силу и тембр голоса. Просодическая сторона речи характеризу-

ется ограниченностью средств просодии, их недостаточностью. Органы артикуляционного аппарата без патологий. У четверых детей отмечается снижение качества моторики губной мускулатуры, у двоих – снижение качества моторики нижней челюсти и артикуляционных движений языка.

Дети с резко выраженными ООР чаще всего осуществляют общение посредством движений тела, головы, улыбки, голоса. Понимание обращенной речи ограниченное, ситуативное. Иногда в качестве средств общения дети используют простые жесты и мимику, понимание и использование сложных жестов и мимики резко ограничено. В экспрессивной речи детей присутствуют несколько лепетных слов и звукоподражаний, часто отмечается полное отсутствие звуковых или словесных средств общения. Фонематический слух развит недостаточно – детям доступно различение только неречевых звуков. Мелодико-интонационная сторона речи характеризуется наличием некоторых средств просодии и в большинстве случаев неправильным их использованием. У двоих детей отмечается легкая патологическая симптоматика в состоянии лицевой мускулатуры, губ, мягкого неба и языка. Артикуляционная моторика характеризует-

ся снижением качества движений нижней челюсти, губной мускулатуры, языка.

Полученные данные свидетельствуют о значительном расхождении в уровнях речевого развития, в наличии речевых компонентов и умении ими владеть всех трех групп степени выраженности отклонений в овладении речью.

Сравнение состояния речевого развития детей с отклонениями в овладении речью с детьми группы нормы показало несоответствие большинства речевых компонентов детей с отклонениями в овладении речью нормальному развитию, соответствующему данной возрастной категории, что подтверждает необходимость организации коррекционно-предупредительного воздействия, через моделирование процесса сопровождения.

Нами была разработана организационно-содержательная модель комплексного сопровождения детей раннего возраста с ООР (рис. 1), которая включает четыре последовательных этапа:

- 1) этап первичной диагностики;
- 2) подготовительный этап;
- 3) этап коррекционно-предупредительного воздействия;
- 4) этап итоговой диагностики.

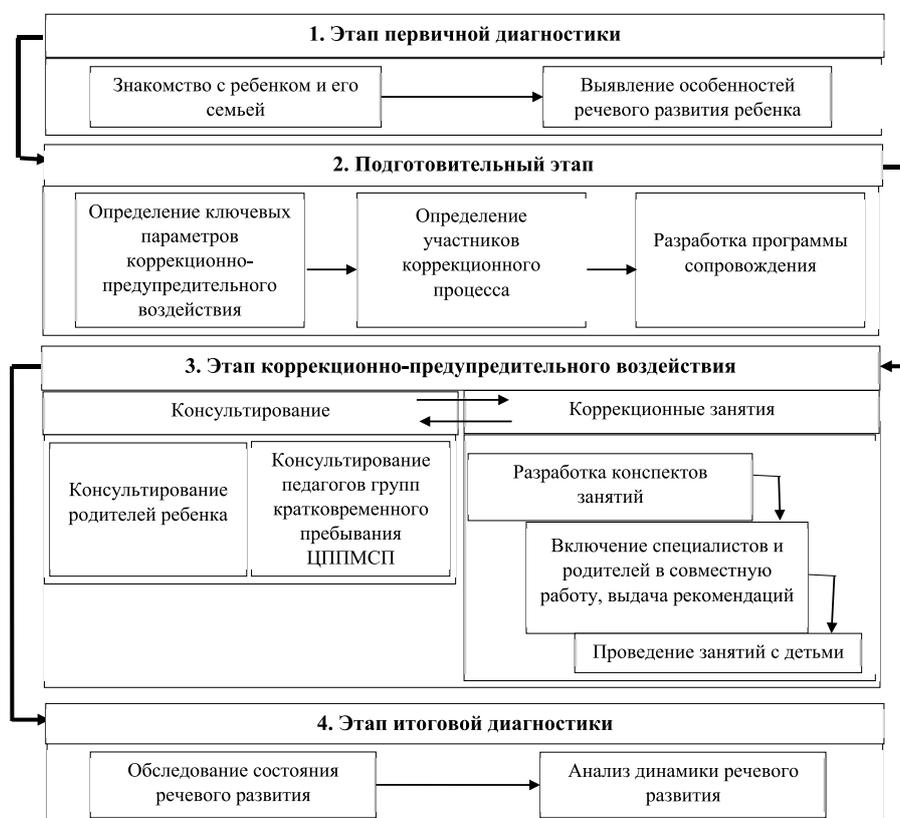


Рис. 1. Модель психолого-педагогического сопровождения детей раннего возраста с ООР в условиях ЦППМС-центра

Данная модель проходила апробацию на базе МБУ «ЦППМСП Metallургического района г. Челябинска» в период с 16.09.2020 по 09.04.2021. Форма организации психолого-педагогического сопровождения – посещение ребенком группы кратковременного пребывания и консультирование семьи различными специалистами (учитель-логопед, учитель-дефектолог, педагог-психолог).

Обязательным условием осуществления коррекционно-предупредительной работы было присутствие родителей на занятиях и активная их включенность в процесс. Дети, имеющие нерезко выраженные ООР, посещали группу с нормально развивающимися сверстниками – вариант инклюзивного обучения и развития детей с отклонениями в овладении речью. Занятия в этой группе проводились без учета специфических особенностей развития детей и не имели коррекционной направленности. Данная форма организации работы с детьми с отклонениями в овладении речью позволила нам выявить положительное влияние нормально развивающихся сверстников на развитие речевых компонентов детей с нерезко выраженными ООР в условиях организованных занятий и совместных игровых действий.

Дети, имеющие выраженные и резко выраженные ООР, были поделены на две группы в соответствии со степенью выраженности нарушенного речевого развития. Занятия для них выстраивались с учетом их специфических особенностей и возможностей и имели коррекционную направленность. Эта форма организации работы позволила оценить эффективность специально организованного коррекционно-предупредительного воздействия.

Результаты исследования и их обсуждение

Оценка эффективности двух вариантов организованной работы проводилась

в период с 12 по 24 апреля 2021 г. В контрольном эксперименте приняли участие 17 детей, имеющих отклонения в овладении речью по итогам первичной диагностики. Мы изучили коммуникативно-речевое развитие детей раннего возраста с ООР (методика Е.В. Шереметьевой), составили профили и провели их сопоставительный анализ на начало и конец года. Пример представлен на рис. 2.

В результате проведенной работы мы получили следующее:

- пятеро детей, имеющих нерезко выраженные ООР, которые посещали занятия с нормативными детьми, двое детей с выраженными отклонениями и один ребенок с резко выраженными ООР достигли нормативного развития;

- четверо детей, имеющих выраженные отклонения, и пятеро детей, имеющих резко выраженные отклонения в овладении речью, достигли уровня «нерезко выраженные отклонения в овладении речью».

Состояние коммуникативно-речевого развития детей на начало и конец учебного года представлено на рис. 3.

Количественное соотношение выраженности отклонений в овладении речью на начало и конец года представлено на рис. 4.

Анализ полученных результатов диагностики свидетельствует о наличии положительной динамики в коммуникативно-речевом развитии детей. Состояние их эмоционально-волевой сферы гармонизировалось. Они овладели новыми навыками в предметной деятельности. Игра детей пополнилась положительными характеристиками – они научились правильно действовать с игрушкой, стали оречевлять игровые действия, включаться в предложенный сюжет и играть со сверстниками. Дети овладели большим количеством средств коммуникации и научились ими пользоваться.

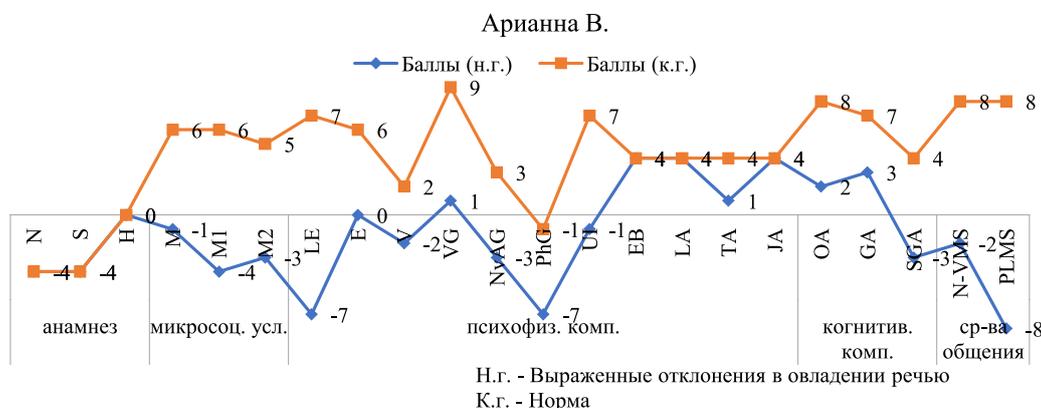


Рис. 2. Состояние коммуникативно-речевого развития ребенка раннего возраста на начало и конец года

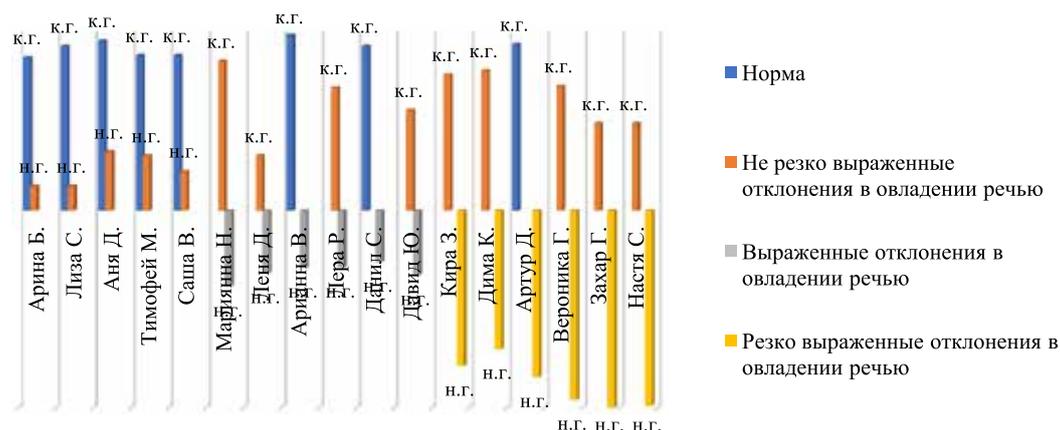


Рис. 3. Уровень психоречевого развития детей раннего возраста на начало и конец года



Рис. 4. Количество детей раннего возраста в каждой группе отклонений в овладении речью на начало и конец года

Включенность родителей в работу на занятиях свидетельствует об их заинтересованности в развитии речи ребенка. Наличие динамики подтверждает активную вовлеченность родителей не только в работу на занятиях, но и дома. Родители прислушались к нашим рекомендациям: по возможности исключили долгий просмотр мультфильмов ребенком, заменили гаджеты совместным времяпровождением и играми, стали уделять больше времени чтению детской литературы, оречевлению всех своих действий, стали внимательно следить за своей речью в процессе общения с ребенком. Все это значительно повысило эффективность проводимой нами работы.

В ходе диагностики развития речевых компонентов детей раннего возраста, имеющих ООР (методика Е.Ф. Архиповой), нами были заполнены протоколы и составлены профили речевого развития, позволяющие оценить динамику развития речевых компонентов детей. Проведенный анализ состояния речевого развития детей позволил выявить компоненты, развитие которых достигло наивысшего значения – 3 балла. Гра-

фическое изображение полученных данных представлено на рис. 5.

Качественный анализ данных, полученных в результате итоговой диагностики, позволяет охарактеризовать речь детей после проведенной работы. Средства общения детей стали более разнообразными. Дети активно стали включать жесты, мимику, голосовые модуляции, слова, стала появляться простая фраза. У четверых детей (Арианна В., Лиза С., Аня Д., Артур Д.) отмечается расширение и усложнение речевых высказываний, появление у детей распространенной фразы. Дети активно используют в речи разнообразные просодические компоненты. Обращенную речь понимают в полном объеме: детям доступно понимание названий действий в различных ситуациях, двухступенчатой инструкции, значения предлогов в привычной, конкретной ситуации; появляется понимание вопросов косвенных падежей, устанавливаются первые причинно-следственные связи. Используют сложные жесты и мимику, адекватно оценивают их необходимость в той или иной ситуации.

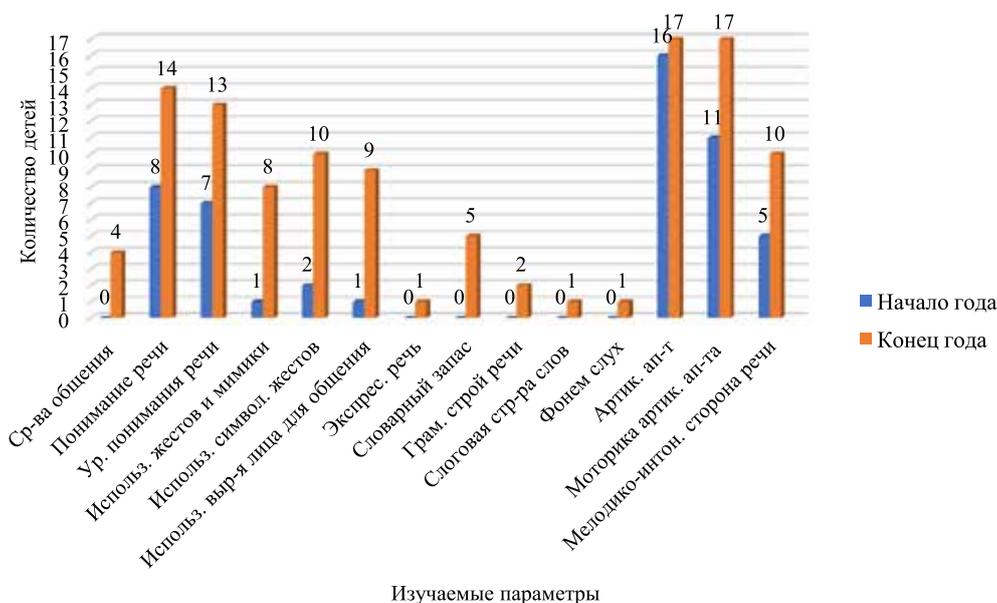


Рис. 5. Параметры развития речи детей раннего возраста с отклонениями в овладении речью, набравшие максимальный балл (3 балла) на начало и конец года

В активном словаре отмечается наличие как существительных, так и глаголов и прилагательных. Слоговая структура слов характеризуется постепенным ее усложнением – в начале года в речи детей преобладали односложные и двухсложные слова из открытых слогов, к концу года появились трехсложные слова, состоящие из открытых и закрытых слогов, слоговой рисунок стал более сохранен. Фонематический слух у детей развит еще недостаточно: детям доступно различение на слух высоты, силы, тембра голоса, но постепенно дети начинают различать на слух слова-паронимы и слоги с акустически близкими фонемами: па-ба, та-да, ко-го, ма-на.

Закключение

Таким образом, полученные данные свидетельствуют об эффективности организованного нами комплексного психолого-педагогического сопровождения детей раннего возраста с отклонениями в овладении речью в условиях ППМС-центра. Разработанная нами модель может быть транслирована и адаптирована в любой дошкольной образовательной организации, осуществляющей комплексную коррекционно-предупредительную работу с детьми раннего возраста, имеющими ООР. Включение детей с ООР в группу с нормально развивающимися сверстниками показывает наличие положительной динамики в коммуникативно-речевом развитии детей, но не на достаточном уровне (дети достигли только нижней границы значения нормы), что подтверждает необходи-

мость психолого-педагогического сопровождения детей с отклонениями в овладении речью любой степени выраженности. Комплексный подход к работе с данной категорией детей и активное включение в работу их родителей позволили достичь положительной динамики в психоречевом развитии детей, обогащении компонентов речи и умении ими пользоваться.

Список литературы

1. Малофеев Н.Н., Никольская О.С., Кукушкина О.И., Гончарова Е.Л. Развитие ранней помощи в образовании детям с ОВЗ и группы риска: основания, ориентиры и ожидаемые результаты // Альманах Института коррекционной педагогики. 2019. № 36. [Электронный ресурс]. URL: <https://alldef.ru/ru/articles/almanac-36/> (дата обращения: 20.04.2021).
2. Бардиер Г., Ромазан И., Чередникова Т. Я хочу! Психологическое сопровождение естественного развития маленьких детей. Кишинев: ВИРТ; СПб.: ДОРВАЛЬ, 1993. 96 с.
3. Раскалинос В.Н. Психолого-педагогическое сопровождение образовательного процесса // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Тольятти, 2016. № 4 (27). С. 11–15.
4. Шаров А.А. Современное понимание термина «психолого-педагогическое сопровождение» и его трактовка в русле специального образования // Психология, социология и педагогика. 2015. № 11 (50). С. 108–110.
5. Карелина Е.В., Королева Н.Н., Солодкова Е.А. Модель психолого-педагогического сопровождения процесса проведения оценочных процедур в дошкольной образовательной организации для детей с ОВЗ // Научно-методическое обеспечение оценки качества образования. 2018. № 1 (4). С. 70–75.
6. Чиркина Г.В., Громова О.Е. Современное понимание процесса речевого развития и предупреждения отклонений в развитии речи детей // Воспитание и обучение детей с нарушениями развития. 2013. № 8. С. 14–16.
7. Шереметьева Е.В. От рождения до первой фразы: тернистый путь к общению: монография. Челябинск: Изд-во ЮУрГПУ, 2019. 282 с.
8. Шереметьева Е.В. Диагностика психоречевого развития ребенка раннего возраста. М., 2013. 112 с.
9. Архипова Е.Ф. Логопедическая работа с детьми раннего возраста. М.: АСТ: Астрель, 2007. 231 с.

УДК 796.015.865.22

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫСТУПЛЕНИЯ КОМАНД НА ОСНОВЕ РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ В КОМАНДНЫХ ВИДАХ СПОРТА С УЧЕТОМ ФАКТОРА ВЛИЯНИЯ СВОЕГО ПОЛЯ

Юшкин В.Н., Марченко С.С., Стрижакова Е.А.,

Заяц О.А., Назарова Ю.Н., Шумакова Р.И.

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»,*Волгоград, e-mail: aup-volgau@yandex.ru*

Объективной необходимостью сегодня является обоснование теоретических основ рейтинговых систем по расчету и формированию рейтинговых классификаций в командных видах спорта с позиции математического моделирования, с применением численных методов расчета. Целью исследования являлось теоретическое обоснование расчета рейтинга с применением численных методов, описание системы определения рейтинга в командных видах спорта. Теоретическое обоснование расчета рейтинга с применением численных методов. В качестве примера использовались результаты выступления команд по футболу в матчах Российской футбольной национальной лиги. Для вычислений систем линейных уравнений применялись численные методы расчета. Для автоматизации процесса вычислений применялись языки программирования высокого уровня. Разработана и применена система определения рейтинга, позволяющая определить силу команд. Полученная система рейтинга может служить методической основой для вычисления рейтинга во всех игровых видах спорта. Представлен вид системы линейных уравнений, обеспечивающей единственный вариант решения. Приведены математически обоснованные формулы подсчета рейтинга. Полученные данные свидетельствуют об адекватности построенной модели и о возможности применения рейтинга для оценки результатов выступлений в командных видах спорта.

Ключевые слова: рейтинг, система, прогнозирование, моделирование, результат, численный метод, оценка

MODELING THE RESULTS OF THE PERFORMANCE OF TEAMS BASED ON THE RATING SCORE IN TEAM SPORTS, TAKING INTO ACCOUNT THE INFLUENCE FACTOR OF HOME FIELD

Yushkin V.N., Marchenko S.S., Strizhakova E.A.,

Zayats O.A., Nazarova Yu.N., Shumakova R.I.

Volgograd State Agricultural University, Volgograd, e-mail: aup-volgau@yandex.ru

The objective necessity today is to substantiate the theoretical foundations of rating systems for the calculation and formation of rating classifications in team sports from the position of mathematical modeling, using numerical calculation methods. The purpose of the study was to provide a theoretical justification for calculating the rating using numerical methods, and to describe the system for determining the rating in team sports. As an example, the results of the performance of football teams in the matches of the Russian Football National League were used. To calculate the systems of linear equations, numerical calculation methods were used. High-level programming languages were used to automate the computation process. A rating system has been developed and applied to determine the strength of the teams. The resulting rating system can serve as a methodological basis for calculating the rating in all team sports. The form of a system of linear equations providing a single solution is presented. Mathematically substantiated formulas for calculating the rating are given. The data obtained indicate the adequacy of the constructed model and the possibility of using the rating to assess the results of performances in team sports.

Keywords: rating, system, forecasting, modeling, result, numerical method, assessment

Во всех профессиональных командных видах спорта преимущество получает команда, играющая дома. Преимущество своей площадки является важным фактором, который следует учитывать в соревнованиях по любому виду спорта. Концепция домашнего преимущества подтверждается тем, что команды выигрывают более 50% домашних матчей.

В отечественной науке неоднократно предпринимались попытки разработки универсальной рейтинговой системы, позволяющей определить силу команд, их ранжирование, прогнозирование результатов игр,

дать оценку влияния фактора своего поля в различных видах спорта [1].

В отечественной науке внедрению рейтингов в спорте посвящены работы М.Д. Боярского [2], А.В. Быкова [3], В.М. Максимовой и М.М. Ковылина [4], А.С. Тугарева [5], В.Е. Темеревой и А.А. Гренадерова [6]. В последние годы большой вклад в развитие прогнозирования на основе моделей искусственных нейронных сетей делает А.К. Крутиков [7]. Прогнозированию спортивных событий с применением цифровых технологий посвящена работа А.К. Крутикова, В.Ю. Мельцова, В.Д. Подковырина [8].

Целью данного исследования является анализ важности игры дома и влияния этого фактора на окончательный результат игр. Для количественной оценки домашнего преимущества использовалось приведенное соотношение забитых и пропущенных голов.

Материалы и методы исследования

Расчет рейтингов без учета воздействия фактора своего поля. Первоначально определим рейтинги при условии проведения всех матчей на нейтральном поле. Для выполнения расчетов в качестве главного критерия используем счет, зафиксированный в матче.

Простым сложением забитых и пропущенных голов в матчах с разными соперниками правильно определить силу команд невозможно. Суммировать забитые и пропущенные голы необходимо с учетом силы соперника.

Для определения рейтингов команд необходимо решить систему уравнений [9]

$$R_i = \frac{F_i}{A_i}, \quad (1)$$

где i – количество команд, рассчитываемых в системе;

R_i – рейтинг i -й команды;

F_i, A_i – суммарное приведенное количество забитых и пропущенных голов i -ой команды соответственно.

Суммарное приведенное количество забитых и пропущенных голов определяется с помощью следующих зависимостей:

$$F_i = \sum_{j=1}^n (G_j^f \cdot \sqrt{R_j}); \quad (2)$$

$$A_i = \sum_{j=1}^n (G_j^a / \sqrt{R_j}),$$

где n – количество матчей, проведенных i -й командой;

G_j^f, G_j^a – количество забитых и пропущенных голов i -й команды в j -й игре соответственно;

R_j – рейтинг команды соперника в j -й игре.

Для решения системы уравнений воспользуемся условием, что рейтинг средней команды равен единице, т.е.

$$\sum_{i=1}^n F_i / \sum_{i=1}^n A_i = 1, \quad (3)$$

где n – количество команд, рассчитываемых в системе.

Расчет коэффициента влияния фактора своего поля на рейтинг. Величина коэффициента влияния фактора своего поля вычисляется как средневзвешенное значение по всем рассчитываемым матчам системы по приведенной ниже формуле:

$$k_v = \sum_{i=1}^n (G_1 / \sqrt{R_1/R_2}) / \sum_{i=1}^n (G_2 \cdot \sqrt{R_1/R_2}), \quad (4)$$

где n – количество матчей, в которых одна из команд имела преимущество своего поля;

G_1, G_2 – количество голов, забитых хозяевами поля и гостями соответственно;

R_1, R_2 – рейтинг хозяев поля и гостей соответственно.

Примечание. В случае, если игра проходит на нейтральном поле, то $k_v = 11$.

Результаты исследования и их обсуждение

Пример расчета рейтингов с учетом воздействия фактора своего поля. В расчете используем результаты 270 матчей выступления команд по футболу в Российской футбольной национальной лиге сезона 2019/2020. Период проведения соревнования с 7 июля 2019 г. по 15 марта 2020 г.

Данный турнир был укорочен из-за пандемии коронавирусной инфекции, поэтому команды провели разное количество встреч друг с другом. С некоторыми из соперников успели провести по две игры. С другими провели лишь по одной игре: только на своей площадке или на выезде. Данный фактор поставил команды в неравные условия. Применение рейтинговой оценки дает возможность смоделировать силу команд вне зависимости от количества игр, проведенных друг против друга.

Рассчитав систему уравнений без учета фактора своего поля, получим следующие результаты (табл. 1). В таблице используются обозначения: R_i – рейтинг i -й команды, F_i – суммарное приведенное количество забитых голов i -й команды, A_i – суммарное приведенное количество пропущенных голов i -й команды.

Оценив соответствие модели без учета фактора своего поля, получим следующие результаты (табл. 2). В таблице используются обозначения: ПМ – это количество исходов, сошедшихся с результатом рейтинговой оценки соперников, РМ – количество матчей с выявленным победителем.

Рассчитав систему уравнений с учетом фактора своего поля, получим следующие результаты (табл. 3).

Оценив соответствие модели с учетом фактора своего поля, получим следующие результаты (табл. 4).

Таблица 1

Результаты выступления команд без учета фактора своего поля

№	Команды	R_i	F_i	A_i
1	Химки	2,6530	47,08	17,75
2	Ротор	2,1570	41,62	19,29
3	Чертаново	1,9510	35,21	18,05
4	Нефтехимик	1,7050	39,42	23,12
5	Торпедо	1,3940	37,98	27,24
6	СКА-Хабаровск	1,3790	40,65	29,48
7	Балтика	1,3700	31,93	23,31
8	Томь	1,1810	29,33	24,83
9	Шинник	1,1430	40,11	35,10
10	Краснодар-2	1,0430	32,17	30,85
11	Чайка	1,0360	29,79	28,75
12	Нижний Новгород	0,9460	27,37	28,93
13	Армавир	0,8220	21,78	26,48
14	Авангард	0,7880	28,51	36,19
15	Спартак-2	0,7250	33,82	46,66
16	Луч	0,6800	26,67	39,24
17	Енисей	0,6680	23,85	35,72
18	Текстильщик	0,5350	27,44	51,28
19	Мордовия	0,5050	21,50	42,59
20	Факел	0,2690	11,56	42,94
	Итого:	1,0	627,79	627,79

Таблица 2

Результаты соответствия модели без учета фактора своего поля

№	Команды	ПМ	РМ	Степень соответствия модели, %
1	Химки	16	21	76,19
2	Ротор	16	22	72,73
3	Чертаново	15	18	83,33
4	Нефтехимик	15	18	83,33
5	Торпедо	16	22	72,73
6	СКА-Хабаровск	16	20	80,00
7	Балтика	12	20	60,00
8	Томь	15	18	83,33
9	Шинник	12	20	60,00
10	Краснодар-2	13	17	76,47
11	Чайка	13	19	68,42
12	Нижний Новгород	12	18	66,67
13	Армавир	14	18	77,78
14	Авангард	9	13	69,23
15	Спартак-2	13	19	68,42
16	Луч	11	18	61,11
17	Енисей	15	20	75,00
18	Текстильщик	16	23	69,57
19	Мордовия	15	20	75,00
20	Факел	16	20	80,00
	Итого:	280	384	72,92

Таблица 3

Результаты выступления команд с учетом фактора своего поля

№	Команды	R_i	F_i	A_i
1	Химки	2,6610	46,75	17,57
2	Ротор	2,1100	41,50	19,67
3	Чертаново	1,9400	35,12	18,11
4	Нефтехимик	1,6960	39,58	23,34
5	СКА-Хабаровск	1,4000	40,69	29,08
6	Торпедо	1,3840	37,75	27,28
7	Балтика	1,3720	31,82	23,19
8	Томь	1,1930	29,19	24,48
9	Шинник	1,1500	40,51	35,22
10	Чайка	1,0460	29,88	28,58
11	Краснодар-2	1,0450	32,14	30,74
12	Нижний Новгород	0,9410	27,49	29,22
13	Армавир	0,8280	21,64	26,14
14	Авангард	0,7790	28,29	36,33
15	Спартак-2	0,7270	33,96	46,68
16	Луч	0,6800	26,70	39,27
17	Енисей	0,6600	23,54	35,67
18	Текстильщик	0,5290	27,32	51,66
19	Мордовия	0,5090	21,57	42,36
20	Факел	0,2750	11,69	42,57
	Итого:	1,0	627,13	627,16

Таблица 4

Результаты соответствия модели с учетом фактора своего поля

№	Команды	ПМ	РМ	Степень соответствия модели, %
1	Химки	16	21	76,19
2	Ротор	16	22	72,73
3	Чертаново	15	18	83,33
4	Нефтехимик	15	18	83,33
5	СКА-Хабаровск	16	20	80,00
6	Торпедо	15	22	68,18
7	Балтика	13	20	65,00
8	Томь	16	18	88,89
9	Шинник	13	20	65,00
10	Чайка	13	19	68,42
11	Краснодар-2	13	17	76,47
12	Нижний Новгород	12	18	66,67
13	Армавир	15	18	83,33
14	Авангард	10	13	76,92
15	Спартак-2	12	19	63,16
16	Луч	10	18	55,56
17	Енисей	15	20	75,00
18	Текстильщик	17	23	73,91
19	Мордовия	16	20	80,00
20	Факел	16	20	80,00
	Итого:	284	384	73,96

Коэффициент влияния фактора своего поля в этом варианте расчета $k_v = 315,95 / 291,63 = 1,083$. Данный показатель в Национальной хоккейной лиге $k_v = 1,087$ [10]. Это свидетельствует о том, что в Российской футбольной национальной лиге фактор своего поля оказывает меньшее влияние, чем в Национальной хоккейной лиге.

Как видно из результатов, степень соответствия модели составила 73,96%. Важно добавить, что степень соответствия модели несколько выше показателей, которые наблюдаются в хоккее [10].

Анализ результатов показывает, что влияние фактора своего поля в сезоне 2019–2020 составило 8,3%.

Заключение

Средний процент домашнего преимущества, найденный в этом исследовании, составил 8,3%. Однако это исследование представляет несколько более низкий показатель по сравнению со статистическими данными. Таким образом, согласно полученным результатам, можно сделать вывод о преимуществе командной игры на своем поле: домашняя игра и психологические факторы, действующие на команду гостей, оказывают влияние на окончательный результат игры в пользу хозяев поля.

Фактор своего поля в Российской футбольной национальной лиге оказывает большее влияние на результаты игр, чем в Национальной хоккейной лиге в Северной Америке.

Полученные данные свидетельствуют об адекватности построенной модели и о возможности применения рейтинга для оценки результатов выступлений команд.

Список литературы

1. Полозов А.А. Рейтинг в спорте: вчера, сегодня, завтра. М.: Советский спорт, 2007. 316 с.
2. Боярский М.Д. Об одной математической модели индивидуального ранжирования в игровых видах спорта // Наука сегодня: история и современность: материалы международной научно-практической конференции. 2017. С. 8–11.
3. Быков А.В. Система рейтинга в командных игровых видах спорта (хоккей с шайбой, хоккей на траве, флорбол) // Символ науки: международный научный журнал. 2015. № 8. С. 222–224.
4. Максимова В.М., Ковылин М.М. Рейтинговые оценки как средство управления развитием велосипедного спорта в России // Теория и практика прикладных и экстремальных видов спорта. 2009. № 1 (15). С. 15–30.
5. Тугарев А.С. Проектирование балансной рейтинговой системы // Информационные системы и технологии 2015: материалы III Международной научно-технической интернет-конференции. ФГБОУ ВПО «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс». 2015. С. 74.
6. Темерева В.Е., Гренадеров А.А. Возможности введения рейтинга в греко-римскую борьбу // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Московская государственная академия физической культуры. 2013. С. 148–150.
7. Крутиков А.К. Каскадная структура системы прогнозирования на основе различных моделей искусственных нейронных сетей // Южно-Сибирский научный вестник. 2021. № 1 (35). С. 46–52.
8. Мельцов В.Ю., Крутиков А.К., Подковырин В.Д. Особенности формирования обучающей выборки при прогнозировании боксерского поединка за титул чемпиона мира по версии WBC с использованием LVQ-сети // Научно-технический вестник Поволжья. 2020. № 4. С. 59–61.
9. Юшкин В.Н. Система определения рейтинга // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. 2020. № 1. С. 122–126.
10. Юшкин В.Н. Оценка результатов выступления команд с применением математической модели // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2020. № 11 (189). С. 601–607.

СТАТЬИ

УДК 159.99:796

ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛИЧНОСТИ У СПОРТСМЕНОК СИЛОВЫХ ВИДОВ СПОРТА**Волкова К.Р., Разживин О.А., Петров Р.Е., Галиуллина А.Т.***ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,
Казань, e-mail: fithop.ru@gmail.com*

Интерес к изучению женской проблематики в гендерном аспекте сохраняется на протяжении последних десятилетий. Массовый приход женщин в условно мужские (силовые) виды спорта связывают с проявлением признаков маскулинности в их психике. Изучение особенностей гендерной идентичности значимо для спортивной карьеры атлетов. Цель исследования – определить гендерные особенности проявления психологических свойств личности у спортсменок силовых видов спорта и девушек, не занимающихся спортом. В исследовании приняли участие две группы респондентов в возрасте от 18 до 30 лет. Первую группу составили спортсменки (n = 30) силовых видов спорта (армрестлинг и пауэрлифтинг), а вторую группу – девушки, не занимающиеся спортом (n = 30). Для определения психологического пола личности нами использован опросник Сандры Бэм, который позволяет определить степень андрогинности, маскулинности и фемининности у респондентов. Оценка свойств и состояний личности осуществлялась посредством Фрайбургского многофакторного опросника личности FPI. Методикой семантического дифференциала О.Л. Кустовой мы определяли представления об образе «идеальной женщины» и его качествах. В ходе исследования мы определили, что психологические процессы у спортсменок протекают преимущественно по андрогинному типу с уклоном в маскулинную сторону, а также у них ярче выражена андрогинность. У девушек, не занимающихся спортом, психологические явления имеют проявления по фемининному типу. Представления об образе «идеальной женщины» в группах имеют незначительные отличия друг от друга. Влияние силовых видов спорта на проявление маскулинности в психике спортсменок достаточно неоднозначно. Мы предполагаем, что благодаря совместному влиянию многих факторов, в том числе и вида спорта у спортсменок, занимающихся армрестлингом и пауэрлифтингом, психологические процессы протекают преимущественно по андрогинному типу с уклоном в маскулинную сторону, что характеризует их как людей с сильными качествами психики личности по мужскому и женскому типу.

Ключевые слова: гендер, маскулинность, андрогинность, спортсменки, силовые виды спорта**GENDER FEATURES OF THE MANIFESTATION OF PSYCHOLOGICAL PERSONALITY TRAITS IN FEMALE ATHLETES OF STRENGTH SPORTS****Volkova K.R., Razzhivin O.A., Petrov R.E., Galiullina A.T.***Kazan Federal University, Kazan, e-mail: fithop.ru@gmail.com*

Interest in studying women's issues from a gender perspective over the past decades. The massive arrival of women in conventionally man's (strength) sports is associated with the manifestation of signs of masculinity in their psyche. The study of the features of gender identity is significant for the athletes' sports career. The purpose is to determine the gender characteristics of the manifestation of psychological personality traits in female athletes of power sports and women involved in sports. The study involved two groups of respondents aged 18 to 30 years. The first group consisted of athletes (n = 30) of strength sports (arm wrestling and powerlifting), the second group – girls who do not go in for sports (n = 30). To determine the psychological gender of a person, we used the Sandra Bem questionnaire, which allows us to determine the degree of androgyny, masculinity and femininity in the respondents. Assessment of personality traits and states was carried out using the «Freiburg multifactorial questionnaire of personality FPI». By the method of semantic differential O.L. Kustovoy, we defined ideas about the image of the «ideal woman» and its qualities. In the course of the study, we determined that the psychological processes in athletes proceed mainly according to the androgynous type with a bias towards the masculine side, and also their androgyny is more pronounced. In girls who are not involved in sports, psychological phenomena have manifestations of a feminine type. The perceptions of the image of the «ideal woman» in the groups differ insignificantly from each other. The influence of power sports on the manifestation of masculinity in the psyche of athletes is rather ambiguous. We assume that due to the combined influence of many factors, including sports among athletes involved in arm wrestling and powerlifting, psychological processes proceed predominantly according to the androgynous type with a bias towards the masculine side, which defines them as people with strong personality traits in masculine and female type.

Keywords: gender, masculinity, androgyny, female athletes, strength sport

Самоидентификация человека в том или ином виде деятельности происходит в соответствии с принятой им в этой деятельности ролью. Идентификация спортсменок с их ролью формируется в начале спортивной карьеры и продолжается во взрослой жизни, часто даже после завершения спортивной карьеры [1].

Вопросы, связанные с так называемой женской проблематикой, занимают сегодня одно из лидирующих мест в разнообразных областях: история, социология спорта, этнология, психология и другие области [2]. Устойчивый интерес к изучению женской проблематики в рамках гендерных исследований сохраняется

уже на протяжении нескольких десятилетий [3, 4]. Данным вопросом заинтересованы отечественные и зарубежные ученые и исследователи [5–7].

Девушкам, предпочитающим условно мужские виды спорта (тяжелая атлетика, пауэрлифтинг, армрестлинг, дзюдо и др.), зачастую приписывают маскулинные качества, обращая внимание на морфологию и поведение спортсменок [8]. Данное суждение вызывает у ближайшего окружения занимающихся опасение, не окажется ли избыточно сильной идентификация со спортивной ролью в ущерб гендерной идентификации. Это, прежде всего, связано с тем, что в области спорта маскулинные качества выступают как фактор успеха, тогда как за рамками спортивной деятельности те же маскулинные качества могут ограничивать эффективность межличностных отношений. При поверхностном анализе вскрываются условия, усложняющие гендерную идентификацию спортсменок. Знания особенностей процесса формирования и становления гендерной идентичности помогают в разработке наиболее эффективных методов психологической работы и консультаций по вопросам согласования гендерной и спортивной ролей [9].

Цель исследования – определить гендерные особенности проявления психологических свойств личности у спортсменок силовых видов спорта и девушек, не занимающихся спортом.

Материалы и методы исследования

На основе проведенного нами теоретического анализа существующих методик мы пришли к выводу, что для данного исследования наиболее подходящими являются следующие методики:

1. «Исследование психологического пола», автор – Сандра Бэм.
2. «Фрайбургский многофакторный опросник FPI», авторы – А.А. Крылов и Т.Н. Ронгинская.
3. «Исследование гендерных стереотипов личности», автор – О.Л. Кустова.

Для выявления гендерных признаков психологических явлений у девушек, занимающихся условно мужскими видами спорта, мы определили исследовательские группы из действующих спортсменок и девушек, которые не занимаются спортом, а также тренеров по армрестлингу и пауэрлифтингу. Всего в проведенном нами исследовании приняли участие 60 респондентов в возрасте от 18 до 30 лет. Данный возрастной период в силовых видах спорта характеризуется активной спортивной деятельностью. Средний возраст на момент

участия в анкетировании составил 21,2 лет. До начала исследования осуществлен сбор первичных данных с помощью небольшого опроса, для определения возраста, вида спорта, стажа, спортивных регалий. Далее мы поделили респондентов на две группы:

Контрольная группа 1 (КГ-1) – это участницы, занимающиеся армрестлингом и пауэрлифтингом ($n = 30$). Качественный состав данной группы представлен следующими спортивными званиями и разрядами: мастер спорта России международного класса – 3, мастер спорта России – 7, кандидат в мастера спорта – 10, 1-й спортивный разряд – 5, 2-й спортивный разряд – 3, 3-й спортивный разряд – 2.

Контрольная группа 2 (КГ-2) – это участницы, не занимающиеся никаким видом спорта ($n = 30$).

Сбор информации для исследования, опрос испытуемых осуществлялся в онлайн-формате посредством социальных сетей.

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно полученным данным в результате оценки психологического пола респондентов по опроснику Сандры Бэм мы выяснили, что гендерные качества участниц исследования выражены неоднородно. Для наглядного восприятия обратимся к диаграммам (табл. 1).

Из представленных выше данных мы видим, что в обеих группах участниц психические процессы протекают неоднородно. Если у представительниц КГ-1 андрогинность протекает преимущественно по маскулинному типу и встречается у 18 человек (60%), то у 10 респондентов из КГ-2 – в фемининную сторону, что составляет 33%. Отметим, в обеих группах КГ-1 и КГ-2 отсутствуют представительницы с ярко выраженными маскулинными и фемининными типами. В КГ-1 маскулинным типом обладают 5 человек из числа участниц (17%), в КГ-2 лишь (3,33%), тогда как фемининный психологический тип у респонденток КГ-1 зафиксирован реже и составляет (10%), в то время как 33% отмечено у девушек КГ-2. Следует отметить, что андрогинность, протекающая преимущественно по фемининному типу, обнаружена у 13% респондентов в КГ-1 и у 47% в КГ-2. Тогда как андрогинность, протекающая преимущественно по маскулинному типу, у представительниц КГ-1 зафиксирована у 18 участниц, что составляет (60%), у КГ-2 встречается лишь у 17%.

Согласно данным, полученным в результате исследования психологического пола, мы выяснили, что спорт как неспециализи-

зированной вид деятельности не деформирует саму личность, а способствует формированию андрогинного типа личности. Поэтому неоднозначен тот факт, что только силовые виды спорта влияют на проявление маскулинности в психике девушек. Также можно констатировать, что благодаря совместному влиянию многих факторов, в том числе и вида спорта, у девушек, занимающихся армрестлингом и пауэрлифтингом, в отличие от не занимающихся спортом респонденток, психологические процессы протекают преимущественно по андрогинному типу с уклоном в маскулинную сторону. Это характеризует людей, включающих в себя сильные качества психики личности, протекающие как по мужскому, так и по женскому типу. Таких людей характеризует высокий уровень устойчивости к стрессам, благодаря наличию мужских черт характера. Для них также характерно умение хорошо адаптироваться в изменяющихся условиях и жизненных обстоятельствах, обладание лидерскими качествами и способностью повести за собой других людей. Обладатели андрогинных качеств

более гармоничны и осознанны в принятии себя полноценно.

Для оценки состояний и свойств личности девушек, занимающихся и не занимающихся силовыми видами спорта, были изучены данные респондентов многофакторного опросника FPI (табл. 2).

При сравнительном анализе по представленной выше методике следует выделить IX показатель шкалы – «Открытость», высокий показатель (7,2) которой свидетельствует об искренности, открытости и объективности ответов респондентов. Низкие же показатели свидетельствуют об обратном.

Отметим тот факт, что спортсменкам силовых видов спорта (КГ-1) свойственен высокий уровень честности и правдивости результатов (7,2), тогда как респонденткам из КГ-2 соответствует лишь средний уровень (5,0). При этом все (100%) участницы ответили положительно на первый вопрос опросника, в котором заключалась информация о том, что участницы ознакомлены с инструкцией и готовы дать честные и правдивые ответы на все необходимые вопросы.

Таблица 1

Результаты оценки психологического пола (кол-во, %)

	Ярко выраженная маскулинность	Маскулинность		Андрогинность с уклоном в маскулинную сторону		Андрогинность с уклоном в фемининную сторону		Фемининность		Ярко выраженная фемининность
		5	17%	18	60%	4	13%	3	10%	
КГ1	0	5	17%	18	60%	4	13%	3	10%	0
КГ2	0	1	3,33%	5	17%	14	47%	10	33%	0

Таблица 2

Результаты Фрайбургского многофакторного опросника личности FPI

	I. Невротичность	II. Спонтанная агрессивность	III. Депрессивность	IV. Раздражительность	V. Общительность	VI. Уравновешенность	VII. Реактивная агрессивность	VIII. Застенчивость	IX. Открытость	X. Экстраверсия-интроверсия	XI. Эмоциональная лабильность	XII. Маскулинность-феминность
КГ-1 (X ± m)	5,9 ±1,2	5,1 ±1,9	5,1 ±2,1	6,5 ±1,8	4,9 ±2,1	5,6 ±1,9	5,5 ±2	5,6 ±2,1	7,2 ±1,4	4,9 ±1,7	5,5 ±2,1	4,6 ±2
КГ-2 (X ± m)	3,8 ±1,2	3,2 ±0,9	5,5 ±1,9	7,3 ±1,5	2,1 ±0,7	2,3 ±1,1	2,2 ±1	7,8 ±1	5 ±1,7	4,2 ±1,4	5,8 ±1,2	2,6 ±0,9
p	<0,01	<0,01	>0,05	>0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	>0,05	>0,05	<0,01

Одинаковый уровень баллов у участниц обеих групп отмечен по I, III, IV, X, XI шкалам. Средний уровень значений по шкалам: «Невротичность», «Депрессивность», «Экстраверсия-интроверсия» и «Эмоциональная лабильность» свидетельствует о таких характеристических качествах, как спокойствие, непринужденность, эмоциональная зрелость, объективность в оценке себя и других людей, постоянство в планах и привязанностях, способность принимать правильные решения. Данные показатели сообщают о повышенной идентификации с социальными требованиями, уступчивости, сдержанности, осторожности поведения, в том числе и о сужении круга интересов. Представители данного типа способны вовремя взять себя в руки и контролировать свои эмоции, и им несвойственны частые перепады настроения. В то же время высокие значения по шкале «Раздражительность» у представителей обеих групп свидетельствуют о наличии таких качеств, как возбудимость, импульсивность, напряженность.

Отличными являются показатели по II, V, VI, VII, VIII, IX и XII шкалам, согласно результатам которых мы выяснили, что спортсменкам по армрестлингу и пауэрлифтингу присущи следующие качества: чувство ответственности, добросовестности, стойкости моральных принципов, терпимости. Такой тип людей характеризуется как общительный, подвижный, предприимчивый, но в то же время способный проявлять и отсутствие живых, трепещущих эмоций, холодность, формальность межличностных отношений. Респонденткам из КГ-1 свойственна уверенность в себе и своих действиях. Также полученные результаты свидетельствуют о наличии у участниц лидерских качеств, способностей отстаивать свое мнение, быть авторитарными, но в то же время и уступчивыми в некоторых ситуациях.

Девушкам из КГ-2, согласно проведенному исследованию, свойственны следующие особенности состояний и свойств личности. Респондентки КГ-2 могут считаться застенчивыми, недоступными, избегающими общения с другими людьми. Однако за внешним фасадом отчужденности и мрачности скрывается чуткость, душевность, отзывчивость, постоянная готовность к сопереживанию. В тесном кругу с близкими людьми они теряют скованность и отгороженность, становятся веселыми.

Такой тип людей характеризуется окружающими как неконфликтные, отгороженные, неупорядоченные в поведении. Недостаток комфортности и дисциплины является наиболее частой внешней характе-

ристической их поведения. В деятельности им не хватает напористости и упорства, особенно в достижении целей.

Особое внимание необходимо обратить на показатели данных по 12 шкале «Маскулинность – фемининность», для того чтобы понять, по какому психологическому типу протекают внутренние психологические процессы у респондентов. Заметим, что среднее значение шкалы у спортсменок КГ-1 равно 4,6 баллов и соответствует среднему уровню, в то время как у девушек КГ-2 показатель равен 2,6 баллов и соответствует низкому уровню значений. Согласно методике «Фрайбургский многофакторный опросник личности FPI», высокие показатели по данной шкале свидетельствуют о протекании психических процессов преимущественно по мужскому типу, низкие соответствуют женскому типу, средние показатели объединяют в себе лидирующие качества мужского и женского психологических типов. Все это демонстрирует то обстоятельство, что психологические процессы у девушек КГ-1 соответствуют андрогинному типу личности, а для девушек КГ-2 характерно протекание по женскому психологическому типу. По методике личности FPI достоверность показателей по I, II, V, VI, VII, VIII, IX и XII шкалам между КГ-1 и КГ-2 определяется значимыми различиями ($p < 0,01$), а достоверность показателей по III, IV, X и XI шкалам определяется незначимыми различиями ($p > 0,05$).

Методика семантического дифференциала О.Л. Кустовой позволила определить характерные особенности и качества личности образа «идеальной девушки» у респондентов КГ-1 и КГ-2. Согласно средним значениям факторов по данной методике мы выяснили, что наиболее значимыми качествами для образа идеальной женщины, по мнению спортсменок, являются андрогинность, эмпатийность и сила личности. В то время как девушки, не занимающиеся спортом, считают, что для образа идеальной девушки особо важны оценка общей привлекательности, эмоциональность и фемининность. При этом нужно отметить, что существенных различий в представлении участниц об образе идеальной женщины не наблюдается (табл. 3).

Несмотря на наличие небольших различий во взглядах респонденток обеих групп, участницы исследования наделяют образ «идеальной женщины» примерно одинаковыми качествами. Достоверность сравниваемых показателей между КГ-1 и КГ-2 определяется незначимыми различиями ($p > 0,05$). Это подтверждает тот факт, что у респондентов обеих групп зафиксированы незначительные различия во взглядах.

Таблица 3

Результаты исследования гендерных стереотипов личности по методике О.Л. Кустовой

	1. Оценка (общей привлекательности)	2. Сила личности	3. Эмоциональность	4. Социальный статус	5. Зависимость	6. Эмпатийность	7. Современность	8. Фемининность	9. Маскулинность	10. Андроинность
КГ-1 ($X \pm m$)	63,6 $\pm 17,7$	59 $\pm 25,9$	60,4 $\pm 16,8$	63,6 $\pm 20,8$	53,6 $\pm 18,8$	61 $\pm 20,3$	63,5 $\pm 20,5$	50,9 $\pm 31,3$	64,3 $\pm 18,4$	68 $\pm 21,4$
КГ-2 ($X \pm m$)	63,6 $\pm 14,6$	43,3 $\pm 13,5$	65,6 ± 10	58,6 $\pm 20,2$	55,6 ± 15	61,8 $\pm 22,5$	63,4 $\pm 16,2$	64,4 ± 17	57,7 ± 12	57,2 $\pm 18,4$
p	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05

Несмотря на род деятельности участниц исследования, девушки КГ-1 и КГ-2 описывают образ «идеальной женщины» одинаковыми характеристиками. Также мы выяснили, что образ «идеальной женщины» включает в себя сильные качества типичные как для женщин, так и для мужчин, а именно:

- способность «слабого пола» воспринимать мир другого человека, понимать и относиться к нему бережно;
- уметь адаптироваться к изменяющимся ситуациям, обладать высоким уровнем стрессоустойчивости;
- быть мягкими, чуткими, привлекательными;
- уметь выражать свои эмоции и делиться ими.

Заключение

В ходе проведенного нами исследования мы пришли к следующим выводам.

Гендерные качества у испытуемых выражены неоднородно. У представительниц силовых видов спорта (КГ-1) психологические процессы протекают преимущественно по андрогинному типу с уклоном в маскулинную сторону (60%) и по маскулинному типу (17%). У девушек, не занимающихся спортом (КГ-2), преобладает фемининный психологический тип, а андроинность преимущественно направлена в фемининную сторону (47%).

Результаты методики FPI позволили определить, что для участниц КГ-1 характерны чувство ответственности, добросовестности, стойкости моральных принципов, терпимости, а также уверенность в себе и своих действиях. Данные исследования свидетельствуют о наличии у респондентов КГ-1 лидерских качеств, способности отстаивать свое мнение, быть авторитарны-

ми, но в то же время и уступчивыми в некоторых ситуациях. На основании данных по XII шкале методики FPI, мы еще раз убедились в том, что психологические процессы у девушек КГ-1 соответствуют андрогинному типу личности, т.е. силовые виды способны усиливать условно мужские качества личности. Для респондентов КГ-2 характерно протекание по женскому психологическому типу (фемининность).

На основе результатов исследования по методике семантического дифференциала О.Л. Кустовой, мы выяснили, что, несмотря на различия в протекании психологических процессов у девушек обеих групп, их представления об образе «идеальной женщины» схожи.

Спортивная деятельность не деформирует личность, а способствует формированию андрогинного типа личности. Поэтому нельзя сказать однозначно, что только силовые виды спорта влияют на проявление маскулинности в психике девушек. Можно лишь констатировать, что благодаря совместному влиянию многих факторов, в том числе и вида спорта, у девушек, занимающихся армрестлингом и пауэрлифтингом, в отличие от не занимающихся спортом людей психологические процессы протекают преимущественно по андрогинному типу с уклоном в маскулинную сторону. Это характеризует людей с сильными качествами психики личности, протекающих как по мужскому, так и по женскому типу.

Список литературы

1. Усольцева А.А. Трудности в становлении гендерной идентификации спортсменок условно мужских видов спорта // Вестник спортивной науки. 2014. № 3. С. 56–59.
2. Борисова И.Ю. Полоролевая дифференциация как комплексный показатель межличностных отношений // Психология. 2014. № 2. С. 44–45.

3. Соболева Т.С., Азарных Т.Д., Соболев Д.В. Пол, гендер, маскулинность и женский спорт // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2013. № 10 (104). С. 158–162.
4. Цикунова Н.С. Гендерные характеристики личности спортсменов в маскулинных видах спорта: дис. ... канд. психол. наук. Санкт-Петербург, 2013. 181 с.
5. Кон И.С. Мужские исследования: меняющиеся мужчины в изменяющемся мире // Введение в гендерные исследования: учеб. пособие. Харьков, 2007. Ч. 1. С. 562–605.
6. Brown M.J., Gladstone N. Development of a short version of the gender role beliefs scale. *International Journal of Psychology and Behavioral Sciences*. 2012. Vol. 2. No. 5. P. 154–158.
7. Volkova K.R., Ldokova G.M., Bekmansurov R.H. Analysis of powerlifting coach's actions in «coach-athlete» system: gender aspect. *International Conference on Research Paradigms Transformation in Social Sciences (RPTSS 2017)*. 2018. Vol. 35. P. 719–727.
8. Дамадаева А.С. Спортивно-важные качества личности мужского и женского пола // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2011. № 3. С. 48–51.
9. Безрукова А.А. Гендерные исследования в России: проблемы становления и развития // Новые технологии. 2011. № 1. С. 203–206.