

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, Кузиков 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, Скряпник 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.Щ. (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 ВИНИТИ.

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 – 29.03.2021

Дата выхода номера – 29.04.2021

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. 29,88

Тираж 1000 экз.

Заказ СНТ 2021/3

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

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ СРЕДСТВАМИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ <i>Абрамов Н.С., Фраленко В.П.</i>	9
МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПОДОБИЯ ПРОЦЕССОВ <i>Агишев Т.Х., Филиппов В.Н., Левина Т.М.</i>	16
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ СЕРВИСНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ <i>Банников Д.А., Сирина Н.Ф.</i>	22
АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В МНОГОЭЛЕМЕНТНОЙ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ <i>Болотнов А.М., Иванов В.Н., Купцова А.Ф.</i>	27
КАЛИБРОВКА ПОЛОЖЕНИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ ПРИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ <i>Долганов А.Ю., Клебанов Б.И.</i>	33
ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО КОДА В ТЕХНОЛОГИИ .NET <i>Карчевская М.П., Тархов С.В.</i>	39
ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕПЛАНИРОВАНИЯ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНЫМ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ <i>Колесникова О.В., Рупинец И.С., Лелюхин В.Е.</i>	45
ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО МОНТАЖА <i>Морозов Е.А.</i>	51
ОЦЕНКА МЕТОДОВ БОРЬБЫ С ПОДМЕНОЙ ЖИВЫХ СУЩЕСТВ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ РЕШЕНИЙ <i>Нгуен Тхе Кыонг, Сырямкин В.И., Нгуен Чиен Тханг, Нгуен Чанг Хоанг Тхуи, Ляшенко Д.</i>	57
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА К ЦИФРОВОМУ ПРОИЗВОДСТВУ <i>Подлевских А.П., Прохончуков С.Р., Ретюнских С.Н.</i>	65
ТРЕБОВАНИЯ К КОМПЕТЕНТНОСТИ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ И КАЛИБРОВОЧНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ <i>Родин В.В., Юртайкин О.А.</i>	72
ПРОВЕРКА КОДА НА УЯЗВИМОСТИ НА ВСЕХ СТАДИЯХ РАЗРАБОТКИ <i>Скрыпников А.В., Денисенко В.В., Высоцкая И.А., Савченко И.И., Евтеева К.С.</i>	77
СИЛЬФОННЫЕ ПРИВОДНЫЕ МЕХАНИЗМЫ С УПРАВЛЯЕМЫМ НАПРАВЛЕНИЕМ КРИВОЛИНЕЙНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ <i>Сысоев С.Н., Сурков А.В., Евстифеев П.В.</i>	82

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОАГЕНТНОГО ПОДХОДА	
<i>Чернышев Е.С.</i>	88
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДИФИКАЦИЙ ПРОТОКОЛОВ АУТЕНТИФИКАЦИИ ФИАТА – ШАМИРА И ГИЛЛОУ – КУИСКУОТЕРА, РЕАЛИЗОВАННЫХ В КОДАХ СИСТЕМЫ ОСТАТОЧНЫХ КЛАССОВ	
<i>Чистоусов Н.К., Калмыков И.А., Чипига А.Ф., Калмыкова Н.И., Павлюк Д.Н.</i>	96
ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ВИРТУАЛЬНОГО ТУРА В ОРЕНБУРГСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ	
<i>Шардаков В.М., Тлегенова Т.Е., Пирязев М.М., Кобылкин Д.С.</i>	101
ПРИМЕНЕНИЕ СИНТЕЗ-ГАЗА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ	
<i>Шартдинов А.Ш., Квятковская А.С., Эtimasов Н.Л., Силантьева Л.Я.</i>	106
МНОГОРЕЖИМНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ОСОБЕННОСТИ АППАРАТНОГО И ПРОГРАММНОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ	
<i>Шахрай Е.А., Лубенцова Е.В., Лубенцов В.Ф.</i>	112
ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКИМ ПРОИЗВОДСТВОМ В ИНДУСТРИИ 4.0	
<i>Шинкевич А.И., Нургалиев Р.К.</i>	119

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

СТАТЬИ

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРОВ ПО МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ	
<i>Аргунова Н.В., Макарова С.М., Попова А.М.</i>	125
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ ВАРИАТИВНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ДИСЦИПЛИНЕ	
<i>Голянская С.А., Агейкина О.В.</i>	130
ПРОБЛЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ МАТЕМАТИКЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ СРЕДСТВАМИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА	
<i>Далингер В.А., Шаруха А.С.</i>	136
АКТИВИЗАЦИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЛУШАТЕЛЕЙ НА ЗАНЯТИЯХ «ОСНОВЫ РУССКОГО ЖЕСТОВОГО ЯЗЫКА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ И МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ	
<i>Довгань Е.А.</i>	141
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА, НАПРАВЛЕННОГО НА РАЗВИТИЕ СКОРОСТНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ФУТБОЛИСТОВ НА ЭТАПЕ СПОРТИВНОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ	
<i>Зуйков Д.С., Николаев Е.В., Гладких А.С.</i>	146
АКТИВИЗАЦИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО САМОРАЗВИТИЯ БУДУЩИХ БАКАЛАВРОВ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ	
<i>Каргаполов В.П., Симонов А.П., Колесникова А.П.</i>	151
ВЛИЯНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ПЛАГИАТ И СПИСЫВАНИЕ	
<i>Кондрашова Е.В.</i>	156

<hr/>	
РЕЗУЛЬТАТЫ ЭМПИРИЧЕСКОЙ ПРОВЕРКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДЕЛИ АКТИВИЗАЦИИ СПОНТАННОЙ ИНОЯЗЫЧНОЙ РЕЧИ БАКАЛАВРОВ ЛИНГВИСТИКИ	
<i>Короленко И.А.</i>	162
ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ КУРСАНТОВ ГРАФИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ С ПОМОЩЬЮ КАРТ ПОШАГОВОГО ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ	
<i>Мирошин Д.Г., Мичурова Н.Н., Вох Е.П.</i>	167
РАЗВИТИЕ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ РИТОРИКИ	
<i>Приходько О.В.</i>	172
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПОДГОТОВКИ ПЕДАГОГОВ К ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА	
<i>Пустовойтов В.Н., Корнейков Е.Н.</i>	177
ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО АПРОБАЦИИ МУЗЫКАЛЬНО-ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ВОДНОЙ СРЕДЕ	
<i>Рэнделл Ю.С.</i>	182
ИНОСТРАННЫЕ СТУДЕНТЫ: ТРУДНОСТИ В ОБУЧЕНИИ	
<i>Сентилрубан О.В., Дроздова Ю.В.</i>	188
ПОДХОДЫ И ПРИНЦИПЫ ГУМАНИТАРИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ В РЕГИОНАЛЬНОМ ВУЗЕ	
<i>Сираева М.Н.</i>	193
МЕТОДИКА РАЗВИТИЯ ВЫНОСЛИВОСТИ У ЮНОШЕЙ 16–17 ЛЕТ В УЧЕБНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
<i>Соболева Н.В., Токарчук Ю.А., Петраева И.Ю.</i>	199
КОМПЛЕКС ТВОРЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «РЕЖИССУРА МУЛЬТИМЕДИА» КАК МЕТОДИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА	
<i>Сошников В.Д., Голобородов С.Н., Рудина И.В.</i>	204
МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕКУЩЕГО ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ	
<i>Тисенко В.Н., Аблязов В.И.</i>	209
ЛОКОМОТОРНО-РЕСПИРАТОРНОЕ СОПРЯЖЕНИЕ (ЛРС) В УПРАЖНЕНИИ ГИРЕВОГО СПОРТА «ТОЛЧОК»	
<i>Тихонов В.Ф.</i>	215
ОБ УЧЕТЕ В СОВРЕМЕННОЙ МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ ВОПРОСОВ ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ	
<i>Фокин Р.Р.</i>	220
СОЦИОКУЛЬТУРНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РЕГИОНА ПО РАЗВИТИЮ ПАЛОМНИЧЕСКОГО ТУРИЗМА	
<i>Харьковская Е.В., Харьковский С.Н., Белецкая Е.А., Яковлева Л.В.</i>	225
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОРТОСТАТИЧЕСКОЙ ПРОБЫ У СТУДЕНТОВ В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ COVID-19	
<i>Хромина С.И., Батыршина Н.А., Батыршин Р.Р.</i>	230
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ FLIPPED-ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНОГО ВУЗА	
<i>Чигиринская Н.В.</i>	235
<hr/>	

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

ASSESSMENT OF ECONOMIC DEVELOPMENT OF REGIONS BY MEANS OF REMOTE SENSING OF THE EARTH BY UNMANNED AIRCRAFT <i>Abramov N.S., Fralenko V.P.</i>	9
METHODS FOR ASSESSING POPULATION HEALTH STATUS BASED ON PROCESS SIMILARITY <i>Agishev T.Kh., Filippov V.N., Levina T.M.</i>	16
DIGITAL TRANSFORMATION OF THE ORGANISATION OF PASSENGER CAR SERVICE MAINTENANCE AND REPAIR <i>Bannikov D.A., Sirina N.F.</i>	22
ALGORITHM FOR CALCULATING THE ELECTRIC FIELD IN A MULTI-ELEMENT ELECTROCHEMICAL SYSTEM <i>Bolotnov A.M., Ivanov V.N., Kuptsova A.F.</i>	27
CALIBRATION OF POSITION AND DIRECTION IN THE VISUALIZATION OF UNDERGROUND ENGINEERING COMMUNICATIONS USING AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY WITHOUT USING SPECIAL EQUIPMENT <i>Dolganov A.Yu., Klebanov B.I.</i>	33
MEASURING THE EXECUTION TIME OF PROGRAM CODE IN .NET TECHNOLOGY <i>Karchevskaya M.P., Tarkhov S.V.</i>	39
PROBLEMS OF RESCHEDULING IN THE AUTOMATION OF MANAGEMENT OF MULTI-NOMINAL ENGINEERING PRODUCTION <i>Kolesnikova O.V., Rupinets I.S., Lelyukhin V.E.</i>	45
INTEGRATION OF TECHNOLOGICAL INNOVATIONS INTO THE PRODUCTION PROCESSES OF RADIO ELECTRONIC INSTALLATION <i>Morozov E.A.</i>	51
EVALUATING METHODS OF ANTI-SPOOFING OF LIVING ENTITIES AND PROPOSE SOLUTIONS <i>Nguyen The Cuong, Syryamkin V.I., Nguyen Chien Thang, Nguyen Trang Hoang Thuy, Lyashenko D.</i>	57
ENSURING INFORMATION SECURITY IN THE TRANSITION TO DIGITAL PRODUCTION <i>Podlevskikh A.P., Prokhonchukov S.R., Retyunskikh S.N.</i>	65
COMPETENCE REQUIREMENTS FOR TESTING AND CALIBRATION LABORATORIES <i>Rodin V.V., Yurtaykin O.A.</i>	72
CHECKING CODE FOR VULNERABILITIES AT ALL STAGES OF DEVELOPMENT <i>Skrypnikov A.V., Denisenko V.V., Vysotskaya I.A., Savchenko I.I., Evteeva K.S.</i>	77
BELLOWS DRIVES WITH CONTROLLED TRAJECTORY OF CURVILINEAR MOVEMENT <i>Sysoev S.N., Surkov A.V., Evstifeev P.V.</i>	82
ALGORITHMIC SUPPORT FOR DECISION-MAKING DURING PLANNING OF PRODUCTION CAPACITIES OF AN ENTERPRISE USING A MULTI-AGENT APPROACH <i>Chernyshev E.S.</i>	88

COMPARATIVE ANALYSIS OF MODIFICATIONS OF THE FIAT – SHAMIR AND GUILLOU – QUISQUATER AUTHENTICATION PROTOCOLS IMPLEMENTED IN THE CODES OF THE RESIDUE NUMBER SYSTEM <i>Chistousov N.K., Kalmykov I.A., Chipiga A.F., Kalmykova N.I., Pavlyuk D.N.</i>	96
DESIGNING A VIRTUAL TOUR MODEL AT ORENBURG STATE UNIVERSITY <i>Shardakov V.M., Tlegenova T.E., Piryazev M.M., Kobylkin D.S.</i>	101
USE OF SYNTHESIS GAS FOR THE PRODUCTION OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES <i>Shartdinov A.Sh., Kvyatkovskaya A.S., Epimakhov N.L., Silanteva L.Ya.</i>	106
MULTI-MODE CONTROL SYSTEMS AND FEATURES OF HARDWARE AND SOFTWARE TOOLS FOR THEIR IMPLEMENTATION <i>Shakhray E.A., Lubentsova E.V., Lubentsov V.F.</i>	112
FEATURES OF THE MANAGEMENT OF PETROCHEMICAL PRODUCTION IN INDUSTRY 4.0 <i>Shinkevich A.I., Nurgaliev R.K.</i>	119

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

ARTICLES

METHODOLOGICAL BASES OF BACHELOR'S FINAL QUALIFICATION WORK IN MATHEMATICS TEACHING METHODS <i>Argunova N.V., Makarova S.M., Popova A.M.</i>	125
DESIGN OF TECHNOLOGY FOR TEACHING VARIABLE CHEMICAL DISCIPLINE <i>Golyanskaya S.A., Ageykina O.V.</i>	130
PROBLEMS OF TEACHING FOREIGN MILITARY PERSONNEL MATHEMATICS AND WAYS TO SOLVE THEM BY MEANS OF VISUALIZATION OF EDUCATIONAL MATERIAL <i>Dalinger V.A., Sharukha A.S.</i>	136
ACTIVATION OF COGNITIVE ACTIVITY OF STUDENTS IN THE CLASSES «FUNDAMENTALS OF RUSSIAN SIGN LANGUAGE» USING VARIOUS FORMS AND METHODS OF TEACHING <i>Dovgan E.A.</i>	141
IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE TRAINING PROCESS AIMED AT DEVELOPING PLAYERS' SPEED ABILITIES AT THE STAGE OF SPORTS IMPROVEMENT <i>Zuykov D.S., Nikolaev E.V., Gladkikh A.S.</i>	146
ACTIVATION OF PROFESSIONAL SELF-DEVELOPMENT OF FUTURE BACHELORS IN PHYSICAL CULTURE AND SPORTS <i>Kargapolov V.P., Simonov A.P., Kolesnikova A.P.</i>	151
IMPACT OF DISTANCE LEARNING ON PLAGIARISM AND WRITE-OFF <i>Kondrashova E.V.</i>	156
EMPIRICAL EVIDENCE OF THE EFFECTIVENESS OF THE MODEL OF ACTIVATION OF SPONTANEOUS SECOND LANGUAGE SPEECH IN PROFESSIONAL LINGUISTIC EDUCATION <i>Korolenko I.A.</i>	162
THE DISTANCE TRAINING OF STUDENTS OF GRAPHIC DISCIPLINES USING STEP-BY-STEP OPERATION CARDS <i>Miroshin D.G., Michurova N.N., Vokh E.P.</i>	167

DEVELOPMENT OF COMMUNICATIVE COMPETENCE IN THE PROCESS OF STUDYING RHETORIC	
<i>Prikhodko O.V.</i>	172
METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF TRAINING OF TEACHERS FOR EDUCATIONAL ACTIVITIES IN THE CONDITIONS OF THE DIGITALIZATION OF EDUCATIONAL SPACE	
<i>Pustovoitov V.N., Korneikov E.N.</i>	177
CHARACTERISTICS OF PEDAGOGICAL EXPERIMENT ON TESTING MUSICAL AND MOVEMENT ACTIVITIES IN THE AQUATIC ENVIRONMENT	
<i>Rendell Yu.S.</i>	182
FOREIGN STUDENTS: LEARNING DIFFICULTIES	
<i>Sentilruban O.V., Drozdova Yu.V.</i>	188
APPROACHES AND PRINCIPLES OF HUMANITARIZATION OF THE LEARNING ENVIRONMENT IN THE REGIONAL UNIVERSITY	
<i>Siraeva M.N.</i>	193
TECHNIQUE OF DEVELOPMENT OF ENDURANCE IN YOUNG MEN 16–17 YEARS IN EDUCATIONAL ACTIVITIES	
<i>Soboleva N.V., Tokarchuk Yu.A., Petryaeva I.Yu.</i>	199
A SET OF CREATIVE TASKS IN THE DISCIPLINE «MULTIMEDIA DIRECTING» AS A METHODOLOGICAL PROBLEM	
<i>Soshnikov V.D., Goloborodov S.N., Rudina I.V.</i>	204
METHODOLOGY AND TOOLING BACKUP FOR CURRENT ASSESSMENT OF THE QUALITY OF STUDENT TEACHING	
<i>Tisenko V.N., Ablyazov V.I.</i>	209
LOCOMOTOR-RESPIRATORY COUPLING (LRC) IN THE KETTLEBELL LIFTING SPORT EXERCISE «JERK»	
<i>Tikhonov V.F.</i>	215
ABOUT TAKING INTO ACCOUNT THE ISSUES OF HEALTH PROTECTION AND ENERGY SAVING IN MODERN METHODS OF TEACHING MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE	
<i>Fokin R.R.</i>	220
SOCIOCULTURAL POTENTIAL OF THE REGION FOR THE DEVELOPMENT OF PILAGNIC TOURISM	
<i>Kharkovskaya E.V., Kharkovskiy S.N., Beletskaya E.A., Yakovleva L.V.</i>	225
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESULTS OF AN ORTHOSTATIC TEST IN STUDENTS DURING THE COVID-19 PANDEMIC	
<i>Khromina S.I., Batyrshina N.A., Batyrshin R.R.</i>	230
PROBLEMS AND PROSPECTS FOR THE IMPLEMENTATION OF FLIPPED-LEARNING TO ENSURE THE FORMATION OF MATHEMATICAL COMPETENCES OF ENGINEERING UNIVERSITY STUDENTS	
<i>Chigirinskaya N.V.</i>	235

СТАТЬИ

УДК 004.932

**ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ СРЕДСТВАМИ
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ БЕСПИЛОТНЫМИ
ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ**

Абрамов Н.С., Фраленко В.П.

*ФГБУН «Институт программных систем им. А.К. Айламазяна Российской академии наук»,
Веськово, e-mail: alarmod@pereslavl.ru*

В работе предложен комплексный подход к анализу социо-эколого-экономического состояния регионов. Метод предполагает использование различных данных, в том числе поступающих от средств дистанционного зондирования Земли, например беспилотных летательных аппаратов. В качестве примера рассмотрена математическая модель засева подготовленных аграрных площадей различными культурами. Предлагается использовать метод тематической раскраски зон интереса для обнаружения пожаров и других чрезвычайных ситуаций, выявления площадей засева земель, незаконной вырубке лесов и др. Для повышения быстродействия и снижения нагрузки на бортовую вычислительную платформу предложен новый метод, ускоряющий вычисления в задаче сегментации зон на фотоснимке в сотни раз. Полученные результаты показали повышенное качество сегментации по сравнению с оригинальной метрикой Евклида-Махаланобиса, требующей затраты существенных ресурсов бортовой системы беспилотника. Экспериментальные исследования проведены на актуальных платформах x86 и ARM. Предложенный подход позволяет выполнять оценку актуального социо-эколого-экономического состояния изучаемого региона, оперативно реагировать на чрезвычайные происшествия и в целом организовать эффективное управление предприятиями в различных отраслях. При этом учтены особенности применяемой бортовой аппаратуры, сделаны соответствующие оптимизации программного обеспечения.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, обработка изображений, анализ, модель, искусственные нейронные сети, мониторинг, беспилотный летательный аппарат

**ASSESSMENT OF ECONOMIC DEVELOPMENT OF REGIONS BY MEANS
OF REMOTE SENSING OF THE EARTH BY UNMANNED AIRCRAFT**

Abramov N.S., Fralenko V.P.

*Ailamazyan Program Systems Institute of Russian Academy of Sciences,
Veskovo, e-mail: alarmod@pereslavl.ru*

This paper proposes an integrated approach to the analysis of socio-ecological-economic condition of the region. The method assumes the use of different data, including those coming from Earth remote sensing facilities, for example, unmanned aerial vehicles. As an example, a mathematical model of sowing prepared agricultural areas with various crops is considered. It is proposed to use the method of thematic coloring of areas of interest for detecting fires and other emergencies, identifying areas of sowing of land, illegal deforestation, etc. hundreds of times. The results obtained showed an increased quality of segmentation in comparison with the original Euclidean-Mahalanobis metric, which requires significant resources of the drone's onboard system. Experimental studies were carried out on current x86 and ARM platforms. The proposed approach makes it possible to assess the current socio-ecological and economic state of the region under study, to respond quickly to emergencies and, in general, to organize effective management of enterprises in various industries. At the same time, the features of the onboard equipment used were taken into account, and the corresponding software optimizations were made.

Keywords: Earth remote sensing, image processing, analysis, model, artificial neural networks, monitoring, unmanned aerial vehicle

На сегодняшний день трудно представить развитие отраслей регионов без тщательного мониторинга и многоуровневого анализа данных, в том числе получаемых методами дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Данные зондирования могут быть эффективно применены в различных областях машиностроения, обороны и пр. [1–4]. С помощью средств ДЗЗ можно оперативно реагировать и даже предупредить масштабные экологические катастрофы, такие как недавний разлив нефтепродуктов в Норильске [5], что тоже положительно сказывается на благососто-

янии региона. В работе [6] показаны перспективы использования современных неогеографических технологий, в том числе на основе методов ДЗЗ и цифровых моделей регионов. В исследовании [7] были обработаны и проанализированы показатели ночной освещенности наблюдаемых территорий. Оказалось, что данные ночной освещенности регионов имеют высокую корреляцию с уровнем их социально-экономического развития. Чем выше региональный валовой продукт, тем более высокий уровень ночной освещенности городов.

Таким образом, задача обработки данных ДЗЗ в рамках социо-эколого-экономического мониторинга регионов является на сегодняшний день крайне актуальной. Не менее важной задачей в рамках построения систем мониторинга средствами беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) является разработка новых методов обработки изображений на борту БПЛА, учитывающих ограничения бортовой вычислительной системы. Такой подход позволяет оперативно выявлять события в регионах там, где невозможно использовать каналы передачи данных к высокопроизводительным вычислительным комплексам обработки.

Исследование посвящено созданию комплексного подхода к анализу социо-эколого-экономического состояния регионов. Разработанный метод опирается на данные, в том числе от средств дистанционного зондирования Земли. Достигается снижение нагрузки на бортовую аппаратуру БПЛА при решении задачи сегментации зон на изображениях. Решение поставленных задач ориентировано на оценку актуального состояния изучаемых регионов.

Материалы и методы исследования

1. Методы анализа состояния регионов

Анализ состояния наблюдаемых регионов позволяет оперативно выявлять изменения ситуации, предотвращая развитие неблагоприятных факторов. Для контроля состояния регионов предлагается использовать следующие методы:

- математические модели развития региона [2] для оценки и прогнозирования состояния;
- метод инвариантных моментов для распознавания ригидных объектов и зон с четкими геометрическими границами [8];
- сверточные нейронные сети для выявления зон и объектов интереса.

Актуальный пример системы анализа состояния региона с помощью данных дистанционного зондирования можно обнаружить в работе [9]. Предлагается рабочее место как автоматизированный инструмент интеллектуальной системы мониторинга территорий с функциями высокоскоростной обработки данных и поддержки лиц, принимающих решения.

В качестве примера рассмотрим математическую модель засева подготовленных аграрных площадей различными культурами. Рассмотрим задачу линейного программирования.

Пусть даны три типа культур, которые засеиваются на трех площадях: x_1, x_2 и x_3 , имеющих известную выходную прибыль за единицу площади засева: a_1, a_2 и a_3 , со-

ответственно. Целевая функция прибыли, которую мы максимизируем:

$$F = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 \rightarrow \max,$$

при ограничениях

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 \leq X \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0 \\ b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 \leq B \\ c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 \leq C \end{cases}, \quad (1)$$

где X – общая доступная площадь для засева площадей x_i ($i = 1, 2, 3$) под различные культуры; a_i ($i = 1, 2, 3$) – известная выходная прибыль с трех культур; b_i – трудовые ресурсы на каждый тип культур за единицу площади; B – общий доступный объем трудовых ресурсов; c_i – финансовые затраты на засева и сопровождение роста культур за единицу площади; C – общий доступный объем финансов.

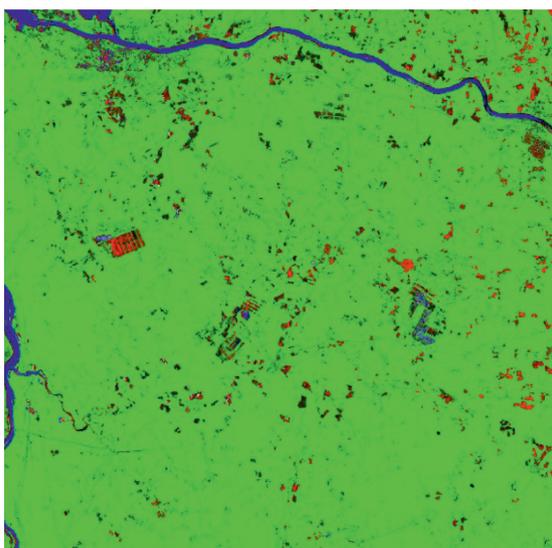
Данную задачу можно решить, например, не требовательным к временным и вычислительным ресурсам симплекс-методом. В систему (1) могут быть включены ограничения на производимые в рабочем процессе вредные вещества, в том числе негативно влияющие на почву, либо риски потерь урожая. Понятно, что с течением времени площади засева могут меняться как от природных явлений, так и вследствие деятельности человека. Лесные пожары, ураганы и прочие негативные факторы накладывают дополнительные ограничения. Можно уточнять и добавлять в систему (1) новые условия, совершенствуя модель в целях повышения благосостояния региона [3].

Для оперативного мониторинга зон, в частности для задачи, рассмотренной выше, предлагается использовать методы инвариантных моментов, которые на сегодняшний день широко используются в различных областях. Инварианты позволяют выполнять распознавание объектов независимо от их положения на наблюдаемой поверхности. Контурный анализ позволяет выполнять распознавание в условиях естественного колебания освещенности, так как извлекаемые контуры устойчивы к таким флуктуациям [8]. Перечисленные методы можно использовать для вычисления площадей и выявления изменений в границах лесных и аграрных зон. При этом мы выигрываем на том, что фактически не нужно организовывать обучение, алгоритмы вычисления дескрипторов имеют малую вычислительную сложность, само количество инвариантов незначительное. Отметим, что в условиях сильной зашумленности снимков, нечетких границ

или наличия сложных текстур наблюдаемой поверхности данный метод уступает интеллектуальным методам обработки изображений на основе искусственных нейронных сетей (ИНС).

Постоянно растущие объемы пополняемых данных ДЗЗ существенно повысили требования к скорости и качеству передачи и обработки информации. В настоящее время все активнее применяют сверточные нейронные сети (СНС) и технологии высокопроизводительных вычислений. Современные ИНС могут не только классифицировать целевые объекты, но и указывать их позиции на снимке ДЗЗ. Так, в работе [9] описаны исследования по использованию модифицированной СНС типа Darknet в задаче обнаружения и распознавания целевых объектов. При этом для ускорения вычислений задействованы графические процессорные устройства как при обучении нейронных сетей, так и при их последующем использовании. Проведенные исследования показали высокую скорость обработки снимка ДЗЗ (от 2 до 6 сек., в зависимости от разрешения) при достаточно высокой точности и полноте распознавания, $F1$ – мера различных тестов составила от 0.85 до 0.91.

Отдельно можно упомянуть метод «спектрографической закрашки» (рис.), который хорошо себя зарекомендовал, в том числе в качестве инструмента классификации зон поверхности Земли. В основе метода сканирующее окно, захватывающее спектральные и статистические информативные параметры обрабатываемых изображений.



Пример «спектрографической закрашки» различных зон региона

Данная задача по сути является задачей классификации различных зон на фотоснимке, сделанном с БПЛА, ее решение помогает с оперативным обнаружением лесных пожаров, разливов нефтепродуктов, вырубок леса, с засевом и уборкой сельскохозяйственных зон и т.д.

2. Метод закрашки зон интереса с учетом ограничений бортовой вычислительной платформы

Для решения задачи «раскрашки» зон интереса предлагается использовать модифицированную метрику Евклида-Махаланобиса [10]. Использование метрик на базе метрики Махаланобиса сопряжено в общем случае со значительными временными затратами. Ясно, что в случае с потоковой обработкой снимков столь значительные временные затраты в бортовых системах с ограниченными вычислительными ресурсами неприемлемы.

Для значительного снижения вычислительной нагрузки (и, как следствие, ускорения вычислений) с малой погрешностью классификации точек изображений предлагается модифицировать формулу измерения расстояния между классами. Данный подход и результаты экспериментов рассмотрим ниже.

В метрике Евклида-Махаланобиса расстояние между классами X_1 и X_2 определяется по следующей формуле:

$$R_G(X_1, X_2) = \sqrt{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) \cdot A^{-1} \cdot (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^T},$$

в которой \bar{x}_1 и \bar{x}_2 – математические ожидания текстурных признаков в классах X_1 и X_2 , матрица A^{-1} – обратная матрица произведения: $A^{-1} = (C_1 + E)(C_2 + E)$, C_1 и C_2 – ковариационные матрицы для классов X_1 и X_2 соответственно. Для вычисления дистанции от класса Y до точки p применяется

формула $R_G(p, Y) = \sqrt{(p - \bar{y})^T \cdot A^{-1} \cdot (p - \bar{y})}$, в которой используется матрица $A = C_y + E$. Матрица ковариаций C_y соответствующего класса Y может быть вычислена по формуле

$$C_Y(i, j) = \frac{\sum_{\mu=1}^{|Y|} (S_i^\mu - \bar{y}_i) \cdot (S_j^\mu - \bar{y}_j)}{|Y| - 1},$$

в которой S_i^μ – i -й признак μ -й текстуры из класса Y .

Для обработки мультиспектрального изображения с числом спектров k задается размер сканирующего окна – ширина и высота, $xDimension$ и $yDimension$ соответственно. Для полутонных кадров $k = 1$, для трехканальных изображений $k = 3$,

при этом поддержана обработка данных, представленных в различных цветовых пространствах (RGB, HSV). Выбранные параметры определяют ширину и высоту матрицы A – ее высота и ширина равны соответственно $k \times Dimension \cdot yDimension$. Обозначим указанную величину как dim .

Для значительного снижения вычислительной нагрузки с малой погрешностью классификации точек изображений предлагается следующая формула, в которой вместо всей матрицы A^{-1} используется лишь ее главная диагональ:

$$R_{GF}(p, Y) = \sqrt{\sum_{i=1}^{dim} (p_i - \bar{y}_i)^2 \cdot A^{-1}(i, i)}.$$

Перед экспериментальной частью исследований была произведена грубая оценка сложности вычислений метрики Евклида-Махаланобиса и предложенной нами упрощенной метрики. Используем скользящее окно $k \times k$ пикселей и три канала цвета изображения. Пренебрегая операциями сложения, мы оцениваем возможное ускорение вычислений Q как

$$Q = \frac{3k^2 + 1}{2}.$$

Таким образом, при размере скользящего окна 15×15 пикселей и трех каналов изображения, расчетный выигрыш по времени вычислений составляет 338 раз по сравне-

нию со стандартным методом расчета метрики Евклида-Махаланобиса.

Результаты исследования и их обсуждение

Далее представлены результаты проведенных экспериментов с предложенным методом «закраски» зон интереса.

Эксперимент 1. Проводилось тестирование предложенной модифицированной метрики на задаче выделения зон интереса. Испытание произведено с использованием одного ядра процессора Intel Core i5-4670. Тест состоял из шести изображений размерами (в пикселях): 1428×847 , 1371×817 , 1440×822 , 1248×896 , 1440×867 и 1440×861 .

В обучающей выборке имелось 16 классов зон интереса. По изображениям при закраске перемещается окно 15×15 пикселей, в каждой позиции учитываются три цветовые составляющие (цветовая модель HSV).

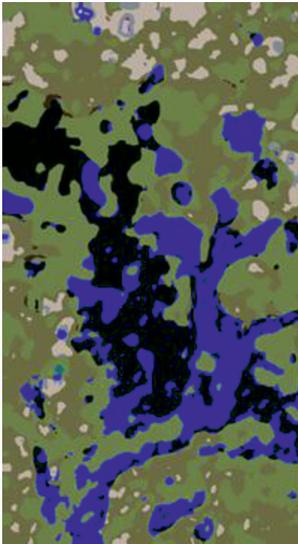
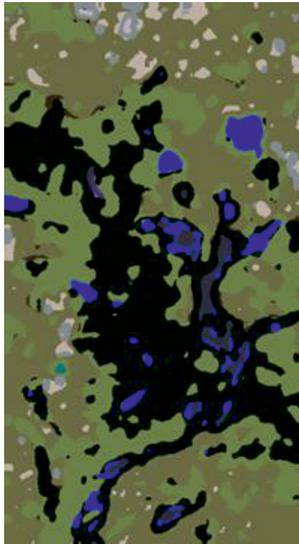
По серии проведенных экспериментов (5 раз) получено среднее значение времени работы алгоритма:

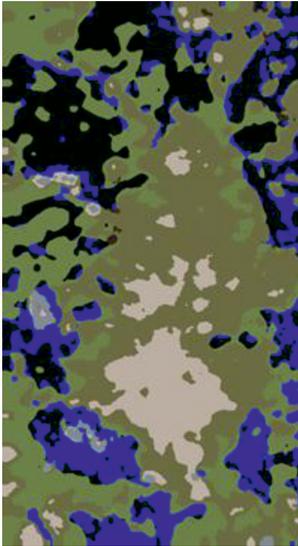
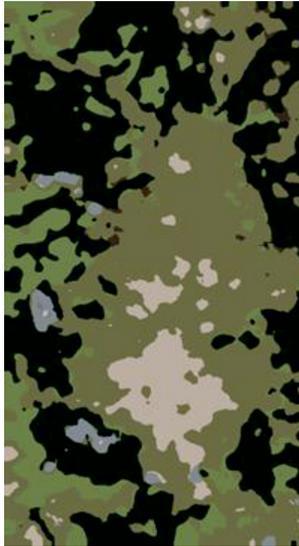
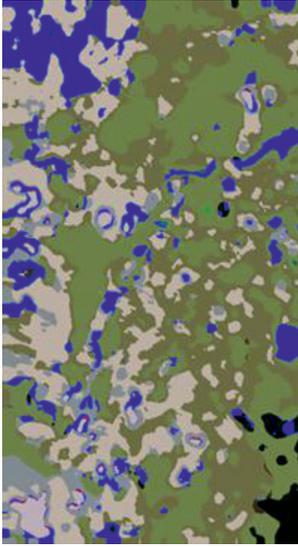
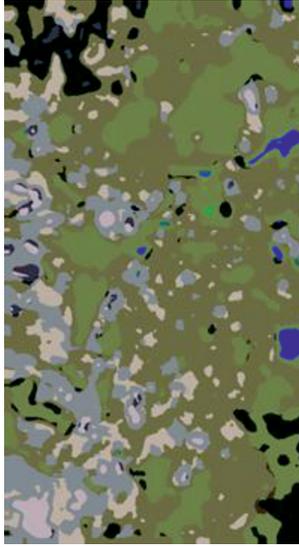
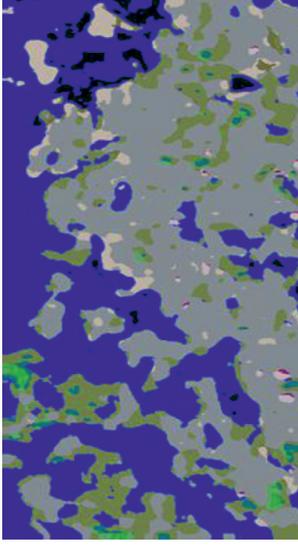
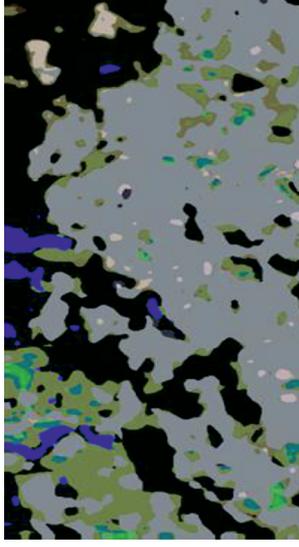
- 28335 секунд без модификации;
- 80 секунд на модифицированной метрике.

Таким образом, экспериментально получено ускорение в 352 раза. Кроме того, можно отметить, что на оригинальной метрике Евклида-Махаланобиса алгоритм закрасил большой объем «воды» там, где ее нет (ложноположительный результат). В табл. 1 показаны результаты тематической «закраски».

Таблица 1

Результаты экспериментов по «закраске» зон интереса

Исходное изображение	Оригинальная метрика	Модифицированная метрика
		

Продолжение табл. 1		
Исходное изображение	Оригинальная метрика	Модифицированная метрика
		
		
		

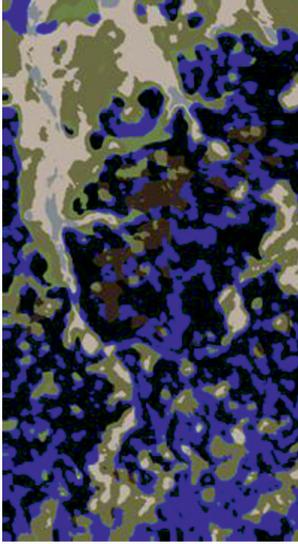
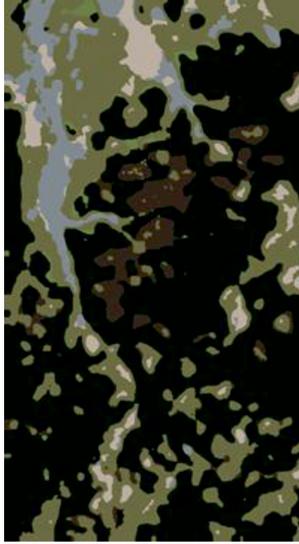
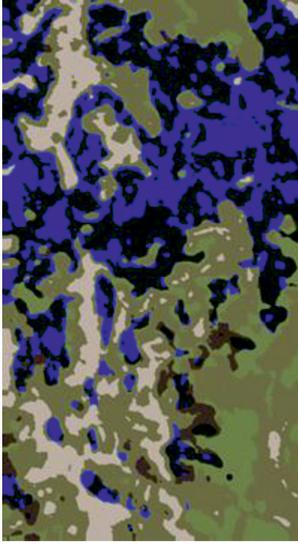
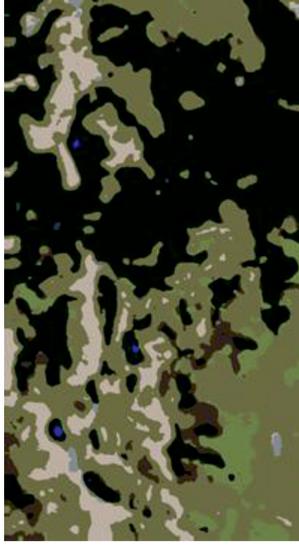
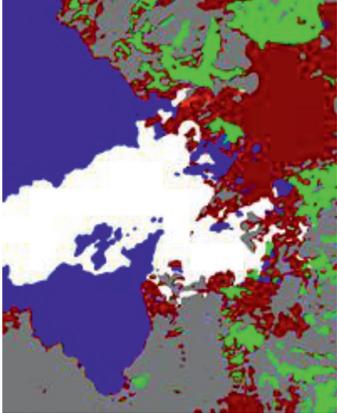
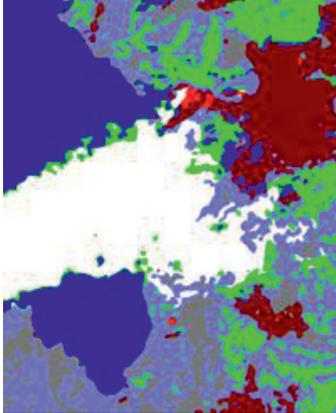
Окончание табл. 1		
Исходное изображение	Оригинальная метрика	Модифицированная метрика
		
		

Таблица 2

Результаты экспериментов с «закраской» снимков ДЗЗ с пожарами

Исходное изображение	Оригинальная метрика	Модифицированная метрика
		

Ввиду отсутствия эталонной разметки зон интереса на снимках ДЗЗ, не представляется возможным строго оценить влияние предложенной упрощенной метрики Евклида-Махаланобиса на точность раскраски, однако визуально можно отметить улучшение качества раскраски зон.

Эксперимент 2. В табл. 2 представлен пример результатов обработки изображений с лесными пожарами методом «закраски» с обычной метрикой и предложенной модифицированной.

Результаты обработки:

– метрика Евклида-Махаланобиса: 3211 сек.;

– упрощенная метрика Евклида-Махаланобиса: 8 сек.;

– полученное ускорение: в 393 раза.

Эксперимент 3. Для имитации вычислений на борту использовался микропроцессор с архитектурой ARM.

В задаче «закраски» использовалось одно ядро ARMv7 rev.1, которое по проведенным тестам производительности медленнее одного ядра Intel Core i5-4670 в 4 раза. Результаты тестов на шести снимках ДЗЗ:

– время работы на ARM оригинального алгоритма: 133068 сек.;

– время работы на ARM модифицированного алгоритма: 328 сек.;

полученное ускорение: 405 раз.

Заключение

Использование данных ДЗЗ дополнительно к стандартным методам анализа состояния региона позволит уточнить модели развития и оперативно реагировать на изменяющиеся условия, что повышает общий уровень экономического развития в сельском хозяйстве и других отраслях наблюдаемого региона. При реализации обработки видеоклипов на бортовом вычислительном комплексе БПЛА предпочтение следует отдать относительно простым методам, позволяющим выделять регионы, связанные с областями интереса пользователя, включая поиск зон чрезвычайных ситуаций ме-

тодами тематической «закраски» с применением упрощенной обобщенной метрики, что позволяет значительно ускорить процесс обработки.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 18-29-03011-мк, № 20-07-00022-а).

Список литературы

1. Бо Б. Применение данных ДЗЗ для повышения экономической эффективности планирования сейсморазведочных работ // Геоматика. 2015. № 1. С. 38–43.
2. Абрамов Н.С., Мелехин В.Б., Хачумов В.М., Шишкин О.Г. Использование данных дистанционного зондирования территории Земли для оценки состояния и управления социально-экономическим развитием регионов // Приборы и системы. управление, контроль, диагностика. 2019. № 3. С. 65-73. DOI: 10.25791/pribor.03.2019.509.
3. Дистанционное зондирование Земли – Российские космические системы. 2020. [Электронный ресурс]. URL: <http://russianspacesystems.ru/bussines/dzz/> (дата обращения: 10.02.2021).
4. Зельман О.С., Кудравец Д.А., Мещанинова Е.Г. Использование методов ДЗЗ для анализа экологического состояния сельскохозяйственных угодий // Экономика и экология территориальных образований. 2019. № 3. С. 98-105. DOI: 10.23947/2413-1474-2019-3-3-98-105.
5. Разлив нефтепродуктов на ТЭЦ в Норильске. 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://tass.ru/proisshestiya/8638891> (дата обращения: 10.02.2021).
6. Кузьмина Л.Р., Плякин А.В. Инновационные технологии оценки неравномерности социально-экономического развития муниципальных образований // Экономика. Информатика. 2015. № 7. С. 18-22.
7. Савин И.Ю., Статакис Д., Докукин П.А. Спутниковые данные о ночной освещенности как индикаторе общего социально-экономического развития регионов России // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. № 6. С. 210-221. DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-6-210-221.
8. Абрамов Н.С., Хачумов В.М. Распознавание на основе инвариантных моментов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Математика, информатика, физика. 2014. № 2. С. 142-149.
9. Абрамов Н.С., Агроник А.Ю., Емельянова Ю.Г., Латышев А.В., Талалаев А.А., Фраленко В.П., Хачумов М.В. Методы, модели и программные средства обработки данных космического мониторинга Арктической зоны // Авиакосмическое приборостроение. 2017. № 7. С. 38-51.
10. Амеликин С.А., Хачумов В.М. Обобщенное расстояние Евклида-Махаланобиса и его применение в задачах распознавания образов // Математические методы распознавания образов. 2005. № 1. С. 7-9.

УДК 004.67

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПОДОБИЯ ПРОЦЕССОВ

Агишев Т.Х., Филиппов В.Н., Левина Т.М.

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,
Уфа, e-mail: timsana@mail.ru, vtik-ufa@mail.ru

В процессе изучения демографических данных и прогнозирования его состояния в будущем, можно использовать, как показал опыт их применения, математические методы подобия, начало которых можно рассмотреть в работах ученого математика И.Б. Погожева. Данные методы позволяют связать физиологические параметры организма с демографическими параметрами населения и используют такие понятия, как возрастная функция подобия $h(T)$, Hb -параметр (Живая температура населения), которые связаны с такими важными демографическими функциями, как сила смертности и функция рождаемости. Предлагается ряд математических формулировок и результатов их решения, с помощью которых можно прогнозировать как физиологические показатели организма, так и демографические показатели (заболеваемость, рождаемость, продолжительность жизни, смертность и др.). Во всех случаях значения коэффициентов корреляции между расчетами и данными наблюдений составляют более 0.95. Это значит, что статистические зависимости объясняют более 90% дисперсии данных наблюдений. С применением соотношения подобия представлена возможность контролировать демографические процессы через физиологические параметры, это позволит проводить комплексный анализ динамики демографических процессов и обозначить перспективы возможных изменений по регионам, в целом по России, и другим странам.

Ключевые слова: интенсивность воспроизводства населения, расширенное воспроизводство населения, возрастная функция подобия, физиологические параметры, живая температура населения, комплексный анализ

METHODS FOR ASSESSING POPULATION HEALTH STATUS BASED ON PROCESS SIMILARITY

Agishev T.Kh., Filippov V.N., Levina T.M.

Ufa State Oil Technical University, Ufa, e-mail: timsana@mail.ru,
vtik-ufa@mail.ru

In the process of studying demographic data and predicting its state in the future, it is possible to use, as the experience of their application has shown, mathematical methods of similarity, the beginning of which can be considered in the works of the scientist mathematician I.B. Pogozhev. In the process of studying demographic data and predicting its state in the future, it is possible to use, as the experience of their application, mathematical methods of similarity. These methods make it possible to associate the physiological parameters of the organism with the demographic parameters of the population and use such concepts as the age-related similarity function $h(T)$, Hb -parameter (Live temperature of the population), which are associated with such important demographic functions as the mortality rate and fertility function. A number of mathematical formulations and the results of their solution are proposed, with the help of which it is possible to predict both physiological indicators of the body and demographic indicators (morbidity, fertility, life expectancy, mortality, etc.). In all cases, the values of the correlation coefficients between calculations and observational data are more than 0.95. This means that statistical dependencies explain more than 90% of the variance in observational data. This means that statistical dependencies explain more than 90% of the variance in observational data. Applying similarity ratios, the opportunity to control demographic processes through physiological parameters is presented, which will allow for a comprehensive analysis of the dynamics of demographic processes and indicate the prospects for possible changes in regions, in Russia in general, and in other countries.

Keywords: intensity of population reproduction, expanded population reproduction, age-related similarity function, physiological parameters, living temperature of the population, complex analysis

В работе ученого математика И.Б. Погожева [1] рассматривается понятие *пассионарности*, которым обладают входящие в этнос люди, и когда идет снижение пассионарности этноса, он слабеет и может исчезнуть, и наоборот, чем выше пассионарность, тем активнее люди этноса. Пассионарность была измерена с помощью математических формул. Параметром, отражающим пассионарность, является *Пара-*

метр подобия (H -параметр) и определяется следующей зависимостью:

$$H = Hb \cdot h(T), \quad (1)$$

$$h(T) = \exp(-0,008 \cdot (T - 25)),$$

если $T > 18$ лет,

где T – возраст человека; $h(T)$ – *возрастная функция подобия*, показывает, что у людей

старше 25 лет удельная интенсивность метаболизма убывает в среднем на 4% за каждые 10 лет; *Hb-параметр (Живая температура населения)* показывает влияние среды обитания на людей разного возраста.

Параметр связан соотношениями подобия с различными физиологическими и демографическими показателями.

Цель исследования: показать, как можно использовать указанную методику для оценки групп стабильного населения России согласно демографическим данным и что ожидает нас в ближайшем будущем.

Материалы и методы исследования

Из зависимости (1) следует, что при $T = 25$ лет, $h(T) = 1$ и $H = Hb$. Это значит, *Hb-параметр – Живая температура* у 25-летних здоровых людей. Рассмотрим оценки *H-параметра* по физиологическим показателям.

Пример 1. В результате заболевания пневмонией пациента возрастом $T = 68$ (лет) был рассчитан *Hb-параметр* по удельной жизненной емкости, который был равен $Hb = 0.57$, тогда из (1) следует, что при $T = 68$ лет, $h(T) = \exp(-0,008 \cdot (68 - 25)) = 0.71$ и $H = Hb \cdot h(T) = 0.57 \cdot 0.71 = 0,40$.

Организм человека подошел к границе, за которой существование его становится крайне опасным, и необходимо принимать срочные меры (если $H < 0.3$, организм человека достоверно погибнет в течение короткого времени) [2].

Пример 2. В результате проведения лечения у того же пациента состояние стабилизировалось. Получено значение $Hb = 0.79$ и $H = Hb \cdot h(T) = 0.79 \cdot 0.71 = 0,56$.

Примечание: для здорового организма того же возраста значение *H-параметра* должно быть $H = 0.74$.

Связь *Hb-параметра* с демографическими данными приведена в таблице.

В таблице определены границы зоны по значению *Hb-параметра*, характеризующие, когда должно закончиться расширенное воспроизводство и начнется суженное воспроизводство коренного населения (этнуса), и будет оно непрерывно убывать [3].

В таблице значения *Hb-параметра* соответствуют следующим уровням здоровья населения, для примера рассмотрим несколько граничных строк.

Строка 3. *Наибольшая интенсивность воспроизводства населения* ($Hb = 0.98$; $p\% = 4.3$ – годовой прирост численности населения на 4.3%; $Cn = 3.0$ – численность стабильного населения утраивается каждые 27 лет).

Границы зоны *Hb-параметра*

№	$p\%$ – годовой при- рост численно- сти населения	Cb – суммарный коэффициент рождаемости	Cn – коэффи- циент вос- производства населения	b – коэффи- циент рож- даемости	m – коэф- фициент смертности	CC – смерт- ность от CC болезней и рака на (1000 чел.)	Hb
1	3.9	11.00	2.7	77	38	0.68	1.00
2	4.2	9.95	2.9	70	29	0.79	0.99
3	4.3	8.99	3.0	64	22	0.92	0.98
4	4.2	8.11	3.0	59	17	1.07	0.97
5	4.1	7.31	2.9	54	13	1.25	0.96
6	3.9	6.59	2.7	49	10	1.47	0.95
7	3.6	5.92	2.5	45	9	1.72	0.94
8	3.3	5.32	2.4	40	8	2.02	0.93
9	2.9	4.78	2.2	36	7	2.38	0.92
10	2.6	4.28	2.0	33	7	2.80	0.91
11	2.2	3.84	1.8	29	7	3.30	0.90
12	1.8	3.43	1.6	26	8	3.91	0.89
13	1.4	3.06	1.4	23	9	4.63	0.88
14	1.0	2.73	1.3	20	10	5.49	0.87
15	0.5	2.43	1.2	17	12	6.53	0.86
16	0.0	2.17	1.0	14	14	7.78	0.85
17	-0.3	1.92	0.9	12	15	9.30	0.84
18	-0.7	1.71	0.8	10	18	11.13	0.83
19	-1.2	1.51	0.7	9	20	13.34	0.82
20	-1.6	1.34	0.6	7	23	16.04	0.81
21	-2.0	1.18	0.6	6	26	19.33	0.80

Строка 10. *Расширенное воспроизводство населения* ($Hb = 0.91$; $Cn = 2$ стабильный рост населения, $b > t$ устойчивое превышение рождаемости над смертностью).

Строка 16. *Простое воспроизводство населения* ($Hb = 0.85$; $p\% = 0$ – нет годового прироста численности населения; численность стабильного населения постоянная $Cn = 1$, и возрастает величина $CC = 7.78$).

После строки 16 наблюдаются негативные процессы в структуре населения.

Рассмотрим, как можно оценить Hb параметр – *Живую температуру населения*, по хорошо известным в демографии данным.

Оценка Hb по возрасту матери и числу ее детей

Оценка Hb -параметра получается в виде следующего произведения:

$$Hb = hA \cdot hB, \quad (2)$$

где hA , hB – множители, зависящие от возраста матери (A) и числа рожденных детей (B) в указанном возрасте. Эти множи-

тели были рассчитаны в [1] и приведены на рис. 1, 2.

Воспользуемся этими рисунками. Например, женщина родила первенца в возрасте 24 лет, тогда, пользуясь рис. 1 для $A = 24$, находим $hA = 0.84$, а из рис. 2 для $B = 1$ получаем $hB = 1.00$. По формуле (2) определяем:

$$Hb = hA \cdot hB = 0.84 \cdot 1.00 \approx 0.84.$$

Если такие же оценки провести для всех матерей из какой-либо выбранной группы населения и усреднить, можно получить оценку средней *Живой температуры населения* для этой группы. Согласно данным [4], были проанализированы изменения *Живой температуры населения* России в 1990–2000 гг., которые приведены на рис. 3 и 4.

Видно, что начиная с 1900 г. средняя *Живая температура населения* начинает снижаться во многих районах России $Hb < 0.85$, воспроизводство населения становится суженным (таблица) по районам, обозначенным зеленым цветом на карте.

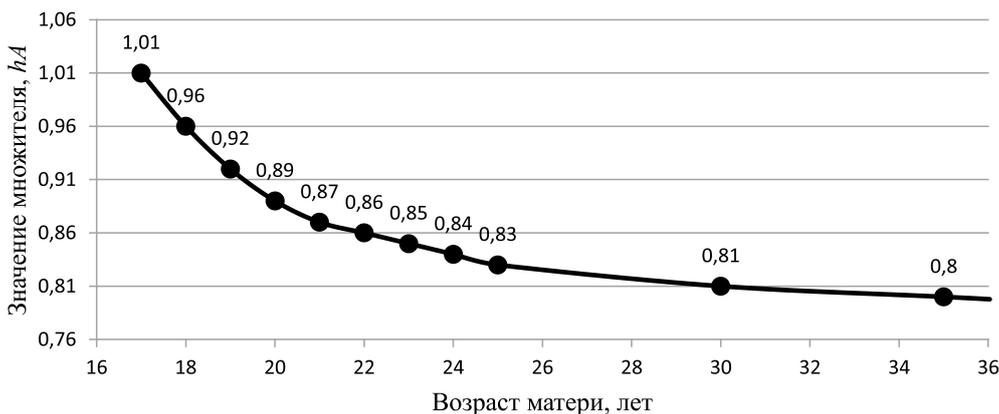


Рис. 1. Значения множителя hA для оценки Hb -параметра

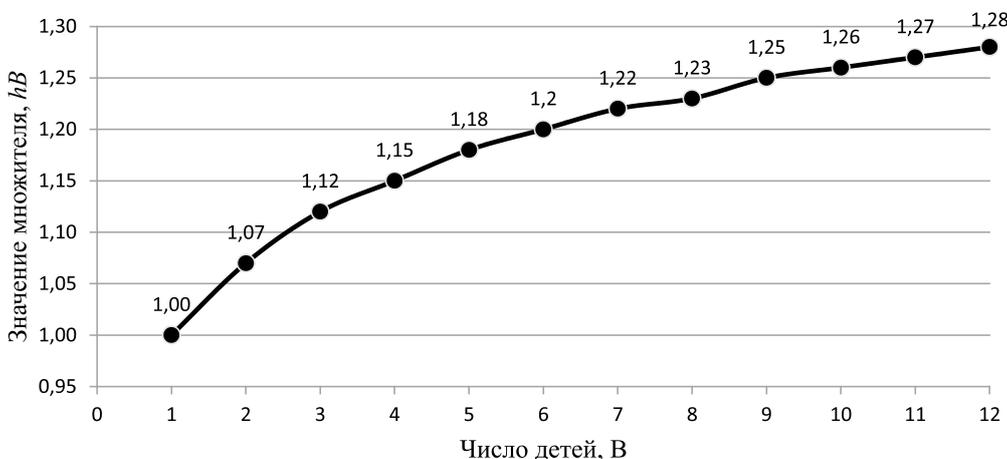


Рис. 2. Значения множителя hB для оценки Hb -параметра

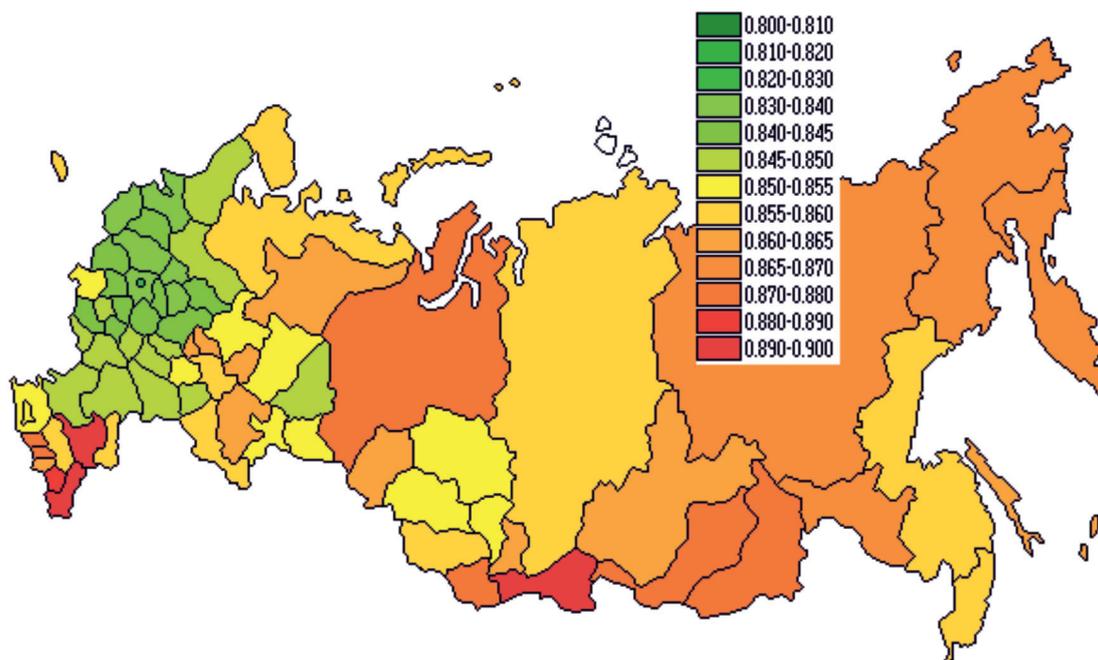


Рис. 3. Живая температура населения России (H_b) в 1990 г.

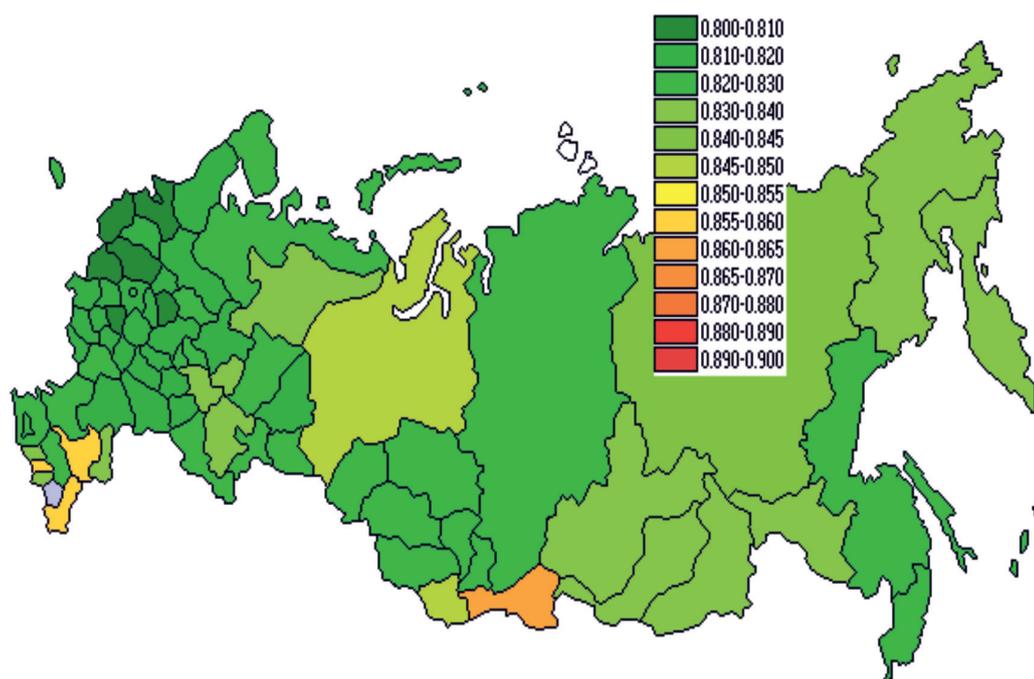


Рис. 4. Живая температура населения России (H_b) в 2000 г.

Суммарный коэффициент рождаемости
 C_b и H_b -параметр

27 лет и использовали зависимость, для связи
 H_b и C_b :

Были взяты данные суммарных коэффициентов рождаемости по нескольким регионам России, приведенных в [4], за период

$$H_b = \left(\frac{C_b}{11} \right)^{0.1} \quad (3)$$

Результаты оценок Hb -параметра по зависимости (3) приведены на рис. 5.

На рис. 5 тенденция изменения Hb -параметра такова, что значения его находятся в пределах от $Hb = 0.85$ (линия обозначена как «норм») до $Hb = 0.78$ (линия обозначена как «мин»). По таблице, приходим к выводу,

что в указанных регионах воспроизводство населения стало суженным и численность населения постепенно сокращается.

Средняя динамика Hb -параметра по России за период 59 лет, начиная с 1960 по 2019 год, также становится меньше 0.85, $Hb < 0.85$ (рис. 6).

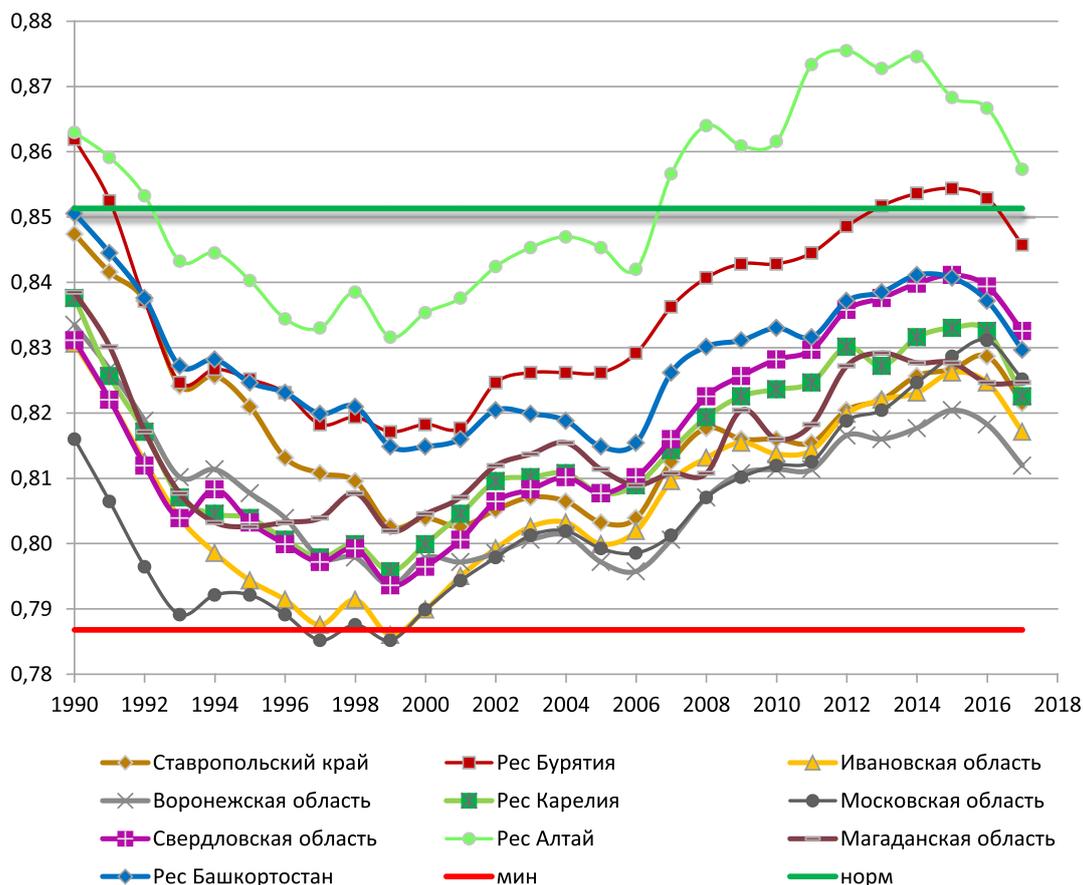


Рис. 5. Динамика Hb -параметра в регионах России

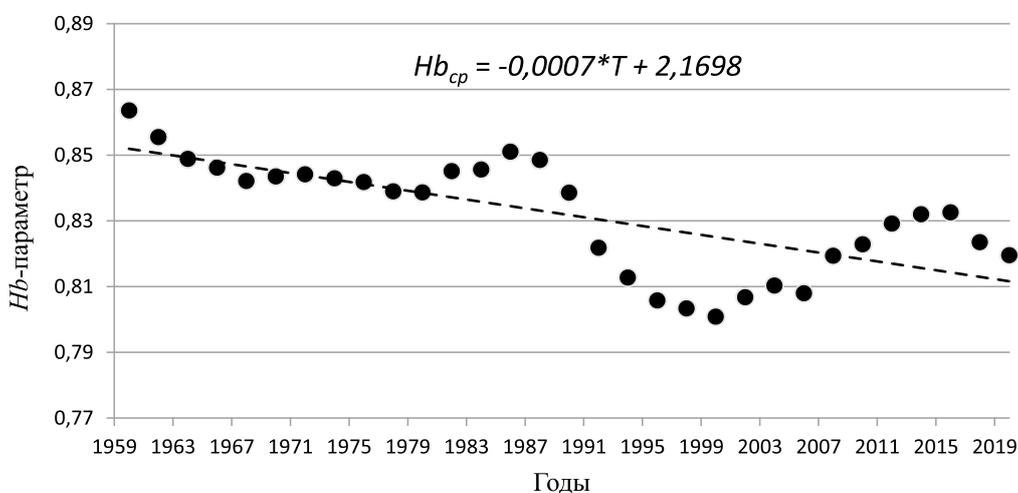


Рис. 6. Динамика ежегодного и усредненного Hb -параметра по всей России

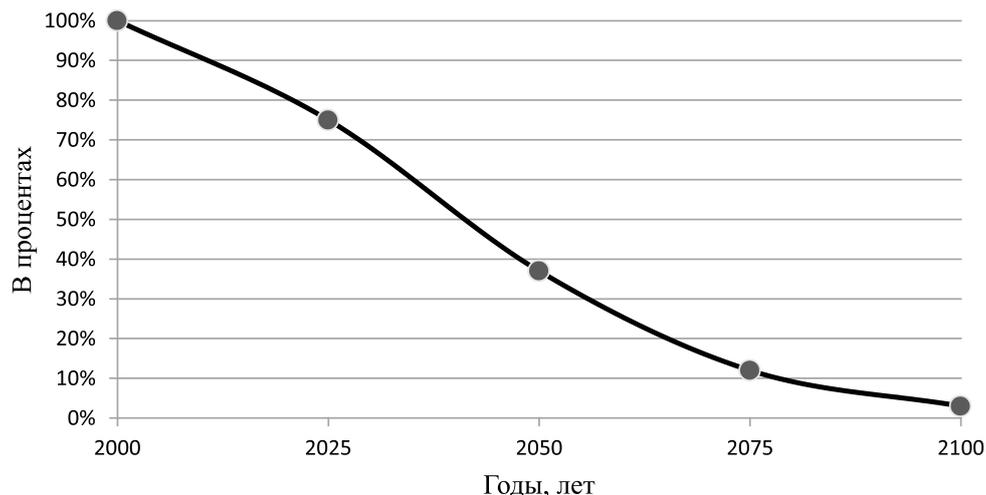


Рис. 7. Российский этнос и его прогноз в XXI веке (в %)

На рис. 6 кружками показаны ежегодные значения Hb -параметра по данным [4], пунктирная кривая соответствует средней тенденции Hb -параметра, которая рассчитывается по формуле: $Hb_{cp} = -0,0007 * T + 2,1698$, T – годы.

Из рис. 6 следует, что отклонения ежегодных значений Hb -параметра от средней тенденции похожи на гармонические колебания и убывают в среднем с темпом $-0,07$ за год.

Какие перспективы падения *Живой температуры населения* (Hb -параметра) России?

В случае непринятия эффективных и действенных мер к сохранению российского этноса к 2100 г. коренное население России может практически исчезнуть (рис. 7).

Результаты исследований и их обсуждение

Благодаря новым информационным технологиям, мобильным приложениям и устройствам возможно контролировать *Параметр подобия* через физиологические параметры у конкретного человека, а если удастся, то у нескольких десятков и сотен тысяч человек. Тогда для обработки и хранения информации о *Параметре подобия* можно создать единую систему слежения о здоровье человека, например на основе Федерального информационного ресурса центра здоровья [5]. Применяя соотношения подобия, можно контролировать демографические процессы через физиологические параметры. Это позволит проводить

комплексный анализ динамики демографических процессов и обозначить перспективы возможных изменений по регионам, в целом по России, и другим странам.

Выводы

Негативные изменения в структуре населения сильно отражаются на экономике России, об этом пишут экономисты [6]. За последний период российская экономика оказалась в минусе, в стране происходят серьезные и идущие далеко события, вследствие чего разгораятся споры о будущем экономики России, возникает естественный вопрос, когда начнется экономический рост [6, с. 71]?

Список литературы

1. Погожев И.Б. Беседы о подобии процессов в живых организмах. М.: Наука, 1999. 224 с.
2. Агишев Т.Х. Анализ процессов в живых организмов с помощью соотношений подобия // Информационные технологии. Проблемы и решения. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. С. 280–288.
3. Агишев Т.Х. Моделирование динамики этноса России // Информационные технологии. Проблемы и решения. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. С. 233–237.
4. Демоскоп Weekly. Институт демографии Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.demoscope.ru/weekly/2021/0885/index.php> (дата обращения: 21.01.2021).
5. Стародубов В.И., Руднев С.Г., Николаев Д.В., Коростылёв К.А. Федеральный информационный ресурс центров здоровья: современное состояние и перспективы развития // Социальные аспекты здоровья населения. 2015. № 5. <http://vestnik.mednet.ru/content/view/706/30/lang,ru/> (дата обращения: 20.03.2021).
6. Орусова О.В. Екатеринбургская М.А. Макроэкономика. Деловые игры и кейсы: учебное пособие. М.: КНОРУС, 2020. 180 с.

УДК 658.5.012.1

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ СЕРВИСНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

Банников Д.А., Сирина Н.Ф.

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения»,
Екатеринбург, e-mail: DBannikov@usurt.ru*

Пассажирский подвижной состав обладает рядом специфических технических характеристик, основанных на оригинальных конструктивных и технологических решениях. Последствия отказа пассажирского подвижного состава вызывают незапланированный простой и, как следствие, снижение производительности, безопасности движения и качества обслуживания, а также финансовые потери. Определение эффективного технического обслуживания и ремонта становится одной из ключевых задач в эксплуатации пассажирского подвижного состава. В настоящее время развитие производственных процессов связано с появлением и развитием цифровых технологий, специализированных виртуальных платформ и программ, которые подталкивают к изменению структуры и совершенствованию организации производства в целом. В настоящее время инструменты планирования технического обслуживания и ремонта пассажирского подвижного состава не учитывают динамическую информацию в процессе жизненного цикла подвижного состава. Средства планирования в основном представляют собой копию руководства по организации технического обслуживания и ремонта. В данной статье рассматривается цифровая трансформация технического обслуживания и ремонта пассажирского подвижного состава как изменение стратегии от диагностической к прогнозирующей. На концептуальном уровне разработаны фундаментальные аспекты цифровой трансформации для прогнозирования будущих событий, охватывая весь жизненный цикл пассажирского подвижного состава.

Ключевые слова: цифровая трансформация, сервисное техническое обслуживание и ремонт, функциональная архитектура, цифровая модель

DIGITAL TRANSFORMATION OF THE ORGANISATION OF PASSENGER CAR SERVICE MAINTENANCE AND REPAIR

Bannikov D.A., Sirina N.F.

Ural State University of Railway Transport, Yekaterinburg, e-mail: DBannikov@usurt.ru

Passenger rolling stock has a number of specific technical characteristics based on original design and technological solutions. The consequences of passenger rolling stock failure cause unplanned downtime, resulting in: reduced productivity, reduced traffic safety and quality of service, as well as financial losses. Determining effective maintenance and repair becomes one of the key tasks in the operation of passenger rolling stock. The development of production processes is now associated with the emergence and development of digital technologies, specialised virtual platforms and programmes, which are pushing for changes in the structure and improvement of the organisation of production as a whole. **Currently planning tools for maintenance and repair of passenger rolling stock do not take into account dynamic information in the rolling stock lifecycle process.** Planning tools are mainly a copy of the maintenance and repair organization manual. This article considers the digital transformation of passenger rolling stock maintenance and repair as a change in strategy from diagnostic to predictive. On a conceptual level, fundamental aspects of digital transformation are developed to anticipate future events, covering the entire lifecycle of passenger rolling stock.

Keywords: digital transformation, service maintenance and repair, functional architecture, digital model

В настоящее время развитие производственных процессов связано с развитием цифровых технологий, специализированных виртуальных платформ и программ, которые подталкивают к изменению структуры и организации производства в целом. Организации как частного, так и государственного сектора предпринимают попытки исследования передовых технологий и внедрения их в производственный процесс. Исследование, интеграция и эксплуатация современных цифровых технологий в производственных процессах становится актуальной задачей для развития предприятий. Влияние цифровой трансформации в организации производственных процессов при проведении технического обслуживания и ремонта пассажирского подвижного состава позволит определить динамику

изменения структуры производства, а также способность адаптации существующей системы к цифровизации процессов.

Услуги, ориентированные на сервисное техническое обслуживание и ремонт, рассматриваются как первостепенные факторы, характерные для производства с замкнутым циклом [1]. Вопросы моделирования сервисного технического обслуживания и ремонта в управлении жизненным циклом при минимизации инвестиционных вложений представлены в исследованиях [2–4]. Сервисное техническое обслуживание и ремонт должны реализовываться с учетом потребности собственника подвижного состава и в конечном итоге ориентироваться на жизненный цикл [5]. Из множества возможностей использования пассажирского подвижного состава в зависимости от соот-

ветствующей бизнес-среды возникает множество информации эксплуатации. Влияние цифровой трансформации в организации производственных процессов при проведении технического обслуживания и ремонта пассажирского подвижного состава позволит определить динамику изменения структуры производства, а также способность адаптации существующей системы к цифровизации процессов.

При этом текущее планирование технического обслуживания и ремонта пассажирского подвижного состава является статическим [6]. Не учитывается динамическая составляющая в процессе жизненного цикла подвижного состава. Средства планирования представляют собой копию руководства по организации технического обслуживания и ремонта. Проведение работ планируется через определенные нормативными документами промежутки времени или фактический пробег подвижного состава, не учитывая пиковый спрос на пассажирские перевозки.

Основываясь на эволюции информационно-коммуникационных технологий – переходе к «цифровой экономике» – получена взаимосвязь через реальные и виртуальные объекты и процессы [7]. Создание специализированной цифровой модели для беспрепятственного обмена информацией, возможности быстрой ее обработки и, как следствие, возможности принятия управленческого решения позволит организациям по сервисному техническому обслуживанию и ремонту соответствовать быстро развивающимся технологиям в глобальном рынке.

Целью данной статьи является изучение цифровых технологий в производственных процессах по сервисному техническому обслуживанию и ремонту пассажирского подвижного состава для многоцелевого подхода оптимизации и принятия управленческих решений на всех этапах жизненного цикла подвижного состава.

Материалы и методы исследования

Исследование сложных структурных систем цифровых моделей, рассмотрение их структур, оценка сценариев функционирования с наличием неопределенности и динамики основаны на имитационном моделировании. Цифровое моделирование предоставит оценку влияния исходных параметров на результат моделирования с использованием стратегии поиска наилучшего варианта модели в целях принятия управленческого решения.

Организация сервисного технического обслуживания и ремонта основана на кон-

цепции модульности и разделении бизнес-ограничений [8]. Составы пассажирских поездов в зависимости от сезонности и пика перевозок переформируются и могут находиться в пути следования или в парках на путях отстоя. Данная характеристика в жизненном цикле пассажирского подвижного состава не проработана на цифровом уровне.

Исследование, интеграция и эксплуатация современных цифровых технологий в производственных процессах становится актуальной задачей для развития предприятий. Цифровая трансформация – это процесс, охватывающий переход от традиционной формы организации производства к созданию цифровой модели различных производственных процессов.

Создание цифровой модели позволит выполнять исследования различных сценариев эксплуатации пассажирского подвижного состава в открытой распределенной системе с поддержкой принятия управленческих решений. Цифровая модель в полной мере способна реализовать модульный подход структуры для виртуального воссоздания интерактивных правил взаимодействия участников на протяжении жизненного цикла пассажирского подвижного состава. Взаимодействие участников в сервисном техническом обслуживании и ремонте приведено на схеме (рис. 1).

Цифровая модель сервисного технического обслуживания и ремонта создается на основе цифрового описания:

- подвижного состава;
- собственника подвижного состава;
- менеджера инфраструктуры;
- завода-изготовителя / сервисного предприятия.

Использование цифрового описания необходимо для представления реальных решений в управлении, понимании транспортно-перевозочного процесса в пассажирских перевозках [9].

Цифровое описание физического объекта пассажирского подвижного состава формируется на географической информационной системе с открытым информационным кодом OpenStreetMap, визуализирующей пространственное представление. В целях отслеживания причинно-следственной связи в цифровой модели каждый пассажирский подвижной состав работает независимо друг от друга. Также цифровое описание включает в себя совокупность последовательно реализуемых процессов при эксплуатации пассажирского подвижного состава, а также установленные к нему требования по сроку эксплуатации, включая виды работ по техническому обслуживанию и ремонту.

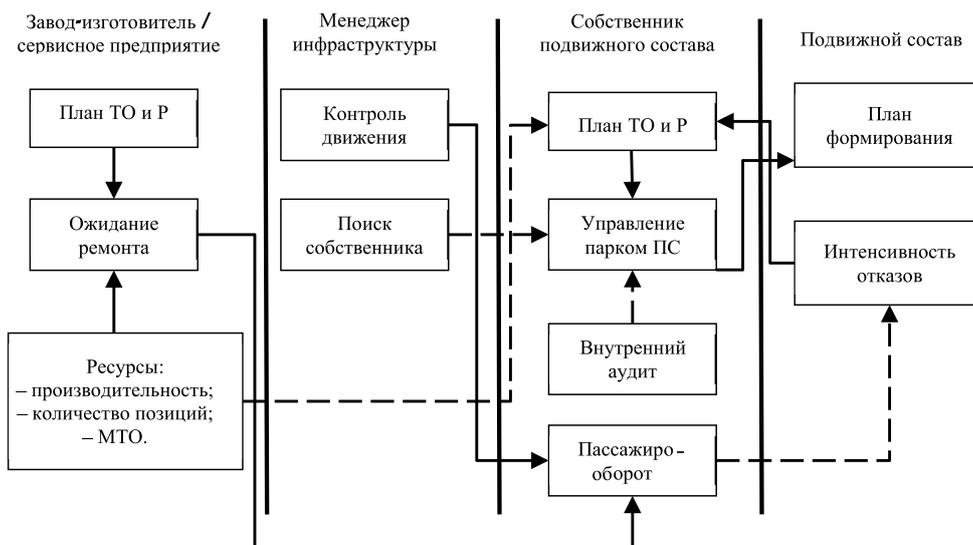


Рис. 1. Схема взаимодействия участников в сервисном техническом обслуживании и ремонте

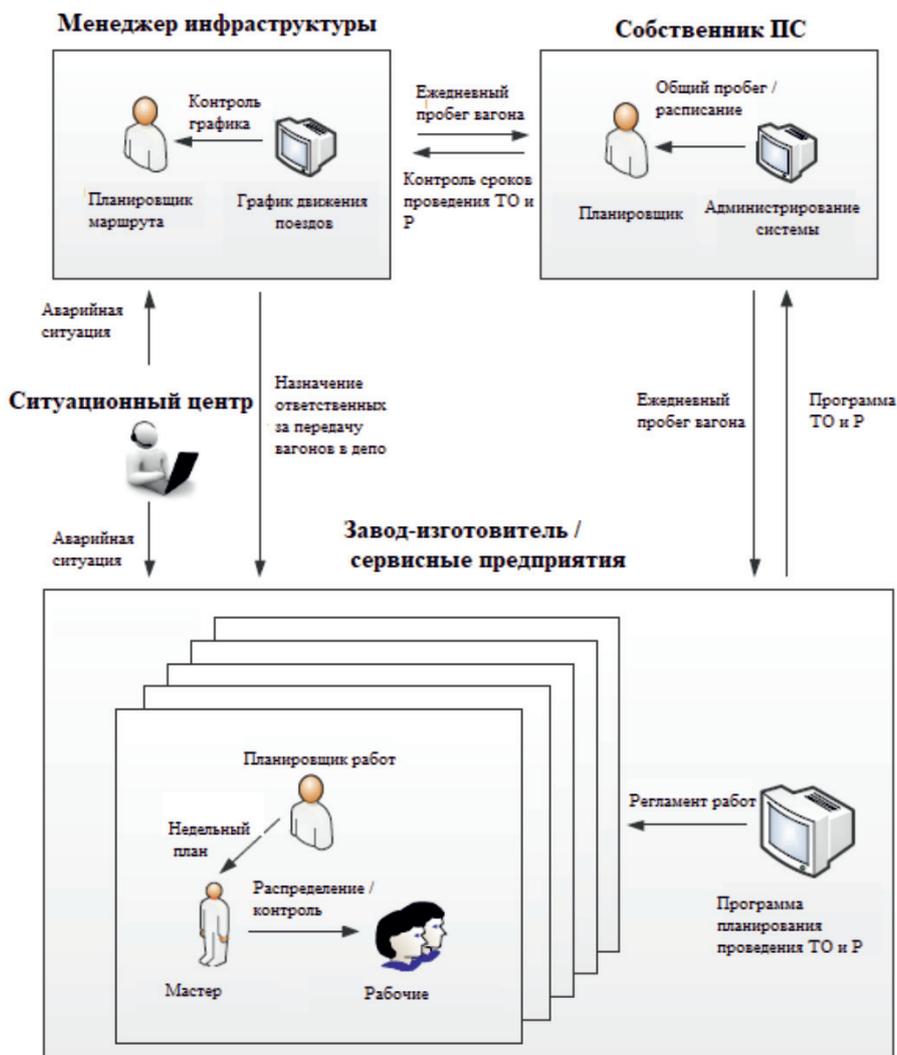


Рис. 2. Операционная структура взаимодействия участников процесса

Операционная структура взаимодействия участников процесса в цифровой модели при организации сервисного технического обслуживания и ремонта (рис. 2) представляет собой участвующие субъекты и их информационную зависимость. В описываемой структуре выделены основные участники процесса: собственник подвижного состава, менеджер инфраструктуры; завод-изготовитель / сервисное предприятие.

1. Собственник подвижного состава. Контролирует ежедневный пробег пассажирского подвижного состава, а также сроки проведения сервисного технического обслуживания и ремонта на основании программы, предоставленной заводом-изготовителем.

2. Менеджер инфраструктуры. Предоставляет услуги по составлению расписания движения для планирования маршрута передвижения подвижного состава до места проведения работ и обратно в регламентированный промежуток времени, а также осуществляет контроль движения по сети железных дорог.

3. Завод-изготовитель / сервисные предприятия. Формируют программу проведения сервисного технического обслуживания и ремонта на основании регламента работ, а также информации о ежедневном пробеге подвижного состава.

Цифровая модель, по сути, является моделью, которая строит траекторию изменений состояния пассажирского подвижного состава в системе по сервисному техническому обслуживанию и ремонту.

Можно сказать, что цифровая модель – это набор правил, согласно которым пассажирский подвижной состав переходит из одного состояния в другое. Правила задаются с помощью дифференциальных уравнений, диаграмм состояний [10] системы сервисного технического обслуживания и ремонта. Выходные данные цифровой модели позволяют анализировать поведение системы в заданных параметрах жизненного цикла пассажирского подвижного состава для принятия управленческих решений.

Следующим этапом формирования цифровой модели сервисного технического обслуживания и ремонта служит описание функциональной архитектуры (рис. 3).

Трехуровневая архитектура цифровой модели представлена следующим образом.

Уровень предприятия: необходим для сбора данных от пограничных узлов через активы, датчики и шлюзы, о загруженности производственных подразделений, уровень запаса запасных частей. Информация формируется в базе данных (управление базой данных main).

Уровень платформы СТОиР: получает, обрабатывает и пересылает команды управления с уровня предприятия на уровень собственника, производя расчеты в соответствии с запросами собственника. Данный уровень выполняет вычисления согласно заложенному алгоритму, а также помощь в принятии управленческих решений для собственника подвижного состава. Так же производится мониторинг данных, аналитика активов.

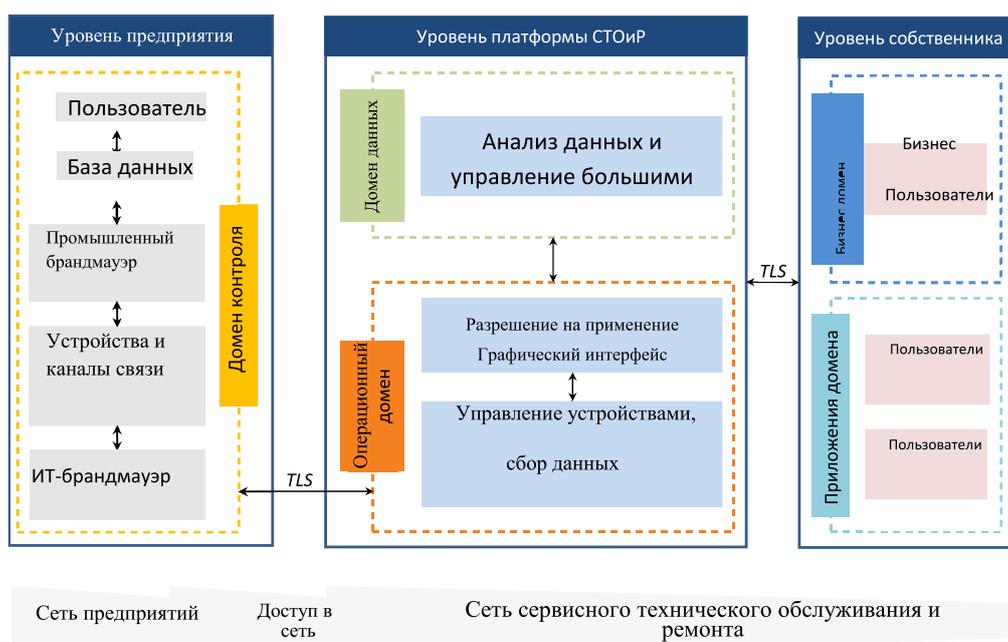


Рис. 3. Функциональная архитектура цифровой модели сервисного технического обслуживания и ремонта

Уровень собственника: реализует приложения домена через систему для принятия управленческих решений и предоставляет конечным пользователям интерфейсы для реализации функциональных возможностей (управление подвижным составом, управление цепью поставок подвижного состава на техническое обслуживание и ремонт, планирование ресурсов, планирование инвестиционных вложений).

Функциональные домены сгруппированы следующим образом.

Сеть предприятий: объединяет исполнительные механизмы, устройства, системы управления и активы со шлюзом, который соединяет с другими сетями (сервисными предприятиями) и позволяет передавать данные и управлять потоком между ними.

Доступ в сеть: обеспечивает связь для потоков данных и управления между сетью предприятий и уровнем платформы СТОиР.

Сервисная сеть (облако): обеспечивает подключение (обычно с использованием протоколов безопасности транспортного уровня) между службами платформы СТОиР и уровнями собственника подвижного состава.

Цифровая модель также включает в себя следующие положения:

– облако общего пользования: включает в себя компоненты, необходимые для интеграции производственных процессов корпоративного уровня (моделирование процессов, анализ данных, планирование производственной деятельности);

– частное облако: представляет собой основной функционал, включающий в себя управление и сохранение эксплуатационных и сервисных данных, адаптацию запланированных мероприятий к событиям, происходящим в реальном времени на производстве, а также помощь в принятии управленческих решений в производственных процессах.

Результаты исследования и их обсуждение

Исходя из проведенного исследования, можно сделать вывод, что планирование работ по техническому обслуживанию и ремонту необходимо производить в зависимости от динамической составляющей жизненного цикла пассажирского подвижного состава. Одно из решений данной задачи – создание цифровой модели сервисного технического обслуживания и ремонта пассажирского подвижного состава. Цифровая модель позволит управлять жизненным циклом пассажирского подвижного состава на основе принятия управленческих решений.

Модульный подход обеспечит оптимальную цифровую трансформацию в организации сервисного технического обслуживания

и ремонта пассажирского подвижного состава. Использование цифровой модели связано в применении подробного описания производственных процессов, посредством создания алгоритма действия в цифровом описании.

Цифровая модель сервисного технического обслуживания и ремонта предложена в качестве поддержки для принятия управленческих решений для каждого участника процесса в жизненном цикле пассажирского подвижного состава.

Заключение

Формирование научного обеспечения позволит адаптировать переход пассажирского подвижного состава к сервисному техническому обслуживанию и ремонту. Всесторонняя оценка производственных возможностей цифровой модели позволит организовать систему сервисного технического обслуживания и ремонта. Поэтому цифровая модель обеспечит точность прогнозных оценок при эксплуатации и ремонте, обеспечивая эффективность управления жизненным циклом пассажирского подвижного состава в целом.

Создание специализированной цифровой модели для беспрепятственного обмена информацией, возможности быстрой ее обработки и, как следствие, возможности принятия управленческих решения позволит организациям соответствовать быстро развивающимся технологиям в глобальном рынке.

Список литературы

1. Takata S., Kimura F., Westkamper E., Shpitalni M., Ceglarek D., Jay Lee.: Maintenance: Changing Role in Life Cycle Management. 2004. No. 53 (2). P. 643–655.
2. Bannikov D.A., Sirina N.F. Model of passenger rolling stock maintenance. In the collection: MATEC Web Conf. Volume 216, 2018. X International Scientific and Technical Conference «Polytransport Systems» P. 02018. [Электронный ресурс]. URL: https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2018/75/mateconf_pts2018_02018/mateconf_pts2018_02018.html (дата обращения: 01.02.2021).
3. Bannikov D.A., Sirina N.F. Development of innovative railway rolling stock technologies. Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020. T. 1115. P. 401–407.
4. Skobelev V.V., Skobelev V.G. Some Problems of Analysis of Hybrid Automata Cyber-netics and Systems Analysis. 2018. No. 54 (4). P. 517–526.
5. Maier R. Knowledge Management Systems: Information and Communication Technologies for Knowledge Management. Berlin. 2009. P. 256.
6. Приказ Министерства путей сообщения Российской Федерации от 04.04.1997 № 9Ц «О введении новой системы технического обслуживания и ремонта пассажирских вагонов» (с изменениями и дополнениями от 13.01.2011) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/6648607> (дата обращения: 01.02.2021).
7. Pedonea G., Mezgara I. Model similarity evidence and interoperability affinity in cloud-ready Industry 4.0. Preprint submitted to Journal of Computers in Industry. 2018. P. 359.
8. Doganay K., Bonlin M. Maintenance plan optimization for a train fleet. WIT Trans Built Environ. 2010. No. 114 (12). P. 349–358.
9. Holmgren J., Davidsson P., Persson J., Ramstedt L. TAPAS: a multi-agent based model for simulation of transport chains. Simul Model Pract Theory. 2012. no 23. P. 1–18.
10. Банников Д.А., Галкин А.Г., Сирина Н.Ф. Алгоритм расчета организации сервисного технического обслуживания и ремонта пассажирского подвижного состава // Транспорт Урала. 2017. № 55. С. 31–35.

УДК 519.63

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В МНОГОЭЛЕМЕНТНОЙ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Болотнов А.М., Иванов В.Н., Купцова А.Ф.

ФГОУ ВО «Башкирский государственный университет», Уфа, e-mail: BolotnovAM@mail.ru

Предложен алгоритм численного расчета стационарного электрического поля в многоэлементной электрохимической системе. В качестве примера рассматривается промышленный электролизер для производства алюминия. Элементы электролизера с различной проводимостью делятся на три зоны: анод, катод и электролит. На границах между элементами одной и той же зоны устанавливаются граничные условия для совершенного (идеального) контакта. Между электролитом и электродными элементами учитывается наличие двойного электрического слоя, что влечет за собой скачок потенциальной функции при граничных условиях. Краевые задачи решаются последовательно в отдельных зонах. В каждой зоне задача решается итерационным методом граничных элементов. Сформированные интегральные уравнения в отдельных зонах доводятся до решения последовательными приближениями. Этот подход может быть использован для решения аналогичных задач не только в двумерной, но и в трехмерной постановке. Предложенный алгоритм реализован в программном проекте на языке C++. Проведены численные расчеты для оценки устойчивости и эффективности алгоритма решения двумерной задачи с различными входными параметрами. Математическая модель и программный код предназначены для численного исследования электрических полей в электролизных системах, в том числе в электролизерах для производства цветных металлов.

Ключевые слова: электрохимические системы, электрическое поле, алюминиевый электролизер, метод граничных элементов, итерационная процедура

ALGORITHM FOR CALCULATING THE ELECTRIC FIELD IN A MULTI-ELEMENT ELECTROCHEMICAL SYSTEM

Bolotnov A.M., Ivanov V.N., Kuptsova A.F.

Bashkir State University, Ufa, e-mail: BolotnovAM@mail.ru

An algorithm for numerical calculation of a stationary electric field in a multi-element electrochemical system is proposed. As an example, an industrial electrolyzer for the production of aluminum is considered. The elements of the electrolyzer with different conductivity are divided into three zones: anode, cathode and electrolyte. At the boundaries between the elements of the same zone, the boundary conditions for perfect (ideal) contact are established. Between the electrolyte and the electrode elements, the presence of a double electric layer is taken into account, which entails a jump in the potential function under boundary conditions. Boundary value problems are solved sequentially in separate zones. In each zone, the problem is solved by the iterative boundary element method. The formed integral equations in separate zones are brought to the solution by successive approximations. This approach can be used to solve similar problems not only in two-dimensional, but also in three-dimensional formulation. The proposed algorithm is implemented in a software project in C++. Numerical calculations are performed to evaluate the stability and efficiency of the algorithm for solving a two-dimensional problem with different input parameters. The mathematical model and the program code are intended for the numerical study of electric fields in electrolysis systems, including in electrolyzers for the production of non-ferrous metal.

Keywords: electrochemical systems, electric field, aluminum electrolyzer, boundary element method, iterative procedure

Установки и технологии, основой функционирования которых является электролиз, называют электрохимическими системами. К ним относят такие промышленные процессы, как электролитическое формирование, электролитно-плазменная обработка, электрохимическая защита подземных и подводных металлических сооружений от коррозии, производство цветных и редких металлов, нанесение на детали гальванических покрытий и др. Важную роль в современном машиностроении играет алюминий, производство которого является необходимым условием успешного развития космической, авиационной, автомобильной и других отраслей промышленности. Вопросам проектирования и оптимизации процессов электролиза алюминия

посвящены многие экспериментальные и теоретические исследования [1, 2]. Разработка математических моделей процессов, происходящих в электролизерах, отражена, в частности, в работах [3–5]. Сложность моделирования процессов, происходящих в электролизере, обусловлена технологическими ограничениями и взаимным влиянием многих факторов: магнитного и электрического полей, температуры, изменяющегося состава электролита и др. [6–8].

Целью данной работы является построение алгоритма расчета стационарного электрического поля в алюминиевом электролизере в двумерной постановке с учетом различной электропроводности отдельных элементов.

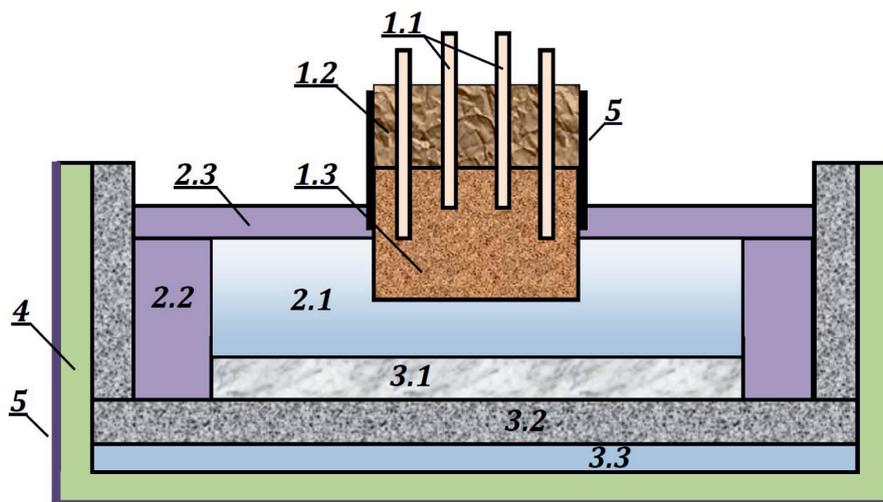


Рис. 1. Сечение алюминиевого электролизера: 1.1 – токоподводящие анодные иштыри; 1.2 – анодная масса (расплавленный нефтяной кокс с каменноугольным пеком); 1.3 – спеченный анод; 2.1 – жидкий электролит; 2.2 – гарнисаж (затвердевший электролит); 2.3 – глинозем, корка; 3.1 – жидкий алюминий; 3.2 – угольные блоки; 3.3 – катодный токоподвод; 4 – теплоизоляция. 5 – стальной кожух

Основные предположения и постановка задачи

Рассмотрим двумерное сечение многоэлементной электролизной системы на примере алюминиевого электролизера с самообжигающимся анодом (рис. 1).

Для построения алгоритма все элементы сгруппируем по трем зонам: анодная зона Z_1 (элементы 1.1, 1.2, 1.3), зона электролита Z_2 (2.1, 2.2, 2.3) и катодная зона Z_3 (3.1, 3.2, 3.3). В этом случае область решения представляет собой объединение этих зон:

$D = \bigcup_{k=1}^3 Z_k$. Пусть каждая из зон состоит, в свою очередь, из M_k элементов с различными свойствами:

$Z_k = \bigcup_{m=1}^{M_k} d_{km}$, $k = 1..3$. Тогда общее число элементов системы равно

$N = \sum_{k=1}^3 M_k$, а вся область решения является их объединением: $D = \bigcup_{k=1}^3 Z_k = \bigcup_{k=1}^3 \bigcup_{m=1}^{M_k} d_{km}$.

Здесь, и далее везде, первый индекс отвечает номеру зоны (1 – анодная зона, 2 – зона электролита, 3 – катодная зона); второй индекс соответствует номеру элемента внутри зоны.

В [9] показано, что потенциал электрического поля $\varphi(p)$ удовлетворяет уравнению $\text{div}(\lambda(p)\text{grad}\varphi(p)) = 0$, $p \equiv (x, y) \in D$, (1)

где $\lambda(p)$ – удельная электропроводимость.

Будем предполагать однородность отдельных элементов, т.е.

$$\lambda(p) = \{\lambda_{km} = \text{const}, m = 1..M_k, k = 1..3\}.$$

Уравнение (1) необходимо дополнить условиями на границах между отдельными элементами. Заданной величиной является внешнее напряжение $V = \varphi_{1,1} - \varphi_{3,3}$, приложенное к анодному и катодному токоподводам. Полагая потенциал катодного токоподвода нулевой точкой отсчета ($\varphi_{3,3} = 0$), краевое условие на анодном токоподводе можно записать как

$$\varphi|_{S_{1,1}} = V. \quad (2)$$

На внешних границах электролизера должны выполняться условия непротекания тока. Такие же условия могут быть поставлены на границах симметрии. Подобные линии вводятся для сокращения общей длины границ интегрирования. Указанный прием позволяет значительно сократить размерность итоговой системы уравнений, а следовательно, и время расчета. На указанных границах потенциал удовлетворяет условиям [9]:

$$\left. \frac{\partial \varphi_{km}}{\partial n} \right|_{S_{km}} = 0, k = 1..3, \quad (3)$$

здесь вектор n – нормаль к границе; индекс m принимает значения, которые имеют смысл, т.е. соответствуют изолированным границам.

На границах элементов с различной проводимостью внутри каждой из зон ставят-

ся условия непрерывности плотности тока и потенциала (простые условия сопряжения при идеальном контакте):

$$\left(\lambda_{km} \frac{\partial \varphi_{km}}{\partial n} + \lambda_{kp} \frac{\partial \varphi_{kp}}{\partial n} \right) \Big|_S = 0, k = 1..3, \quad (4)$$

$$(\varphi_{km} - \varphi_{kp}) \Big|_S = 0, k = 1..3, \quad (5)$$

где S – граница между соседними элементами d_{km} и d_{kp} .

Так как элементы d_{km} и d_{kp} в данном случае принадлежат одной и той же зоне, то $m \neq p$. Индексы m и p принимают значения, соответствующие элементам, имеющим общую границу.

На границах анодных и катодных элементов с электролитом, вследствие наличия двойного электрического слоя, возникает разрыв решения, с учетом которого формируются краевые условия сопряжения (случай неидеального контакта) [10]:

$$\left(\lambda_{km} \frac{\partial \varphi_{km}}{\partial n} + \lambda_{2p} \frac{\partial \varphi_{2p}}{\partial n} \right) \Big|_S = 0, k = 1,3, \quad (6)$$

$$(\varphi_{km} - \varphi_{2p}) \Big|_S = \eta(J), k = 1,3, \quad (7)$$

где S – граница между соседними элементами, один из которых принадлежит зоне электролита ($k = 2$); $\eta(J)$ – заданная функция поляризации, которая строится по данным экспериментальных измерений. Остальные обозначения в формулах (6), (7) имеют тот же смысл, что и в условиях (4), (5).

В электролизной системе выполняется закон Ома; на границах отдельных элементов он может быть записан в виде краевого условия второго рода:

$$J_{km} = \lambda_{km} \frac{\partial \varphi_{km}}{\partial n} \Big|_S, m = 1..M_k, k = 1..3, \quad (8)$$

для нормальной составляющей J_{km} плотности тока на границах элементов.

Вектор нормали, фигурирующий в краевых условиях, должен иметь определенное направление. Так, если два элемента с номерами m_1 и m_2 в одной и той же зоне имеют общую границу и при этом $m_1 < m_2$, то далее везде условимся считать, что нормаль к границе направлена от m_1 к m_2 .

$$k(p)\varphi(p) = \int_S \left(\varphi(q) \frac{\partial}{\partial n_q} \left(\ln \frac{1}{r(p,q)} \right) - \ln \frac{1}{r(p,q)} \frac{\partial \varphi(q)}{\partial n_q} \right) ds_q, \quad (12)$$

здесь интегрирование проводится по координатам точки q ; а решение находится в точке p ;

$$k(p) = 2\pi, \text{ если } p \in d_{1m}; k(p) = \pi, \text{ если } p \in S; r(p,q) = \left((x_p - x_q)^2 + (y_p - y_q)^2 \right)^{1/2}.$$

Балансовые соотношения по току должны выполняться на любом замкнутом контуре:

$$I = \oint \lambda \frac{\partial \varphi}{\partial n} ds = 0. \quad (9)$$

В предложенном алгоритме проверка выполнения (9), т.е. закона сохранения заряда, наиболее просто реализуется по контурам отдельных элементов электролизной системы.

Уравнение (1) с условиями (2)–(7) описывают распределение электрического поля в электролизной системе с однородными свойствами ее отдельных элементов. В сформулированной модели реализована нелинейная зависимость плотности тока от скачка потенциала на границах электролита с элементами анодной и катодной зон. В каждой из зон на границах соприкасающихся элементов установлены простые условия сопряжения.

В системах электролиза, зависимости для поляризации $\eta(J)$, как правило, во многих случаях описываются логарифмическими функциями [11]. Обратная зависимость $J(\eta)$, которая используется в предлагаемой модели, может быть описана соотношением [12]:

$$J(\eta) = C_1 \left(\exp(C_2 \text{abs}(\eta)) \right). \quad (10)$$

Здесь параметры C_1 , C_2 зависят от свойств граничащих элементов и вычисляются на основе данных эксперимента.

Расчет потенциала в анодной зоне

При построении алгоритма используется тот факт, что в области с однородной средой (в каждом отдельном элементе) потенциал удовлетворяет уравнению Лапласа [9]:

$$\frac{\partial^2 \varphi_{km}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi_{km}}{\partial y^2} = 0, m = 1..M_k, k = 1..3. \quad (11)$$

Изложим алгоритм для численного решения задачи, который включает метод граничных интегральных уравнений [12] для каждого элемента, и внешнюю итерационную процедуру. Вначале опишем внутренний итерационный процесс в одной из зон. Пусть это будет анодная зона; в нашем примере она содержит M_1 элементов. Для потенциала в этой зоне на основе формулы Грина [10] в каждом элементе строится граничное интегральное уравнение:

Цель дальнейших преобразований в том, чтобы в (12) избавиться от интегрирования по внутренним границам зоны и оставить только внешние границы; тем самым сократить время расчета. Этот прием изложен в [4, 8]; обе части уравнения (12) умножаются на λ_{1m} , затем суммируются по m от 1 до M_1 (для краткости опустим аргументы у $r(p, q)$):

$$\sum_{m=1}^{M_1} \pi \varphi(p) \lambda_{1m} = \sum_{m=1}^{M_1} \int_S \left(\varphi(q) \lambda_{1m} \frac{\partial}{\partial n_q} \left(\ln \frac{1}{r} \right) - \lambda_{1m} \ln \frac{1}{r} \times \frac{\partial \varphi(q)}{\partial n_q} \right) ds_q.$$

Из последнего соотношения, с учетом условий (4), (5) на границах внутри зоны, проведя тождественные преобразования, несложно получить уравнение для неизвестной функции φ :

$$\varphi(p) = \left(\pi \sum_{m=1}^{M_1} \lambda_{1m} \right)^{-1} \int_S K(p, \varphi(q), q) ds_q. \quad (13)$$

В уравнении (13) ядро определяется из следующих соотношений:

$$K = (\lambda_{1m} - \lambda_{1p}) \varphi(q) \frac{\partial}{\partial n} \left(\ln \frac{1}{r(p, q)} \right), m < p,$$

если q лежит на границе между элементами;

$$K = \lambda_{1m} \varphi(q) \frac{\partial}{\partial n} \left(\ln \frac{1}{r(p, q)} \right),$$

для q , лежащей на границе-изоляторе;

$$K = \lambda_{1m} \varphi(q) \frac{\partial}{\partial n} \left(\ln \frac{1}{r(p, q)} \right) + J(q) \times \ln \frac{1}{r(p, q)},$$

когда q лежит на границе электролита с одним из анодных элементов.

Важно заметить, что в последнем соотношении значение $J(q)$ на границах анод/электролит вычисляется согласно зависимости (10).

В уравнении (13) суммирование производится только по внешним границам анодной зоны, что в итоге значительно сокращает время расчета. Аналогично правилу, изложенному для анодной зоны, выводятся уравнения для катодной зоны и зоны электролита.

Численное решение уравнения (13) последовательно в каждой зоне Z_k находится с помощью следующей итерационной процедуры [12]:

$$\varphi_k^{i+1}(p) = \varphi_k^i(p) - \omega \left(\varphi_k^i(p) - \frac{1}{\pi} \int_{S_k} K(p, \varphi_k^i(q), q) ds_q \right). \quad (14)$$

Здесь i – порядковый номер итерации; ω – положительный параметр, значение которого находится из условия сходимости процесса (14) при проведении вычислительных экспериментов. Повторение процедуры (14) происходит до выполнения условия $|\varphi_k^{i+1}(p) - \varphi_k^i(p)| < \varepsilon$, для всех $p \in S$ и наперед заданного положительного ε . Из внешней итерационной процедуры процесс (14) вызывается поочередно с соответствующими параметрами для каждой зоны Z_k .

Внешний итерационный процесс

Общая схема алгоритма состоит из следующих блоков:

a) для граничного потенциала в электролите и электродах (анод и катод) выбирается начальное приближение из физических соображений, после чего рассчитывается по формуле (7) скачок потенциала, а затем, согласно соотношению (10), плотность тока;

b) в зонах анода и катода поочередно выполняется процедура (14), по завершению которой находят новые приближения

для потенциала $\varphi(p)$ на границах анод/электролит и катод/электролит. Из формулы (7) находятся очередные приближения поляризации $\eta(p)$, затем вычисляются для плотности тока новые значения $J(p)$ на границах электролита с анодом и катодом;

с) в электролитной зоне осуществляется выполнение процедуры (14), в результате чего потенциал $\varphi(p)$ получает новые значения на границах; вычисляется поляризация

$\eta(p)$; плотность тока $J(p)$ корректируется новым приближением;

d) закон сохранения заряда (9) проверяется по замкнутым границам анода, электролита и катода. В случае его невыполнения с определенной точностью осуществляется повторение блоков b) и c) изложенного алгоритма.

На рис. 2 представлена блок-схема предложенного алгоритма.

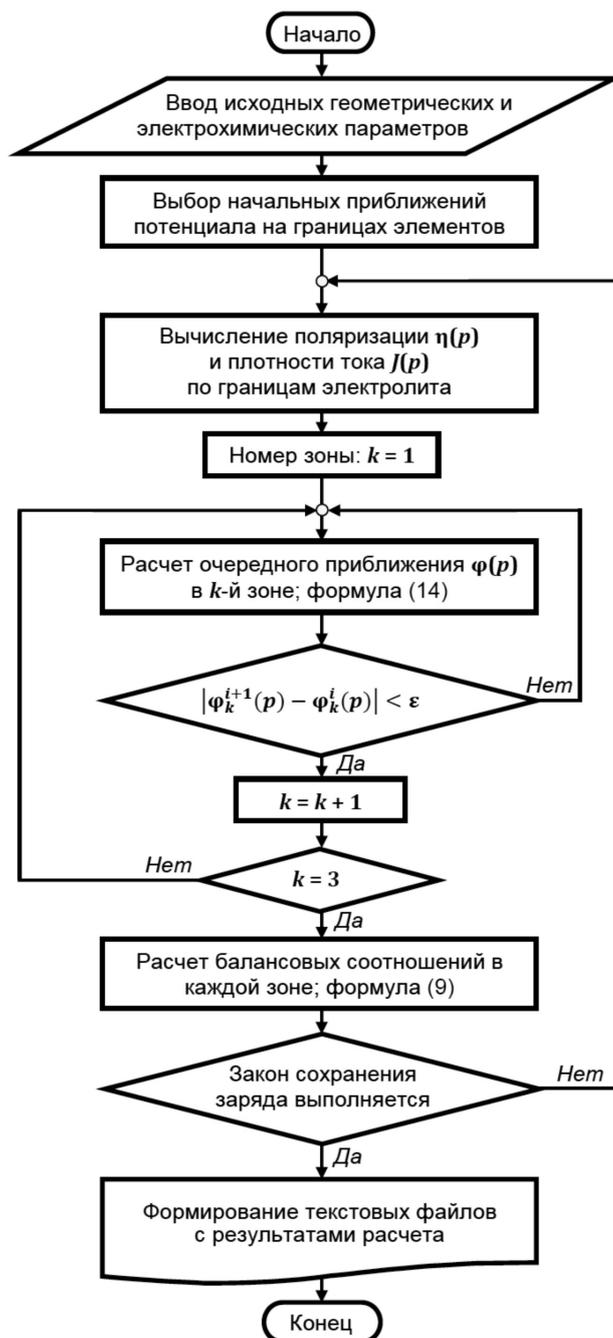


Рис. 2. Блок-схема алгоритма

Заключение

Анализ влияния входных параметров на интенсивность электролиза является одной из целей проведения численных расчетов. Предложенная математическая модель, алгоритм и программный код предоставляют возможность проведения многочисленных расчетов электрических полей в сложных электрохимических системах. В работе в качестве примера приведена упрощенная схема (двумерное сечение) алюминиевого электролизера. Так как основой итерационного процесса является метод граничных элементов, то предложенный подход применим также для решения аналогичных задач в трехмерных областях.

Список литературы

1. Иванова А.М., Архипов П.А., Руденко А.В., Ткачева О.Ю., Зайков Ю.П. Формирование гарнисажа и настывли в алюминиевом электролизере // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. 2019. № 5. С. 23–31.
2. Шахрай С.Г., Дектерев А.А., Скуратов А.П., Миных А.В., Бажин В.Ю. Повышение энергетической эффективности электролизера с самообжигающимся анодом // Металлург. 2018. № 9. С. 79–83.
3. Савенкова Н.П., Кузьмин Р.Н., Анпилов С.В., Калмыков А.В. Моделирование влияния динамики изменения внутреннего пространства ванны алюминиевого электролизера на МГД-процессы // Успехи прикладной физики. 2016. Т. 4. № 4. С. 409–415.
4. Болотнов А.М., Иванов В.Т. Численное моделирование электрических полей анодной защиты некоторых электрохимических систем // Электрохимия. 1996. Т. 32. № 6. С. 694–697.
5. Кошур В.Д., Поляков П.В., Попов Ю.Н., Островский И.В. Компьютерное моделирование электрических полей алюминиевых электролизеров с углеродными вставками в межэлектродном зазоре // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=10901> (дата обращения: 21.02.2021).
6. Макеев А.В., Белолипецкий В.М., Пискажова Т.В., Портянкин А.А. Модель теплообмена в период пуска электролизера для оптимизации снижения напряжения // Металлург. 2018. № 10. С. 71–75.
7. Ariana M., Desilets M., Proulx P. On the analysis of ionic mass transfer in the electrolytic bath of an aluminum reduction cell. The Canadian journal of chemical engineering. 2014. Vol. 92. P. 1951–1964.
8. Болотнов А.М., Закиева Г.Н. Применение интервальных вычислений при компьютерном моделировании электрических полей в электролитах // Вестник Башкирского университета. 2014. Т. 19. № 3. С. 799–803.
9. Тамм И.Е. Основы теории электричества. М.: Физматлит, 2003. 616 с.
10. Агошков В.И., Дубовский П.Б., Шутяев В.П. Методы решения задач математической физики. М.: Физматлит, 2002. 320 с.
11. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия. Учебное пособие. 3-е изд., испр. СПб.: Издательство «Лань», 2015. 872 с.
12. Болотнов А.М. Компьютерное моделирование потенциальных электрических полей в электролитах на основе интервальных вычислений // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=12937> (дата обращения: 01.03.2021).

УДК 004.4'6

КАЛИБРОВКА ПОЛОЖЕНИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ ПРИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Долганов А.Ю., Клебанов Б.И.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: kbill@yandex.ru

Применение дополненной реальности даёт возможность упростить процесс определения местоположения элементов подземных инженерных коммуникаций и улучшить его результаты с точки зрения производительности, точности и безопасности. В статье показано, что существующие методы калибровки положения и направления для визуализаций подземных коммуникаций в системах с дополненной реальностью требуют для своей реализации специального оборудования и определённых условий. Определены основные источники погрешности размещения визуализаций подземных коммуникаций на экране. Предложен простой метод калибровки положения и направления, основанный на размещении смартфона в точке пространства с известными координатами и не требующий специального оборудования. Метод включает сценарий проведения калибровки и инструментальное мобильное приложение для смартфона с операционной системой Android. В качестве основного инструмента для работы с дополненной реальностью используется фреймворк ARCore. Практические испытания показали, что данный способ с определёнными погрешностями справляется с калибровкой, а также прост при реализации. Приложение опубликовано в Google Play, что позволит оценить его преимущества и недостатки широкому кругу разработчиков и пользователей. Дальнейшие исследования предусматривают поиск путей снижения погрешностей предложенного метода и обеспечение его взаимодействия с объектами ArcGIS.

Ключевые слова: дополненная реальность, подземная коммуникация, калибровка, vGIS, GPS, GNSS

CALIBRATION OF POSITION AND DIRECTION IN THE VISUALIZATION OF UNDERGROUND ENGINEERING COMMUNICATIONS USING AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY WITHOUT USING SPECIAL EQUIPMENT

Dolganov A. Yu., Klebanov B. I.

Ural Federal University n.a. the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, e-mail: kbill@yandex.ru

The use of augmented reality makes it possible to simplify the process of determining the location of elements of underground utilities and improve its results in terms of performance, accuracy and safety. The article shows that the existing methods of position and direction calibration for visualizations of underground communications in systems with augmented reality require special equipment and certain conditions for their implementation. The main sources of error in the placement of visualizations of underground communications on the screen are determined. A simple method of position and direction calibration based on placing a smartphone at a point in space with known coordinates and requiring no special equipment is proposed. The method includes a calibration script and an instrumental mobile application for a smartphone with an Android operating system. The ARCore framework is used as the main tool for working with augmented reality. Practical tests have shown that this method, with certain errors, copes with the calibration, and is also simple to implement. The application has been published on Google Play, which will allow a wide range of developers and users to evaluate its advantages and disadvantages. Further research involves finding ways to reduce the errors of the proposed method and ensure its interaction with ArcGIS objects.

Keywords: augmented reality, underground communication, calibration, vGIS, GPS, GNSS

Муниципалитеты и коммунальные предприятия обслуживают обширную сеть подземной и наземной инфраструктуры. Доступ к этой инфраструктуре затруднён: многие активы, такие как трубы, кабели, клапаны и другие объекты, скрыты под землёй и часто сложны, так как разные типы каналов коммунальных услуг расположены довольно близко друг к другу. Такое обстоятельство приводит к высоким затратам на любую инфраструктурную инициативу. Традиционный подход к поиску коммунальных активов основан на использовании бумажных и цифровых карт в со-

четании со специализированным оборудованием, например таким, как устройство электромагнитного обнаружения [1]. Часто для определения местонахождения актива используется независимое подтверждение его другим лицом, при этом сведения основываются на записях, которые могут быть неточными или неполными. Вследствие неправильного определения места земляные работы иногда приводят к ущербу, который оценивается в миллиарды рублей. Применение дополненной реальности даёт возможность упростить процесс определения местоположения элементов инфраструктуры

и улучшить его результаты с точки зрения производительности, точности и безопасности [1]. Дополненная реальность подземных инженерных коммуникаций предполагает построение моделей и визуализаций интересующих объектов и их включение в отображение видимой поверхности на экране устройства (в реальную сцену). Чтобы результат визуализации коммуникаций был актуальным или значимым, расположение их на сцене по высоте, направлению и координатам должно соответствовать расположению реальных подземных объектов [2]. Для выполнения этого требования выполняется процесс калибровки, в рамках которого определяются координаты видимых объектов, а далее к ним привязываются визуальные модели подземных коммуникаций, построенные на основе данных, введенных в информационную систему в процессе прокладки и ремонта коммуникаций. Существующие применения методов дополненной реальности либо не позволяют проводить калибровку положения по высоте, либо требуют наличия специального оборудования для калибровки и особых условий для её проведения. Целью данного исследования является разработка более простого по сравнению с существующими методами калибровки и мобильного приложения для его поддержки.

Существует много способов откалибровать положение и направление объектов в пространстве [3]. В большинстве сценариев калибровки требуется одна или несколько точек для сравнения между содержанием сцены на экране устройства и реальной ситуации.

Мобильное приложение vGIS Utilities [4], которое позволяет взаимодействовать с сервисами объектов ArcGIS (Комплекс геоинформационных программных продуктов американской компании ESRI) и BIM (Средства информационного моделирования зданий) для создания голографической проекции подземных коммуникаций и их отображения относительно местоположения и направления, предлагает два способа калибровки: vGIS и «Ходьба» [3].

Способ vGIS предлагает разделить экран на верхнюю часть, показывающую вид с камеры устройства (реальную сцену), и нижнюю часть, показывающую спутниковую карту [3]. Для калибровки направления предлагается перемещать карту, пока линия обзора не выровняется с направлением на карте, как показано на рис. 1. При использовании данного способа нельзя менять положение камеры по высоте, он годится только для калибровки направления. Способ «Ходьба» подразумевает использование

внешних приборов GNSS или RTK для дополнительной точности [3]. Эти устройства позволяют сразу же определить местоположение и высоту, на которой находится смартфон, но для определения направления необходимо воспользоваться методом калибровки «Ходьба». Этот метод начинается с представления на экране устройства реального мира с помощью камеры. Далее специальная метка располагается примерно в 10 м перед пользователем, и ему предлагается идти к ней. Для удобства на земле отображается линия от пользователя до метки, как показано на рис. 2. Пользователь должен пройти вдоль линии к метке, чтобы завершить этот метод калибровки. Однако применение этого метода калибровки не всегда возможно, поскольку пользователь не может ходить по прямой линии через узкие кварталы или неровную местность [3]. Кроме того, для использования данного метода необходимы дорогие внешние приборы GNSS или RTK.

Исходя из вышеизложенного, было решено реализовать с помощью приложения для смартфона (без дополнительных приборов и больших затрат) более простой метод калибровки, который позволит одновременно калибровать местоположение, направление и высоту размещения элементов подземных коммуникаций.

Среди небольшого количества вариантов операционных систем (ОС) для реализации была выбрана ОС Android. Разработка под данную систему перспективна за счёт малой стоимости смартфонов, поддерживающих технологию дополненной реальности, множества устройств для тестирования и низкой стоимости распространения приложений на Android через магазин Google Play. Для работы с дополненной реальностью в этой ОС Google рекомендует фреймворк ARCore [5], который обеспечивает:

1. Отслеживание движения: определение положения смартфона в реальном мире.
2. Понимание окружающей среды: определение размера и местоположения всех типов поверхностей (вертикальных, горизонтальных и угловых).

Другими словами, когда пользователь перемещает свой телефон, ARCore запоминает окружение и строит собственный мир, в котором он может размещать виртуальные объекты. Фреймворк также использует технологию отслеживания движения для определения того, как некоторые объекты движутся, учитывая движения камеры пользователя. Именно поэтому объекты дополненной реальности остаются на своих местах, а не смещаются, если пользователь двигается или перемещает камеру.

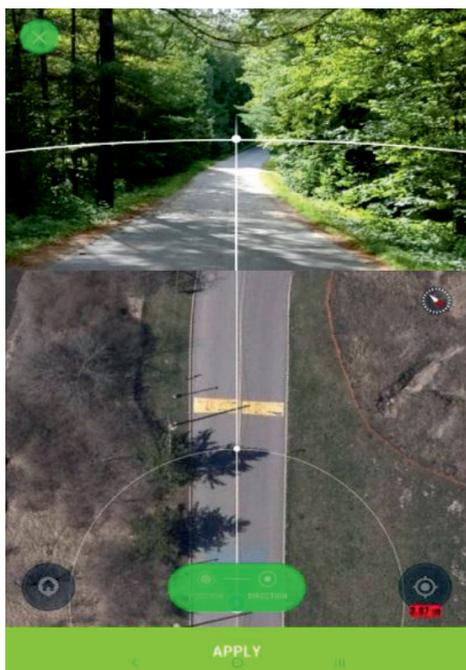


Рис. 1. Метод калибровки vGIS [3]

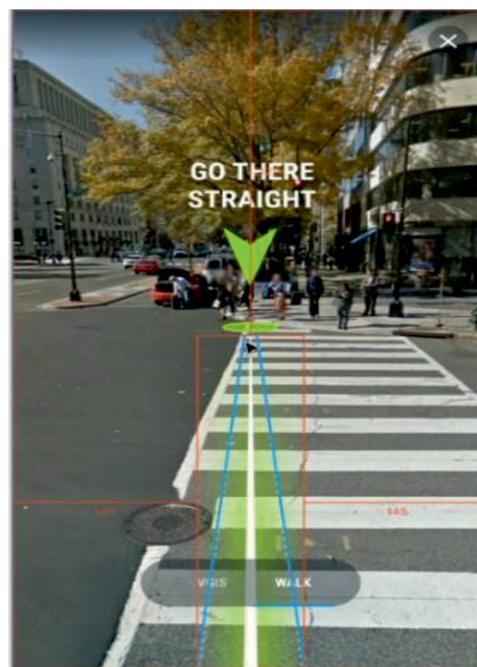


Рис. 2. Метод калибровки «Ходьба» [3]

Из сказанного следует, что для визуализации подземных инженерных коммуникаций достаточно использовать фреймворк ARCore, который поможет отслеживать движение смартфона, а также отображать на экране элементы дополненной реальности. Однако он не позволяет на этапе инициализации расположить все визуализации подземных коммуникаций в правильном направлении и на нужной высоте относительно видимой сцены. Предлагаемое приложение должно позволить пользователю дополнительно провести этап калибровки. Далее рассмотрим нюансы, связанные с калибровкой положения и направления.

Качество дополненной реальности зависит от соответствия между позициями и ориентациями физической камеры устройства и виртуальной камеры отображения объектов [1]. Любая погрешность в положении объектов подземных коммуникаций или ориентации устройства ухудшает точность отображения. Выделяют три ключевых свойства, которые являются типичными источниками погрешности [6]:

1. Ориентация – обычно определяется с помощью компаса на приборе.

2. Высота (Z) – определяется с помощью GPS/GNSS.

3. Положение (X , Y) – определяется с помощью GPS/GNSS, триангуляционных сетей или маяков.

На рис. 3 представлены примеры, которые иллюстрируют эти погрешности, пока-

зывая неправильное расположение элементов дополненной реальности относительно реального мира. На левом примере показана погрешность ориентации. Здесь жёлтой пунктирной линией показано реальное расположение в пространстве канализационной трубы, а красная линия – это элемент дополненной реальности, у которого неправильно задано направление. Средний пример, представленный на рис. 3, демонстрирует погрешность высоты. В данном случае видно, что элементы дополненной реальности (канализационные люки и трубы) показаны над поверхностью земли, а не под ней. Последний пример иллюстрирует погрешность положения. Жёлтой пунктирной линией показано реальное расположение в пространстве канализационной трубы, а сплошной – ошибочное.

Одна из основных проблем калибровки, с которой пришлось столкнуться при создании мобильного приложения с дополненной реальностью – это получение Z -значений. Существуют различные по точности методы определения и представления высоты разными типами устройств. Проведённый анализ показал:

1. Устройства Android и iOS по-разному определяют значение высоты над уровнем моря.

2. Высота над уровнем моря – наименее точное измерение Z , предлагаемое GPS/GNSS. Даже в идеальных условиях устройство может сообщать о высоте на 10–100 см выше или ниже истинного значения.



Рис. 3. Примеры погрешностей при визуализации дополненной реальности

3. Устройства GPS используют разные системы отсчёта высоты [7]:

– геодезическая (высота над эллипсом поверхности) – WGS84 – **Height Above Ellipsoid (HAE)**;

– ортометрическая (высота над уровнем моря) – **Height Above Mean Sea Level (MSL)**.

На основе проведённого анализа были приняты следующие решения:

1. Разработать инструментальную систему для ОС Android и получать значения высоты с помощью встроенных функций GPS, представляемых в системе отсчёта HAE. Это позволит в будущем взаимодействовать с сервисами объектов ArcGIS, которые поддерживают данные о подземных коммуникациях, представленные в системе HAE [7].

2. Для снижения погрешности оценки высоты, получаемой с помощью GPS, разработать метод калибровки, основанный на размещении смартфона в точке пространства с известными координатами и не требующий дополнительных устройств.

Предлагаемый метод калибровки

Метод включает сценарий проведения калибровки и инструментальное мобильное приложение, построенное на основе фреймворка ARCore. Сценарий калибровки местоположения и направления, который проще в реализации по сравнению с ранее рассмотренными, включает следующие шаги:

1. Определить позиции, имеющие идентифицируемые объекты как на карте, так и в реальном мире, и разместить смартфон в одной из таких позиций. Хорошие стартовые места включают объекты, такие

как крышки люков, ливневые канализации, дорожные разметки и другие [1].

2. С помощью GPS определить положение (X, Y) и отметить позицию на спутниковой карте, как показано синей точкой на рис. 4. Удостовериться, что позиция на карте соответствует той же позиции в реальном мире. То есть если пользователь в данный момент находится во дворе жилого комплекса, то и точка на карте должна быть в том месте, где располагается пользователь.

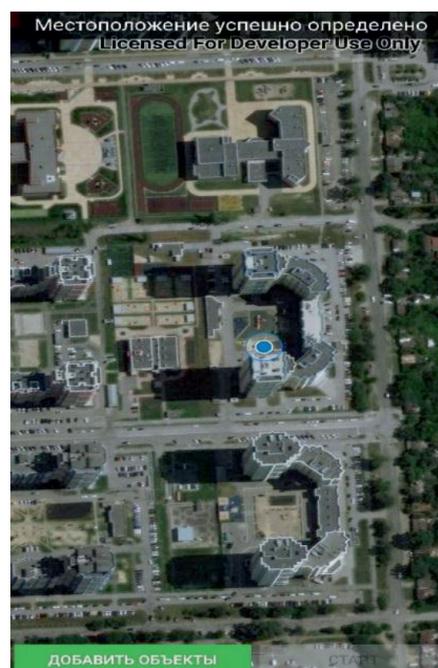


Рис. 4. Определение местоположения



Рис. 5. Калибровка направления

3. Перейти в режим дополненной реальности и запустить режим калибровки по направлению, то есть показать на экране сцену реального мира с помощью камеры на устройстве и поверх добавить карту с прозрачностью 50% в качестве элемента дополненной реальности, как показано на рис. 5. Это позволит дать пользователю визуальный объект для сравнения.

4. Определить объект, который хорошо виден как на карте, так и в реальном мире. Идеальное расстояние до этой цели должно быть от 50 до 100 м. На рис. 5 в качестве такого объекта было выбрано здание детского сада (отмечено красной стрелкой для наглядности). Точно такое же здание должно быть видно на спутниковой карте (отмечено красным прямоугольником для наглядности).

5. Поворачивать спутниковую карту, чтобы выбранный объект на карте совпал по направлению с реальным объектом. Для удобства можно использовать джойстик (heading), расположенный внизу экрана, который поворачивает карту (рис. 5).

6. В случае если объект дополненной реальности находится не на нужной высоте, с помощью другого джойстика (altitude) поднять или опустить визуализацию объектов инженерных коммуникаций по высоте.

7. Зафиксировать положение и выключить режим калибровки.

Далее приложение на основе AR-фреймворк (ARCore) может быть использо-

вано для точной обработки изменений положения пользователя.

Необходимое приложение было разработано для операционной системы Android, на языке программирования Java, в среде разработки Android Studio. Приложение реализует следующие функции:

2. Определение текущего местоположения пользователя.

3. Построение на карте линии инженерных коммуникаций.

4. Переход в режим дополненной реальности для визуализации объектов инженерных коммуникаций.

5. Калибровка по направлению и высоте. Мобильное приложение опубликовано в Google Play [8].

Тестовые испытания показали, что представленный метод имеет меньшую точность по сравнению с другими распространёнными методами, но является более дешёвым и простым в реализации. Так, погрешность определения местоположения составила максимум 1 м, направления – 15°, высоты – 1 м.

Выводы

В рамках проведённого исследования получены следующие результаты:

1. Анализ существующих методов калибровки положения и направления визуализаций подземных объектов на экранах приборов показал необходимость использования специального оборудования и условий для ее проведения.

2. Предложен простой метод калибровки положения и направления, основанный на размещении смартфона в точке пространства с известными координатами и не требующий специального дополнительного оборудования.

3. Разработано и опубликовано в Google Play мобильное приложение поддержки предложенного метода калибровки, что позволит оценить его преимущество и недостатки широкому кругу разработчиков и пользователей.

4. Практические испытания показали, что данный способ с определёнными погрешностями справляется с калибровкой, а также прост при реализации.

Дальнейшие исследования предусматривают поиск путей снижения погрешностей предложенного метода и обеспечение его взаимодействия с объектами ArcGis.

Список литературы

- Куликов А.С., Мавлютов А.Р. Применение дополненной реальности в ГИС // Вестник науки и образования. 2019. № 2 (56). Часть. 2. С. 25–28. [Электронный ресурс]. URL:

<http://scientificjournal.ru/images/PDF/2019/VNO-56/VNO-2-56-II.pdf> (дата обращения: 11.03.2021).

2. Демедюк А.С. Первые шаги разработки дополненной реальности // E-Scio – 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://e-scio.ru/?p=9743> (дата обращения: 11.03.2021).

3. High-accuracy augmented reality. vGIS [Electronic resource]. URL: <https://www.vgis.io/high-accuracy-survey-grade-augmented-reality-ar-for-bim-gis-arccgis-esri/> (date of access: 11.03.2021).

4. Vgis.io. Measuring effectiveness of Augmented Reality in the locate services industry. 2020. [Electronic resource]. URL <https://www.vgis.io/wp-content/uploads/2019/07/vGIS-Promark-Augmented-Reality-GIS-Locate-Industry-Study.pdf> (date of access: 11.03.2021).

5. Fridhi A., Frihida A. GIS 3D and Science of Augmented Reality: Modeling a 3D Geospatial Environment. Journal of Soft Computing in Civil Engineering. Volume 3, Issue 4 – Serial

Number 10, Autumn 2019–2020. [Electronic resource]. URL: http://www.jsoftcivil.com/article_103747_db6387ec01dfb1a75803add7a40828ed.pdf (date of access: 11.03.2021).

6. Olivier Hugues, Jean-Marc Cieutat, Pascal Guitton. GIS and Augmented Reality: State of the Art and Issues. Handbook of Augmented Reality – Springer, 2011. 850 p.

7. Seddik Boutiouta, Fayçal Bouizem. Multiple processing of GNSS measurements. Teledetection, Editions des Archives Contemporaines / Editions scientifiques GB / Gordon and Breach Scientific Publishers. 2013. Vol. 11 (2). P. 325–336. [Electronic resource]. URL: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01136372> (date of access: 11.03.2021).

8. My AR – Демо // Мобильное приложение. Визуализация инженерных коммуникаций с помощью технологии дополненной реальности [Электронный ресурс]. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dolganov.augmentedreality> (дата обращения: 11.03.2021).

УДК 004.051

ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО КОДА В ТЕХНОЛОГИИ .NET

Карчевская М.П., Тархов С.В.

*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», Уфа,
e-mail: karchevskaya.m@mail.ru, ramburger@mail.ru, tarkhov@inbox.ru*

Одним из важнейших ресурсов программного продукта является время выполнения его программного кода. Оно, наряду с такими показателями, как функциональные возможности, надежность, практичность, сопровождаемость и мобильность, определяет уровень качества программного продукта. В работе рассмотрен метод измерения времени выполнения программного кода с помощью таймера высокой точности High Precision Event Timer (HPET). Описан класс Stopwatch библиотеки классов FCL каркаса Framework, который работает с HPET и предоставляет удобный набор средств, используемых для измерения времени. Описаны специальные проблемно-ориентированные методы класса Stopwatch технологии .Net в операционной системе Microsoft Windows. Основным преимуществом класса Stopwatch является более точное измерение временных интервалов при наличии таймера высокой точности HPET. В качестве эксперимента исследуется время обработки массивов классов Array, List и ArrayList. Для данных классов исследуется: время формирования элементов массивов; время работы методов Reverse, которые переставляют элементы массивов в обратном порядке; время работы методов Sort, которые сортируют элементы массивов. Приведен программный код на объектно-ориентированном языке программирования C# для платформы .NET Framework.

Ключевые слова: методы класса, Stopwatch, Array, List, ArrayList, C#, эксперимент, временная эффективность алгоритмов, измерение времени программного кода

MEASURING THE EXECUTION TIME OF PROGRAM CODE IN .NET TECHNOLOGY

Karchevskaya M.P., Tarkhov S.V.

*Ufa State Aviation Technical University, Ufa, e-mail: karchevskaya.m@mail.ru,
ramburger@mail.ru, tarkhov@inbox.ru*

One of the most important resources of a software product is the code execution time. It, along with such indicators as functionality, reliability, usability, maintenance and portability, determines the level of quality of a software product. A method for measuring the execution time of a program code using the High Precision Event Timer (HPET) timer is considered. The Stopwatch class of the FCL framework framework, which works with HPET and provides a convenient set of tools used to measure time, is described. Describes special problem-oriented methods of the Stopwatch class of the .Net technology in Windows. The main advantage of the Stopwatch class is a more accurate measurement of time intervals with a high-precision HPET timer. Its main advantage is more accurate measurement of time intervals. As an experiment, the processing time of arrays of classes Array, List and ArrayList is investigated. For these classes, we investigate: the time of the formation of the elements of the arrays; time of work of the Reverse methods, which rearrange the elements of the arrays in the reverse order; the running time of the Sort methods, which sort the elements of the arrays. The program code in the object-oriented programming language C# for the .NET Framework is given.

Keywords: class methods, Stopwatch, Array, List, ArrayList, time efficiency, measurement of program code time

В современной программной инженерии в процессе проектирования, написания и отладки программных продуктов нередко приходится решать вопросы, связанные с определением и последующей оптимизацией времени выполнения программного кода [1]. Не меньший интерес представляют вопросы, связанные с оценкой времени выполнения того или иного кода, написанного на различных языках программирования и на различных компьютерных платформах [2]. Определение времени выполнения программного кода критично:

– для приложений, обрабатывающих данные в режиме реального времени, напри-

мер приложений, реализующих функции управления техническими устройствами;

– при решении инженерных и научно-технических задач, в которых производятся сложные длительные вычисления, а процессорное время дорого и ограничено, например в задачах проектирования и расчета сложных технических объектов;

– при разработке программ, работающих с аппаратной частью компьютеров, например драйверов для различных устройств;

– для процессов обработки больших данных, требующих значительных временных затрат, например при проведении маркетинговых исследований;

– при генерации страниц в web-приложениях, в которых время критично для пользователя и напрямую связано с производительностью серверов;

– для процессов измерения скорости передачи данных в коммуникационных системах;

– при проведении всевозможных тестирований и др.

В процессе разработки программного обеспечения нередко возникает необходимость отладки фрагментов кода, критичных по времени исполнения, для выявления «узких мест» выполнения программы, потребляющих чрезмерное количество ресурсов [3]. Время выполнения программного кода – это один из важнейших ресурсов, определяющих уровень качества программного продукта, наряду с такими показателями, как функциональные возможности, надежность, практичность, сопровождаемость и мобильность [4]. Оптимизация производительности программного продукта путем сокращения времени выполнения программного кода особенно важна, если он разрабатывается в расчете на длительный жизненный цикл и массовое использование при высоких требованиях к его качеству.

Цель исследования – измерение времени выполнения программного кода с использованием методов класса Stopwatch технологии .Net в ОС Windows для оценки качества программного продукта.

Материалы и методы исследования

Измерение времени выполнения программного кода будем выполнять в ОС Windows (Windows 10 Pro, 64-разрядная), как в одной из самых распространённых в настоящее время операционных систем. В качестве системы программирования используем Microsoft Visual Studio 2013 и язык программирования C#. Описанные ниже возможности измерения времени можно одинаково использовать как в Visual C#.NET, так и Visual Basic .NET, в Visual C++.NET и Visual J# .NET.

Для проведения измерений применим специальные проблемно-ориентированные методы класса Stopwatch на технологической платформе .Net. Класс Stopwatch основан на HPET (High Precision Event Timer – таймер событий высокой точности). Таймер HPET разработан Microsoft с целью устранения проблем с измерением времени выполнения того или иного программного кода. Частота таймера HPET (минимум 10 МГц) не меняется во время работы системы. Каждая версия ОС Windows сама определяет, с помощью каких устройств следует реализовать этот таймер.

Существует несколько способов измерения интервалов времени в ОС Windows. Например, функция `timeGetTime` возвращает системное время в миллисекундах достаточно точно, однако работает медленно из-за многочисленных промежуточных вызовов и преобразований. Функция `GetTickCount` работает быстро, но имеет невысокую точность 15 мс (для Windows XP), так как использует прерывания, генерируемые часами реального времени компьютера.

Более точный метод измерения времени в ОС Windows – использование пары функций `QueryPerformanceCounter` [5] и `QueryPerformanceFrequency` [6]. Функция `QueryPerformanceCounter` возвращает текущее значение в тиках, а функция `QueryPerformanceFrequency` возвращает частоту счетчика производительности. Эти функции работают быстро и имеют высокую точность, так как используют таймер высокой точности High Precision Event Timer (HPET). Временной промежуток между «тиками» этого таймера меньше 1 мс, что позволяет производить достаточно точные измерения [7].

В библиотеке классов FCL каркаса Framework имеется класс Stopwatch [8], который также работает с таймером высокой точности High Precision Event Timer и предоставляет удобный набор средств, используемых для измерения времени. Публичный API класса Stopwatch инкапсулирует следующий набор свойств (табл. 1) и методов (табл. 2).

Таблица 1

Свойства публичного API класса Stopwatch

Название	Описание
<code>Elapsed</code>	Возвращает общее затраченное время, измеренное текущим экземпляром
<code>Elapsed.Milliseconds</code>	Возвращает общее затраченное время в миллисекундах (тип <code>long</code>)
<code>Elapsed.TotalMilliseconds</code>	Возвращает общее затраченное время в миллисекундах (тип <code>double</code>)
<code>ElapsedTicks</code>	Возвращает общее затраченное время в тактах таймера
<code>IsRunning</code>	Возвращает значение, показывающее, запущен ли таймер Stopwatch

Таблица 2

Методы публичного API класса Stopwatch

Название	Описание
Start()	Каждый вызов метода начинает подсчет совокупного затраченного времени для интервала
Stop()	Каждый вызов метода Stop завершает текущий интервал подсчета и фиксирует совокупное затраченное время для интервала
Reset()	Останавливает измерение интервала времени и обнуляет затраченное время
StartNew()	Инициализирует новый экземпляр Stopwatch, задает свойство затраченного времени равным нулю и запускает измерение затраченного времени
Restart()	Останавливает измерение интервала времени, обнуляет затраченное время и начинает измерение затраченного времени

Прежде чем начать измерение затраченного времени с помощью методов класса Stopwatch, необходимо создать экземпляр класса Stopwatch и экземпляр класса TimeSpan (представляет интервал времени) [9]. Затраченное время при помощи свойства Elapsed класса Stopwatch помещается в экземпляр класса TimeSpan. Свойства TotalSeconds и TotalMilliseconds экземпляра TimeSpan, возвратит время в секундах или миллисекундах. Чтобы очистить совокупное затраченное время в существующем экземпляре Stopwatch, необходимо использовать метод Reset.

**Результаты исследования
и их обсуждение**

Использование методов класса Stopwatch рассмотрим на примере исследования времени работы программного кода при обработке массивов классов Array, ArrayList и List [10, 11], содержащих *n* строковых данных. Для данных классов вычисляется время:

- формирования элементов массивов;
- работы методов Reverse, переставляют элементы массивов в обратном порядке;
- время работы методов Sort, которые сортируют элементы массивов.

Программный код исследования, написанный на C# в Visul Studio 2013 [12]:

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using System.Diagnostics;
using System.Collections;
namespace Снятие_времени
{ public partial class Form3 : Form
    { public Form3()
        {InitializeComponent();}
        private void Form3_Load(object sender, EventArgs e)
        { }
        private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
        {Stopwatch d = new Stopwatch();// Создание экземпляра класса Stopwatch
            TimeSpan time = new TimeSpan();//Создание экземпляра класса TimeSpan
            Random f = new Random();
            Random r = new Random();
            System.Text.StringBuilder s;
            int n; n = Int32.Parse(textBox10.Text);
            //Формирование массива Array строковых данных
            d.Reset(); //Обнуление времени
            d.Start(); // Запуск измерения времени
            string[] A = new string[n]; //массив класса Array, состоящий из n строковых данных
            for (int i = 0; i < n; i++) //в цикле формируются n строк
```

```
{
int k; k = r.Next(3, 10); // длина формируемой строки задается случайным числом
s = new System.Text.StringBuilder(5);
for (int j = 1; j <= 5; j++) s = s.Append(Convert.ToChar(f.Next(65, 90)));
A[i] = Convert.ToString(s);
}
d.Stop();
time = d.Elapsed;
textBox1.Text = time.TotalSeconds.ToString("0.000000");
//Формирование элементов списка ArrayList строковых данных
d.Reset(); d.Start();
ArrayList A_L = new ArrayList(n); //список ArrayList
for (int i = 0; i < n; i++)
{
s = new System.Text.StringBuilder(5);
for (int j = 1; j <= 5; j++) s = s.Append(Convert.ToChar(f.Next(65, 90)));
A_L.Add(Convert.ToString(s));
}
d.Stop(); time = d.Elapsed;
textBox2.Text = time.TotalSeconds.ToString("0.000000");
//Формирование элементов списка List строковых данных
List<string> L = new List<string>(n); //Список List
for (int i = 0; i < n; i++)
{
s = new System.Text.StringBuilder(5);
for (int j = 1; j <= 5; j++) s = s.Append(Convert.ToChar(f.Next(65, 90)));
L.Add(Convert.ToString(s));
}
d.Stop(); time = d.Elapsed;
textBox3.Text = time.TotalSeconds.ToString("0.000000");
//Перестановка элементов массива в обратном порядке (метод Reverse)
d.Reset(); d.Start();
Array.Reverse(A);
d.Stop(); time = d.Elapsed;
textBox4.Text = time.TotalSeconds.ToString("0.000000");
//Перестановка элементов списка ArrayList в обратном порядке (метод Reverse)
d.Reset(); d.Start();
A_L.Reverse();
d.Stop(); time = d.Elapsed;
textBox5.Text = time.TotalSeconds.ToString("0.000000");
//Перестановка элементов списка List в обратном порядке (метод Reverse)
d.Reset(); d.Start();
L.Reverse();
d.Stop(); time = d.Elapsed;
textBox6.Text = time.TotalSeconds.ToString("0.000000");
//Сортировка Sort n элементов массива строковых данных
d.Reset(); d.Start();
Array.Sort(A);
d.Stop(); time = d.Elapsed;
textBox7.Text = time.TotalSeconds.ToString("0.000000");
//Сортировка Sort элементов списка ArrayList
d.Reset(); d.Start();
A_L.Sort();
d.Stop(); time = d.Elapsed;
textBox8.Text = time.TotalSeconds.ToString("0.000000");
//Сортировка Sort элементов списка List строковых данных
d.Reset(); d.Start();
L.Sort();
d.Stop(); time = d.Elapsed;
textBox9.Text = time.TotalSeconds.ToString("0.000000");
}}}
```

	Array	List	ArrayList
Количество элементов	10000000		
Время формирования элементов (сек)	14,639532	13,198883	12,861948
Время работы метода Reverse (сек)	0,162028	0,169547	0,114975
Время работы метода Sort (сек)	149,228001	148,06894	128,47388

Рис. 1. Результат исследования времени работы программного кода при обработке массивов классов Array, List и ArrayList

Сведения о системе	
Текущее время и дата:	8 февраля 2021 г., 17:47:17
Имя компьютера:	DESKTOP-RH7LND5
Операционная система:	Windows 10 Pro 64-разрядная (10.0, построение 19041)
Язык:	русский (формат: русский)
Изготовитель компьютера:	HP
Модель компьютера:	HP Notebook
BIOS:	InsydeH2O Version CCB.03.75.20F.23
Процессор:	AMD E2-7110 APU with AMD Radeon R2 Graphics (4 CPUs), ~1.8GHz
Память:	4096MB RAM
Файл подкачки:	4118 МБ использовано, 1410 МБ свободно
Версия DirectX:	DirectX 12

Рис. 2. Характеристика компьютера и ОС, на котором проводилось исследование

Поскольку ОС Windows – многозадачная операционная система, то получить «чистое» время выполнения программного кода невозможно, оно всегда будет относительным. Делать выводы о времени выполнения какого-либо алгоритма после одного программного тестирования нельзя, поэтому алгоритм был протестирован 20 раз и затем вычислено среднее значение времени. Результат эксперимента приведен на рис. 1.

Характеристики компьютера, на котором проводился эксперимент по исследованию времени работы программного кода при обработке массивов классов Array, List и ArrayList, приведены на рис. 2.

Заключение

Операционная система Windows позволяет измерять интервалы времени с использованием различных таймеров (функций). Функция timeGetTime дает достаточно точный результат, но работа-

ет медленно из-за многочисленных промежуточных вызовов и преобразований. Функция GetTickCount работает быстро, но имеет невысокую точность. Наиболее предпочтительным для практического применения при измерении времени выполнения программного кода является таймер высокой точности High Precision Event Timer (HPET), сочетающий преимущества функций timeGetTime и GetTickCount. Таймер высокой точности HPET является одновременно точным и быстрым. Он использует функции QueryPerformanceCounter и QueryPerformanceFrequency.

Проведенный с использованием таймера высокой точности HPET эксперимент на компьютере с операционной системой Windows 10 Pro (64-разрядная ОС, процессор: AMD E2-7110 APU with AMD Radeon R2 Graphics (4 CPUs), 1.8GHz) позволил провести измерение времени, затраченного на обработку строковых данных с помо-

цью методов класса Stopwatch. При этом выполнялись операции с массивами класса ArrayList, Array и List. Результаты измерений показали, что операции с массивами класса ArrayList выполняются быстрее, чем операции с массивами классов Array и List. Использование классов Stopwatch, Array, List и ArrayList в других языках программирования, входящими в Visual Studio, будет отличаться лишь особенностями конкретного языка [13].

Класс Stopwatch библиотеки классов FCL каркаса Framework, который работает с HPET и предоставляет удобный набор средств, используемых для измерения времени. Основным его преимуществом является более точное измерение временных интервалов. Однако следует отметить, что при отсутствии таймера высокой точности HPET его преимущества теряются.

Список литературы

1. Лохматов С.Ю., Светлов С.В., Калач Г.П. Методы измерения времени работы программы // Современные научные исследования и инновации. 2017. № 5 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2017/05/83188> (дата обращения: 11.03.2021).
2. Хашковский В.В., Лутай В.Н., Юрченко В.В. Сравнительная оценка времени выполнения программ на различных платформах / Известия ЮФУ. Техн. науки. 2009. С. 176–180.
3. Ефремов М.А., Кирьянчиков В.А. Разработка методики и программного средства для измерения времени выполнения фрагментов программного кода // Современное образование: содержание, технологии, качество. СПб, «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова. 2019. Т. 1. С. 403–405.
4. ГОСТ ИСО/МЭК 9126-2001 «Информационные технологии. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению». Минск: Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2006. 13 с.
5. Библиотека документации для разработчиков под ОС MS Windows. [Электронный ресурс]. URL: [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/windows/desktop/ms644904\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/windows/desktop/ms644904(v=vs.85).aspx) (дата обращения: 11.03.2021).
6. Библиотека документации для разработчиков под ОС MS Windows. [Электронный ресурс]. URL: [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/windows/desktop/ms644905\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/windows/desktop/ms644905(v=vs.85).aspx) (дата обращения: 11.03.2021).
7. Карчевская М.П., Рамбургер О.Л. Измерение времени выполнения программного кода в ОС Windows с использованием ИСР Lazarus // Задачи обработки больших данных в авиации: материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Свободный полет – 2015». Жуковский. Уфа, 2016. С. 127–133.
8. Библиотека документации для разработчиков под ОС MS Windows. [Электронный ресурс]. URL: [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/system.diagnostics.stopwatch\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/system.diagnostics.stopwatch(v=vs.110).aspx) (дата обращения: 11.03.2021).
9. Библиотека документации для разработчиков под ОС MS Windows. [Электронный ресурс]. URL: [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/system.timespan\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/system.timespan(v=vs.110).aspx) (дата обращения: 11.03.2021).
10. Библиотека документации для разработчиков под ОС MS Windows. [Электронный ресурс]. URL: [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/system.array\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/system.array(v=vs.110).aspx) (дата обращения: 11.03.2021).
11. Библиотека документации для разработчиков под ОС MS Windows. [Электронный ресурс]. URL: [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/system.collections.arraylist\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/system.collections.arraylist(v=vs.110).aspx) (дата обращения: 11.03.2021).
12. Карчевская М.П., Кузьмина Е.А., Рамбургер О.Л., Смирнова Е.А. Технология программирования на C#: учебное пособие. Уфа: РИК УГАТУ, 2016. 278 с.
13. Карчевская М.П., Рамбургер О.Л. Технология программирования на VB.NET: учебное пособие. Уфа: УГАТУ, 2014. 225 с.

УДК 004.021:65.011.5:658.51

ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕПЛАНИРОВАНИЯ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНЫМ 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, связанные с особенностями управления мелкосерийным и единичным машиностроительным производством. В практике автоматизированного планирования и управления производством принято использование оптимизационных алгоритмов, проведение перепланирования графика загрузки производственных мощностей с целью его оптимизации по выбранным критериям. В статье авторы анализируют особенности мелкосерийного и единичного производства, оказывающие существенное влияние на формирование производственного плана. Показано, что задача автоматизации планирования в данном случае представляет собой синтез многоконтурной системы подчиненного регулирования. Ядром системы является график загрузки производственных мощностей. Его перепланирование приводит к необходимости перепланирования подчиненных контуров системы с повторным синтезированием и синхронизацией совокупности межконтурных связей. В результате процесс перепланирования не только занимает значительный период времени, но, что самое главное, вносит дезорганизацию в работу всех подразделений предприятия. Авторы показывают и доказывают необходимость исключения процедуры перепланирования из процесса управления многономенклатурным машиностроительным производством. В качестве эффективной альтернативы в статье предложен подход к управлению производством, основанный на использовании конструктивных алгоритмов планирования, учитывающих особенности мелкосерийного производства, например «Опадающие листья», и процедуры актуализации плана посредством оперативной корректировки, заключающейся во встраивании невыполненных операций в периоды простоев оборудования.

Ключевые слова: машиностроение, планирование производства, мелкосерийное и единичное производство, перепланирование

PROBLEMS OF RESCHEDULING IN THE AUTOMATION OF MANAGEMENT OF MULTI-NOMINAL 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 issues related to the peculiarities of managing small-scale and one-off engineering production. In the practice of automated planning and production management, developers use optimization algorithms and rescheduling the production capacity load schedule in order to optimize it according to the selected criteria. In the article, the authors analyze the features of small-scale and one-off production, which have a significant impact on the formation of the production plan. The authors show that the task of planning automation in this case is a synthesis of a multi-loop system of subordinate regulation. The core of the system is the capacity utilization schedule. Rescheduling the schedule leads to the need to reschedule the subordinate loops of the system with re-synthesizing and synchronization of the set of inter-loop links. As a result, the process of rescheduling takes a significant period of time, introduces disorganization in the work of all divisions of the enterprise. The authors show and prove the need to exclude the rescheduling procedure from the process of managing diversified machine-building production. As an effective alternative in the article, the authors propose an approach to production management based on the use of constructive planning algorithms that take into account the peculiarities of small-scale production, for example, «Falling Leaves», and the procedure for updating of the plan through operational adjustments, which consists in embedding outstanding operations during periods of equipment downtime.

Keywords: engineering, production planning, small-scale and one-off production, rescheduling

Одной из проблем многономенклатурного машиностроительного производства является повышение загрузки производственных мощностей. Большое разнообразие номенклатуры изготавливаемой продукции обычно свойственно предприятиям с мелкосерийным и единичным характером производства. Особенностью этих типов производства является использование универсального оборудования, большой коэффициент закрепления операций ($K_{30} > 40$), необходимость высокой квалификации рабочих, существенные непроизводительные простои оборудования. Все эти фак-

торы снижают эффективность работы предприятия.

Решение вопроса повышения эффективности производства связывают с разработкой и использованием различных методов устранения непроизводительных потерь рабочего времени и, соответственно, повышением загрузки оборудования. Одним из таких методов является составление и постоянное поддержание графика распределения работ в оптимальном состоянии. С этой целью используют алгоритмы формирования оптимального расписания загрузки производственных мощностей,

алгоритмы перепланирования составленного расписания при изменении условий (например, появлении нового заказа, выходе из строя оборудования и т.д.).

В статье рассматриваются проблемы, возникающие при применении процедур перепланирования в условиях мелкосерийного и единичного машиностроительного производства, а также предлагается подход к планированию, исключающий процедуры перепланирования.

Методы и алгоритмы автоматизации производственного планирования

Задачи формирования плана загрузки производственных мощностей относят к задачам теории расписания (MS – *Machine Scheduling*). Подавляющее количество задач, исследуемых в теории расписаний, являются NP-сложными. Несмотря на трудности, связанные с большим количеством перестановок, предлагается несколько методов и алгоритмов для решения этих задач с рядом значительных упрощений [1, 2].

Методы решений условно можно разделить на две группы: конструктивные и улучшающие. Конструктивные методы последовательно формируют частичные расписания, на каждом шаге добавляя планируемую операцию в соответствии с определенными правилами. На выходе метода всегда получается допустимое расписание [1].

Улучшающие методы используют в качестве начального решения некоторое допустимое расписание. Задачей методов является улучшение или оптимизация расписания в соответствии с установленными критериями [2].

Задачи формирования расписаний находят широкое практическое применение. В связи с их актуальностью, несмотря на сложность, существует довольно большое количество алгоритмов, реализующих различные оптимизационные методы, как в нашей стране, так и за рубежом. Анализ работ показал, что многие исследователи отмечают сложность задач планирования многономенклатурного мелкосерийного машиностроительного производства. В статьях приводятся попытки учета таких характеристик производства, как неопределенность времени обработки [3, 4], максимальная рабочая нагрузка станка (MMW) и общая рабочая нагрузка станков (TWM) [5], характеристики отдельных машин, оценки их мощности, эффективности производства и стоимости параллельных машин [6].

Большинство методов планирования создавалось для массового и крупносерий-

ного производства, и их применение дало возможность существенно повысить эффективность производства. В связи с этим такие же методы и подходы планирования производства стали применяться в условиях многономенклатурного мелкосерийного и единичного производства [7, 8]. Однако слепое копирование методов не дает желаемых результатов. Причиной является наличие особенностей многономенклатурного производства, не учитываемых в методах планирования для массового и крупносерийного производства.

Особенности производственного планирования в многономенклатурном машиностроительном производстве

Особенности мелкосерийного и единичного производства накладывают определенные требования и ограничения при формировании графика загрузки рабочих мест. На рис. 1 представлен фрагмент схемы составления расписания. На рисунке используются следующие обозначения: ТП – технологический процесс, представленный последовательностью деталей-операций в виде графа цепи, вершины которого обозначены <номер ТП>. <номер операции>, R – рабочие места. На предприятии имеется m универсальных рабочих мест, каждое из которых может использоваться для выполнения определенного типа детали-операций. Например, на универсальном токарном станке могут изготавливаться различные осесимметричные детали: валы, оси, втулки, болты и т.д. Для каждой такой детали токарная операция имеет свою длительность, а также подготовительно-заключительное время для настройки станка, изучения чертежа, выбора инструмента.

С учетом типа производства график загрузки рабочего места составляется так, что за рабочую смену на одном рабочем месте выполняется несколько деталей-операций, относящихся к разным деталям, изделиям и заказам. Однако при этом необходимо учитывать последовательность выполнения операций технологического процесса, а также порядок изготовления детали-сборочных единиц, соответствующий структуре изделия.

Например, на рис. 1 показана последовательность выполнения операций технологического процесса ТП1. Первая операция 1.1 выполняется на рабочем месте R_1 . Вторая операция 1.2 выполняется на рабочем месте R_m , но она может начаться только после окончания первой операции, несмотря на то, что рабочее место R_m свободно. Свободное время рабочего места R_m может быть использовано для изготовления дру-

гой детали по технологическому процессу ТП2. Но период времени выполнения операции 2.1 меньше периода времени простоя оборудования, что приводит к появлению периодов простоя оборудования.

Таким образом, план-график загрузки производственных мощностей формируется в соответствии со следующими условиями: последовательность изготовления детали-сборочных единиц должна соответствовать структуре изделия; последовательность выполнения технологических операций изготовления детали-сборочной единицы должна соответствовать технологическому процессу; не допускается размещение более одной технологической операции на одном рабочем месте; размещение технологических операций допускается только на соответствующих рабочих местах.

Рассмотренные особенности мелкосерийного и единичного производства дополняются нерегулярностью поступления заказов, неопределенностью частоты их следования, и вносят в материальный поток изготавливаемых изделий элементы стохастичности. Общий материальный поток изготавливаемых изделий и выполняемых заказов представляет собой совокупность пересекающихся потоков одновременного изготовления различных детали-сборочных единиц. Поэтому задача автоматизации планирования заключается в управлении совокупностью материальных потоков с регулированием их взаимодействия, иными словами, представляет синтез многоконтурной системы подчиненного регулирования. В качестве контуров регулирования здесь могут выступать: контур управлением изготовления отдельной детали-сборочной еди-

ницы, контур управлением работы отдельного рабочего места, контур управления группой детали-сборочных единиц, входящих в изделие, контур управления группой рабочих мест предприятия.

Перепланирование в мелкосерийном и единичном производстве

Эффективность производственного планирования в многономенклатурном производстве во многом определяется степенью «слаженности» работ не только основных цехов и участков, но и служб обеспечения. В этом случае синхронизация планов всего комплекса подразделений является важным фактором. В работе [9] предложена схема централизованной подготовки производственного плана, основу которой составляет ядро планирования. Соответственно, изменение производственного плана влечет за собой изменение планов всех остальных подразделений.

Например, в соответствии с составленным планом производства, отдел материально-технического обеспечения заказал необходимые материалы и комплектующие, с определенными сроками поставки. Изменение плана производства может привести к тому, что заказанные материалы окажутся невостребованными, но срочно потребуются другие, которые еще либо не были заказаны, либо не поступили. Это приведет к необходимости дополнительных материальных затрат на ускоренную поставку необходимых материалов, к напряженности и дезорганизации в работе отдела снабжения, к повышению вероятности появления ошибок. Аналогичная ситуация будет наблюдаться во всех остальных подразделениях.

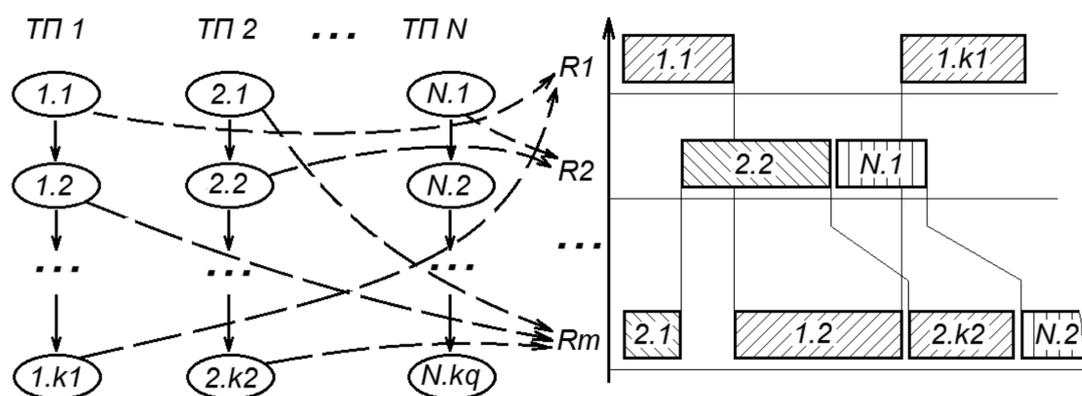


Рис. 1. Схема формирования плана-графика загрузки рабочих мест в мелкосерийном и единичном производстве

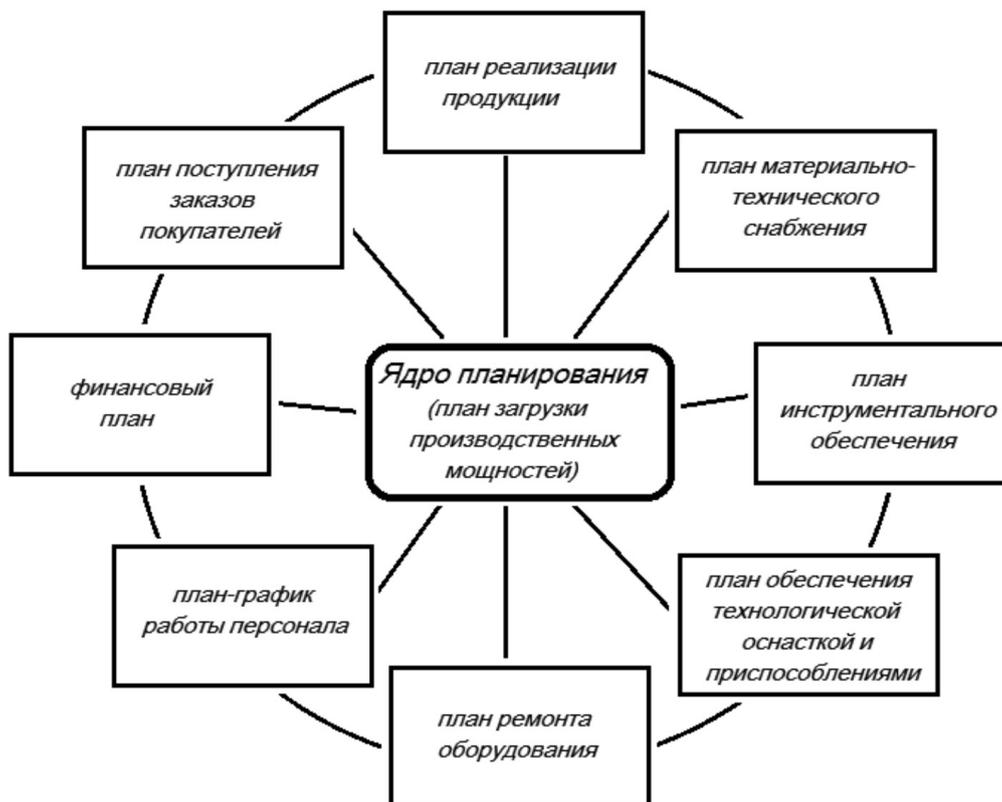


Рис. 2. Схема взаимодействия планов подразделений машиностроительного предприятия

Кроме того, перепланирование негативно сказывается на работе самого производственного подразделения. Изменение плана вызывает нарушение установленного порядка работ, дезорганизацию в подготовке к выполнению операций технологического процесса.

Описанные негативные явления усиливаются в мелкосерийном и единичном производстве за счет большого количества заказов, различных сроков их выполнения, нерегулярностью и неопределенностью их появления.

Таким образом, перепланирование в производстве приводит к появлению следующих проблем в управлении предприятием:

- дезорганизация работы основного производства;
- дезорганизация работы обеспечивающих подразделений;
- повышение риска появления ошибок, нестыковок и невязок во взаимодействии подразделений предприятия;
- повышение риска невыполнения производственных заказов.

Исходя из этого, при разработке алгоритмов автоматизированного управления производством целесообразно исключить

процедуру перепланирования, особенно в мелкосерийном и единичном производстве. Учитывая необходимость регулирования плана производства в связи с влиянием внешней среды и возникающими в связи с этим отклонениями, авторы предлагают подход к актуализации плана производства без процедуры перепланирования.

Подход к управлению мелкосерийного и единичного машиностроительного производства

На основе анализа особенностей мелкосерийного и единичного производства, существующих алгоритмов и подходов к планированию авторы статьи предлагают собственный подход к управлению.

В основе планирования лежит организация на предприятии единого информационного пространства, содержащего необходимый и достаточный объем информации о обеспечении о структуре заказа, структуре изделия, технологических процессах изготовления детали-сборочных единиц, структуре парка оборудования, а также текущего состояния загрузки производственных мощностей.

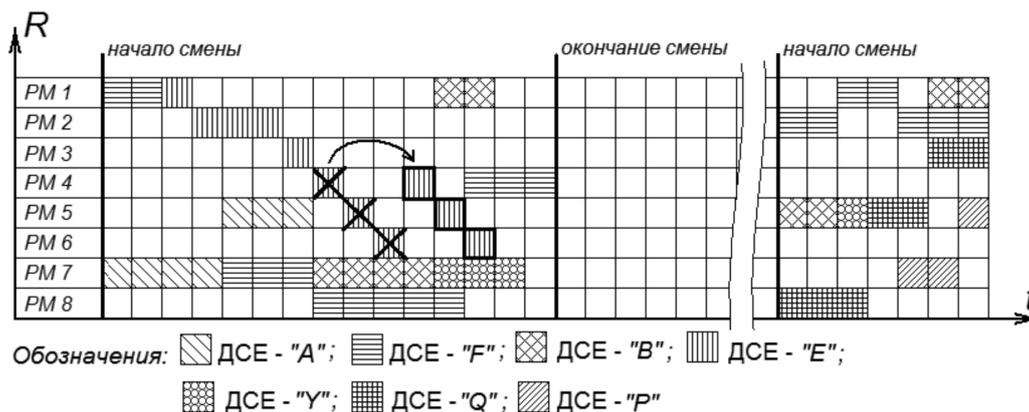


Рис. 3. Корректировка производственного плана в пределах рабочей смены

В едином информационном пространстве формируется двумерное ядро управления, базисом которого являются координаты времени и рабочих мест, отражающее преобразование материальных потоков деталей-сборочных единиц посредством технологических операций. В соответствии с текущим состоянием ядра управления для каждой службы формируется график выполнения работ, учитывающий её функциональные задачи и особенности. Для формирования графика (или расписания работ) используются конструктивные методы и алгоритмы, учитывающие особенности мелкосерийного производства. Примером такого алгоритма может служить алгоритм «Опадающие листья», разработанный В.Е. Лелюхиным и О.В. Колесниковой [10]. Сформированные таким образом планы работ всех служб предприятия являются сбалансированными и составленными в соответствии с графиком работы основного производства.

В случае возникновения отклонений от разработанного плана-графика производства выполняется его актуализация посредством оперативной корректировки, заключающейся во встраивании невыполненных операций в периоды простоев оборудования (рис. 3).

Ситуация, когда при изготовлении детали «Е» на рабочем месте *PM4* операция не выполнена, представлена на рис. 3. Вследствие этого не были выполнены последующие операции технологического процесса изготовления этой детали, а именно операции на рабочих местах *PM5* и *PM6* (на рис. 3 эти операции перечеркнуты). Оперативное выявление возникшего отклонения дает возможность разместить в графике эти операции позже. Наличие незанятых периодов времени в графике рабо-

ты оборудования в данном примере позволило добавить невыполненные операции в пределах рабочей смены (на рис. 3 выделены толстой линией) [11].

Использование предлагаемого подхода позволяет избежать операций перепланирования и связанных с ними негативных факторов.

Заключение

В процессе управления в мелкосерийном и единичном производстве серьезной проблемой является перепланирование, выполняемое как с целью ликвидации отклонений в случае невыполнения отдельных операций, так и в случае оптимизации графика в соответствии с новыми критериями. Это приводит к кардинальным изменениям всей структуры плана производства, что практически дезорганизует работу всех подразделений предприятия, включая само производство.

В статье рассмотрен подход, обеспечивающий решение задач оперативного управления для достаточно специфических производственных условий многономенклатурного производства.

Предложенный авторами подход может быть использован при разработке автоматизированной системы управления машиностроительным производством, учитывает особенности работы предприятий с мелкосерийным и единичным характером.

Список литературы

1. Demeulemeester Erik L., Herroelen Willy S. Project Scheduling: a Research Handbook. New York; Boston; Dordrecht; London; Moscow: Kluwer Acad. Publ., 2002. 685 p.
2. Лазарев А.А., Гафаров Е.Р. Теория расписаний. Задачи и алгоритмы. М.: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (МГУ), 2011. 222 с.
3. Liangliang Jin, Chaoyong Zhang, Xiaoyu Wen And George Gershom Christopher A neutrosophic number based me-

metic algorithm for the integrated process planning and scheduling problem with uncertain processing times. IEEE Access 2020. Vol.8. P. 96628–96648. [Electronic resource]. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9097863> (date of access: 18.03.2021).

4. Xiaoyu Wen, Xinyu Li, Liang Gao, Kanghong Wang and Hao Li Modified honey bees mating optimization algorithm for multiobjective uncertain integrated process planning and scheduling problem. International Journal of Advanced Robotic Systems. 2020. DOI: 10.1177/1729881420925236.

5. Liangliang Jin, Chaoyong Zhang, Xinyu Shao, Xudong Yang, Guangdong Tian A multi-objective memetic algorithm for integrated process planning and scheduling. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2016. Vol. 85. P. 1513–1528.

6. Lin Kong, Liming Wang, Fangyi Li, Geng Wang, Yan Fu, Jing Liu A New Sustainable Scheduling Method for Hybrid Flow-shop Subject to the Characteristics of Parallel Machines. IEEE Access. 2020. Vol.8. P. 79998–80009 [Electronic resource]. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9044336> (date of access: 18.03.2021).

7. Зак Ю.А. Построение расписаний работы сборочных конвейеров в мелко- и среднесерийном производстве // Проблемы управления. 2019. № 2. С. 54–59.

8. Сидоренко А.М., Хоботов Е.Н. Агрегирование при планировании работ на машиностроительных предприятиях // Известия РАН. Теория и системы управления. 2013. № 5. С. 132–144.

9. Лелюхин В.Е., Колесникова О.В. Цифровое информационное пространство управления производством морской техники // Морские интеллектуальные технологии. 2019. № 2 (44) Т. 2. С. 45–49.

10. Lelyukhin V., Kolesnikova O. Approach to Determining Order of Production of Parts and Assembly Units of Engineering Products in Production Process Planning. Procedia Engineering. 2017. Vol. 206. P. 1515–1521.

11. Лелюхин В.Е., Колесникова О.В., Кузьминова Т.А. Оперативная корректировка планов мелкосерийного и единичного производства с использованием механизма диспетчирования // Автоматизация в промышленности. 2016. № 12. С. 32–35.

УДК 681.5

ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО МОНТАЖА

Морозов Е.А.

*АНО ДПО «Научно-образовательный центр воздушно-космической обороны
им. академика В.П. Ефремова», Калининград, e-mail: maya29@list.ru*

Для автоматизации печатного монтажа для микросборок РЭА-IV для высокоточного производства радиоэлектронных деталей (электронных плат) параметризацию геометрии соединительного слоя монтажного изделия предлагается производить на этапе технологической подготовки к аддитивному производству, а именно на этапе подготовки слоев монтажа, это даст возможность создать универсальный инструмент, позволяющий взаимодействовать с любой геометрией, вне зависимости от того, в какой программной среде производилась конструкторская разработка. Это обуславливается тем, что процесс подготовки происходит с использованием программ-слайсеров, на основе полученной геометрии в формате файла STL формирующих G-код, который можно использовать для нанесения элементов «печатного монтажа» на поверхность электронной платы. Таким образом, предлагается универсальное решение, так как предоставляется возможность переформатировать исходный формат файла с электронной моделью изделия в формат файла STL, который имеют почти все современные инструменты САПР. Таким образом, автором предлагается переход от исходной модели монтажа изделия к управлению 3D-принтером как основы реализации «печатного монтажа» для микросборок РЭА-IV для высокоточного производства радиоэлектронных деталей (электронных плат) и к набору слоев монтажа, реализующей стратегию с постоянным шагом построения. При этом набор слоев для микросборок РЭА-IV формируется путем рассечения триангуляционной 3D-модели монтажного слоя изделия набором параллельных плоскостей.

Ключевые слова: технологические инновации, радиоэлектронный монтаж, «мягкий монтаж», технология автоматической параметризации и сглаживания монтажного слоя

INTEGRATION OF TECHNOLOGICAL INNOVATIONS INTO THE PRODUCTION PROCESSES OF RADIO ELECTRONIC INSTALLATION

Morozov E.A.

Autonomous non-profit organization of additional professional education «Scientific and educational center of aerospace defense them. Academician V.P. Efremova», Kaliningrad, e-mail: maya29@list.ru

Annotation. To automate PCB for microcircuits REA-IV for the manufacture of electronic precision parts (electronic boards) parameterization of the geometry of the connecting layer installation products are proposed at the stage of technological preparation for additive manufacturing, namely at the stage of preparation of the layers the installation, it will give the opportunity to create a universal tool that allows you to interact with any geometry, regardless of what software environment produced design development. This is due to the fact that the preparation process takes place using slicer programs, which, based on the resulting geometry in the STL file format, form a G-code that can be used to apply the elements of the «printed circuit board» to the surface of the electronic board. Thus, a universal solution is proposed, since it is possible to reformat the original file format with the electronic model of the product into the STL file format, which is available in almost all modern CAD tools. Thus, the author proposes a transition from the initial model of product assembly to the control of a 3D printer as the basis for the implementation of «printed mounting» for REA-IV microassemblies for high-precision production of radio-electronic parts (electronic boards) and to a set of mounting layers that implements a strategy with a constant construction step. At the same time, the set of layers for the REA-IV microassemblies is formed by dissecting the triangulation 3D model of the mounting layer of the product with a set of parallel planes.

Keywords: technological innovations, radio-electronic installation, «soft installation», technology of automatic parameterization and smoothing of the mounting layer

Инновационные процессы в электронной промышленности способствуют формированию механизмов устойчивого развития процессов импортозамещения промышленных предприятий, а также имеют фундаментальное значение и оказывают сильное влияние на всю национальную экономику.

Российский рынок радиоэлектроники стабильно растет. К 2030 г. его объем вырастет в 2,5 раза и превысит 8 трлн рублей. Рост производства увеличивается, и его

рост в России в первом полугодии 2020 г. составил 20% по сравнению с первым полугодием 2019 г., то есть рост на одну пятую. В 2019 г. доля российских компаний на рынке радиоэлектроники составляла где-то 22% (рис. 1). Некоторые технологии и продукты в России вообще не производятся в связи с высокой стоимостью производственного оборудования и отсутствием отечественных систем высокоточного монтажа для высокотехнологичного радиоэлектронного оборудования.



Рис. 1. Динамика российского рынка радиоэлектроники, трлн руб. [1]

Для отечественной радиоэлектронной сборки устройств мобильной связи, спутниковой навигации и промышленных вычислительных комплексов государственной финансовой и технической поддержки будет недостаточно для роста и стремительного развития, если в процессе монтажа будут применяться зарубежные механизмы или использоваться разработки зарубежных исследователей. Указанная поддержка не должна касаться только самого процесса сборки, следует обеспечить создание самой разработки, производства и внедрения продуктов радиоэлектроники, которые не будут уступать по конкуренции с зарубежными устройствами за счет инновационных оригинальных технических и технологических решений.

Однако на сегодняшний день данная отрасль является лишь эхом копирования зарубежных технологий, что в будущем может привести к разочарованию потребителя отечественной радиоэлектроники, потере интереса научных сотрудников и разработчиков этой отрасли, будет требовать обоснования целесообразности выпуска отечественных радиоэлектронных механизмов, имеющих высокую себестоимость из-за использования зарубежных технологий и механизмов сборки.

Чтобы не упустить шанс развития отечественной радиоэлектронной сферы, необходимо обеспечивать создание отечественного производства радиоэлектронных устройств, чему будут предшествовать поддержка инновационных разработок и предложения высоко конкурентного продукта планарного внутреннего монтажа [2]. К наиболее значимым по первоочередности задачам стоит отнести разработку и выпуск навигационной аппаратуры ГЛОНАСС/GPS, мобильных телефонов, автомобильной электроники, радиоэлектронных узлов для цифрового телевидения и вычислительных комплексов широкого применения.

По мнению экспертов, востребованы технологические разработки российской военной радиоэлектроники и гражданские ресурсы, конкурентные на мировом рынке [3]. Одна из основных актуальных тенденций мировой электронной индустрии – создание универсальных платформенных решений монтажа высокотехнологичных радиоэлектронных устройств, которые могут быть применены в различных секторах и сферах экономики. В связи с этим существует комплекс стимулирующих мер поддержки отечественных электронных решений, на основе которых будут развиваться процессы цифровизации в высокотехнологичных отраслях и актуализация полной автоматизации производственных процессов радиоэлектронного монтажа.

Многие процессы сбора каких-то аппаратов, деталей, механизмов сейчас частично или полностью выполняются с помощью приборов и специального оборудования. Однако данный процесс требует отслеживания, особенно в военной, авиационной, медицинской и других отраслях. Так, в сфере автоматизации и систем автоматического управления производством (САПП) наблюдается постоянное обновление программных решений, но сами процессы сборки и налаживания монтажных процессов остаются вне поля зрения отечественных ученых [4].

Роботизация и автоматизация процессов радиоэлектронного монтажа реализуется на основе использования специального программного обеспечения. Так, например, программное обеспечение MYTrace позволяет легко устанавливать и использовать полную прослеживаемость сборки «без рук». Данная программа работает автоматически, сканируя процессы сборки и сохраняя полученные данные, что позволяет обратиться к их просмотру в любое время. Разработчик, компания Mydata automation – одна из немногих компаний, если не един-

ственная, обладающая решением для сбора информации не только о плате, но и информации о каждом поставленном компоненте. В каждом установщике компании Mydata automation имеется электроверификатор для замера электрических параметров компонента «на лету» при перемещении компонента из питателя на плату без потери скорости сборки. Данное устройство, благодаря электроверификатору, следит не только за процессом сборки, но и контролирует монтаж требуемых компонентов, следит за правильностью технического процесса и исключает ошибки отклонений от нормы в процессе монтажа. Конечно, ошибки все-таки могут возникнуть. Но, проследив весь процесс, можно выявить эти ошибки и выполнить предупредительный ремонт (замену) неисправной платы, исключая, таким образом, возникновение критичной ситуации. Эту информацию и полный протокол сборочного процесса (монтажа) заказчик получает вместе со своим заказом [5].

В настоящее время в радиоэлектронике наибольшее распространение имеет «печатный монтаж». Этот вид монтажа позволил существенно снизить габариты аппаратуры и повысить ее надежность. При печатном монтаже соединение между деталями осуществляется с помощью плоских проводников, нанесенных («напечатанных») на плату.

В российской практике используются две технологии печатного монтажа [6]:

1. РЕА-III-аппаратура, выполненная на основе корпусированных ИС первой и второй ступеней интеграции многослойного печатного монтажа. Основой конструкции по-прежнему остается печатная плата, но существенно более сложная. Число слоев платы увеличено до 4–5, их дальнейшее наращивание не всегда оправдано из-за повышенного брака в производстве и снижения надежности в эксплуатации.

2. РЕА-IV – характеризуется существенным улучшением надежности и массогабаритных характеристик за счет использования ИС третьей и четвертой степеней интеграции, увеличением их номенклатуры, введением микросборок.

Однако технология использования «печатного монтажа» для микросборок не используется в практике радиоэлектронных предприятий. Таким образом, целью данного исследования является разработка методики «печатного монтажа» для микросборок РЕА-IV для высокоточного производства радиоэлектронных деталей (электронных плат).

Наиболее сложными задачами параметризации «печатного монтажа» для микросборок РЕА-IV для высокоточного

производства радиоэлектронных деталей (электронных плат) являются задачи синтеза конструкций, топологической и мультидисциплинарной оптимизации. Решение вышеуказанных задач на стадии проектирования позволяет установить проектно-конструкторские параметры монтажа изделия, конструктивно-компоновочную и конструктивно-силовую схемы, изделия минимальной массы при условии обеспечения заданных требований прочности [7].

В современных публикациях обосновано использование таких методов топологической оптимизации [8–10], как (ТО): SIMP – **Solid Isotropic Material with Penalization** (метод твердого изотропного материала с пенализацией), BESO (ESO) – **Bi-directional Evolutionary Structural Optimization** (метод двунаправленной эволюционной структурной оптимизации), Level-Set (метод установления уровня) и некоторые другие методы. Данные методы имеют особенности, но в то же время тесно связаны между собой [7].

В рамках исследования предлагается использовать технологию оптимизации параметров слоя «печатного монтажа», которые формируются на основе модели с хаотичной сетчатой поверхностью, которая не пригодна к печати. Поэтому для изделий сложной формы при нанесении множества слоев на микросхему подходят аддитивные технологии с точностью до нескольких микрон.

Для автоматизации печатного монтажа для микросборок РЕА-IV для высокоточного производства радиоэлектронных деталей (электронных плат) параметризацию геометрии соединительного слоя монтажного изделия предлагается производить на этапе технологической подготовки к аддитивному производству, а именно на этапе подготовки слоев монтажа, это даст возможность создать универсальный инструмент, позволяющий взаимодействовать с любой геометрией, вне зависимости от того, в какой программной среде производилась конструкторская разработка. Это обуславливается тем, что процесс подготовки происходит с использованием программ-слайсеров, которые, на основе полученной геометрии в формате файла STL, формируют G-код, который можно использовать для нанесения элементов «печатного монтажа» на поверхность электронной платы. Таким образом, предлагается универсальное решение, так как дается возможность переформатировать исходный формат файла с электронной моделью изделия в формат файла STL, который имеют почти все современные инструменты САПР.

За основу данной методики был использован алгоритм процесса подготовки

электронной модели изделия к аддитивному производству с учетом вышеупомянутой гипотезы. Были внедрены три дополнительных этапа:

1) предварительная генерация послойного представления монтажного слоя модели изделия [7];

2) анализ послойной шероховатости монтажного слоя модели, для выявления необходимости сглаживать слои модели, на основе предварительного послойного сглаживания [7];

3) этап послойного сглаживания. По факту он уже был произведен на предыдущем этапе, но данный этап необходим в случае отказа оператором от проведения послойного сглаживания, в случае если во втором пункте было выявлено, что нет необходимости сглаживать электронную модель изделия перед формированием G-кода.

Проведя анализ технологии изготовления изделий путем применения аддитивных технологий и влияния данной технологии на качество конечного продукта, сделали следующий вывод: данная методика должна быть реализована непосредственно на этапе технологической подготовки оптимизированной электронной модели электронной платы к производству, а именно на этапе разработки управляющих команд для станка, включая робототехнику, которая активно используется в производстве радиоэлектроники.

Таким образом, автором предлагается переход от исходной модели монтажа изделия к управлению 3D-принтером как основы реализации «печатного монтажа» для микросборок РЭА-IV для высокоточного производства радиоэлектронных деталей (электронных плат) и к набору слоев монтажа, реализующей стратегию с постоянным шагом построения. При этом набор слоев для микросборок РЭА-IV формируется путем расщепления триангуляционной 3D-модели монтажного слоя изделия набором параллельных плоскостей. В результате образуются замкнутые контуры, состоящие из отрезков прямых. Такие отрезки получаются в результате пересечения треугольных плоских граней 3D-модели плоскостью перпендикулярной оси OZ (задающей положение слоя материала). В большинстве случаев отрезки прямых относительно общей длины контура являются достаточно малыми.

Математическая постановка задачи параметризации монтажной модели по слоям сводится к функции минимизации шероховатости модели, где критерием оптимизации будет шероховатость изделия, стремящаяся к значению точности устройств «мягкого монтажа», а ограничением (до-

пущением) является то, что шероховатость всей трехмерной модели принимаем равной шероховатости i -го слоя модели, и так для каждого слоя:

$$\min f_i(Ra_{\text{изд}}), \quad (1)$$

где $Ra_{\text{изд}}(Ra_m, \gamma)$

Критерий минимизации: $Ra_m \rightarrow 0$

$Ra_{\text{изд}}$ – коэффициент монтажного слоя;

Ra_m – коэффициент шероховатости электронной модели изделия;

γ – коэффициент точности 3D-печати, является константой для определенного станка и режима аддитивного производства.

Суть разработанной методики сводится к тому, что поскольку исследуемая электронная модель изделия рассматривается не целиком, а послойно, то и шероховатость, которую необходимо сгладить, предлагается анализировать послойно для каждого i -го слоя, а не для всей модели. Данное решение должно позволить снизить затраты на потребные вычислительные ресурсы для микросборок РЭА-IV, а также время самого процесса «мягкого монтажа», что в свою очередь делает подобный функционал доступным для большинства пользователей, заинтересованных в аддитивном производстве топологически оптимизированных электронных моделей изделий. Предполагается, что данное технологическое решение может стать основой развития ракетной промышленности, где требуется высокая точность монтажа.

Именно в ракетной промышленности слишком большой шаг между слоями может привести к потере данных о геометрии микросхемы в данном направлении, а слишком мелкий увеличивает время и цену производства, но ступенчатость изделия по направлению оси OZ и в том и в другом случае остается, лишь изменяется ее величина погрешности.

Измеряются векторы, направленные от сплайна, построенного на шаге проектирования, до контура сечения, перпендикулярные сплайну (рис. 2). Тем самым измеряется максимальное значение впадин, выступов, минимальное значение впадин и выступов и среднее значение шероховатости по сечению

$$Ra_{\text{ср.сеч},j} = \sum_1^i Ra_i / n_j$$

$$\text{по всем слоям } Ra_{\text{ср.модель}} = \sum_1^j Ra_{\text{ср.сеч},j} / n_{\text{сеч}},$$

где $Ra_{\text{ср.сеч},j}$ – значение средней шероховатости $j(j[1; n_{\text{сеч}}])$ сечения, Ra_i – значение шероховатости в локальной точке (значение длины одного вектора), n_j – количество векторов в j сечении, $Ra_{\text{ср.модель}}$ – средняя шероховатость модели, $n_{\text{сеч}}$ – количество сечений.

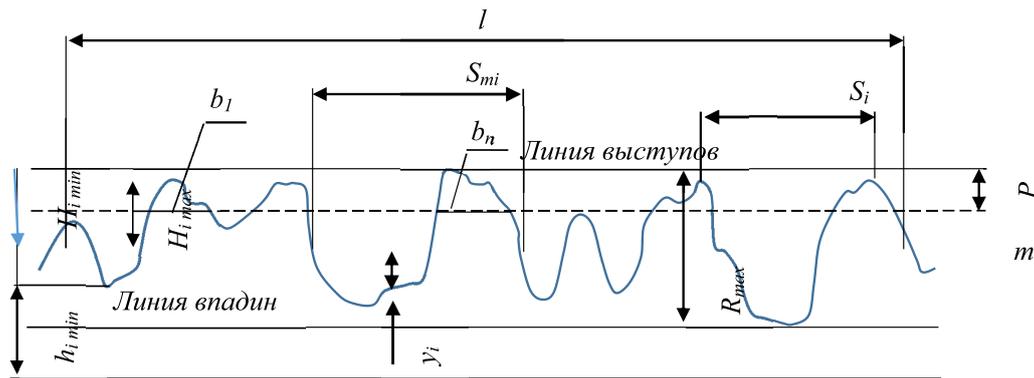


Рис. 2. Визуализация подхода

Все измерения и отображение значений шероховатостей производятся в миллиметрах. Данные должны выводиться на интерфейс слайсера для визуального считывания оператором.

Выводы

Для автоматизации печатного монтажа для микросборок РЭА-IV для высокоточного производства радиоэлектронных деталей (электронных плат) параметризацию геометрии соединительного слоя монтажного изделия предлагается производить на этапе технологической подготовки к аддитивному производству, а именно на этапе подготовки слоев монтажа, это даст возможность создать универсальный инструмент, позволяющий взаимодействовать с любой геометрией, вне зависимости от того, в какой программной среде производилась конструкторская разработка. Это обуславливается тем, что процесс подготовки происходит с использованием программ-слайсеров, которые, на основе полученной геометрии в формате файла STL, формируют G-код, который можно использовать для нанесения элементов «печатного монтажа» на поверхность электронной платы. Таким образом, предлагается универсальное решение, так как предлагается возможность переформатировать исходный формат файла с электронной моделью изделия в формат файла STL, который имеют почти все современные инструменты САПР.

Таким образом, автором предлагается переход от исходной модели монтажа изделия к управлению 3D-принтером как основы реализации «печатного монтажа» для микросборок РЭА-IV для высокоточного производства радиоэлектронных деталей (электронных плат) и к набору слоев монтажа, реализующей стратегию с постоянным шагом построения. При этом набор слоев для микросборок РЭА-IV формируется

путем рассечения триангуляционной 3D-модели монтажного слоя изделия набором параллельных плоскостей.

Суть разработанной методики сводится к тому, что поскольку исследуемая электронная модель изделия рассматривается не целиком, а послойно, то и шероховатость, которую необходимо сгладить, предлагается анализировать послойно для каждого i -го слоя, а не для всей модели. Данное решение должно позволить снизить затраты на потребные вычислительные ресурсы для микросборок РЭА-IV, а также время самого процесса «мягкого монтажа», что в свою очередь сделает подобный функционал доступным для большинства пользователей, заинтересованных в аддитивном производстве топологически оптимизированных электронных моделей изделий. Предполагается, что данное технологическое решение может стать основой развития ракетной промышленности, где требуется высокая точность монтажа.

Реализация данного алгоритма позволяет сократить время на подготовку изделия к монтажу на этапе проектирования, путем переноса данной операции на этап технологической подготовки и автоматизации данного процесса. Дополнительным преимущественным фактором, по сравнению с рассмотренными методами сглаживания геометрии электронной модели изделия, является наличие экспресс-анализа параметров «мягкого монтажа», позволяющего оператору-технологу качественно оценить свойства поверхностей изделия, возможность их 3D-печати и возможность предсказать качество будущего изделия. Данное решение не только упрощает постановление и реализацию математического алгоритма для реализации методики в виде программного модуля, но и сокращает сроки на разработку и сокращает потребные вычислительные мощности.

Список литературы

1. Басманова А.В., Медушевская И.Е. Экономические предпосылки развития радиоэлектронной отрасли в современной России // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Экономические науки. 2016. № 1 (4). С. 95–102.
2. Ганин А.Н. Внедрение в производство инновационных технологий как основной фактор экономического роста предприятий радиоэлектронного комплекса // Вопросы инновационной экономики. 2017. № 1. С. 23–30.
3. Sopoeva I., Kamberdieva S., Dedegkaev V., Gutieva A. Innovative technologies and digitalization in radio electronics. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. № 12. P. 15.
4. Agarwal G., Besuchet N., Audergon B.N., Paik J. Stretchable Materials for Robust Soft Actuators towards Assistive Wearable Devices, in *Scientific reports*. 2016. P. 67–81.
5. Ибрагимов Е.А. Разработка оборудования и технологии формирования изделий из медного порошка методом селективного лазерного плавления: дис. ... канд. тех. наук. Томск, 2018. 186 с.
6. Новокшенов А.Д. Оптимальное проектирование конструкций в интегрированной системе компьютерного инжиниринга: дис. ... канд. тех. наук. Санкт-Петербург, 2018. 129 с.
7. Фрейлехман С.А. Формирование геометрических моделей элементов силовых конструкций летательных аппаратов для аддитивного производства: дис. ... канд. тех. Москва, 2020. 170 с.
8. Ustinova L., Ivanova E., Aletdinova A. Innovative processes of digital transformation in radio electronics. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019. № 2. P. 87–89.
9. Iliovski L., Mazzeo F., Shepherd A.D., Chen R.F. Soft robotics for chemists. *Angew. Chem*, 2011. P. 1930–1935.
10. Petrushenskaya A., Korshunov G., Smirnov S. Digital production management methods of radio-electronic industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. № 2. 2019. P. 84–86.

УДК 004.89

ОЦЕНКА МЕТОДОВ БОРЬБЫ С ПОДМЕНОЙ ЖИВЫХ СУЩЕСТВ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ РЕШЕНИЙ

^{1,2}Нгуен Тхе Кыонг, ¹Сырямкин В.И., ³Нгуен Чиен Тханг,

^{1,2}Нгуен Чанг Хоанг Тхуи, ¹Ляшенко Д.

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск;

²Вьетнамский морской университет, Хайфон;

³Сайгон-Ханойский коммерческий акционерный банк, Ханой, e-mail: cuongntit@vamaru.edu.vn,
svi_tsu@mail.ru, thangnch@gmail.com, trangnht@vamaru.edu.vn, lyashenkodmtriy@gmail.com

Технология распознавания объектов на основе изображений изучается уже более 30 лет. И в последние 10 лет эта технология получила широкое развитие во многих решениях, получивших высокое практическое применение. Однако с развитием цифровых устройств полученные изображения могут предоставляться из самых разных источников: фотографии, сделанные (или снятые видео) непосредственно с живых существ, фотографии, напечатанные на бумаге, или фотографии (видео), отображаемые на экране компьютера или мобильного телефона. Поэтому обнаружение изображения, полученного с камеры системы непосредственно от живого существа или из изображений напечатанных (или отображенных на телефоне, снятых на видео), позволяет определить правильный объект поставленной задачи. Это обнаружение образа играет важную роль в жизни, например в охранной деятельности, в наблюдении за людьми в соответствии с их регистрацией, сделанной ранее, основной целью является обнаружение живых объектов. Статья посвящена проблеме борьбы со спуфингом человеческих лиц с изложением содержания мер, применяемых в банковской системе и в системе мониторинга доступа в соответствии с предыдущей регистрацией там этих лиц. Цель состоит в том, чтобы проверить информацию о клиенте или пользователе, такую как результаты теста подмигивания, ответ на случайные запросы и т.д. В статье дана оценка преимуществ и недостатков этих методов. В заключение в статье предлагается антиспуфинговое решение с использованием 3D-камеры и в сочетании со сверточной нейронной сетью для создания более точной антиспуфинговой системы.

Ключевые слова: обнаружение живого, лицевой антиспуфинг, моргание глаз, генерация лица

EVALUATING METHODS OF ANTI-SPOOFING OF LIVING ENTITIES AND PROPOSE SOLUTIONS

^{1,2}Nguyen The Cuong, ¹Syryamkin V.I., ³Nguyen Chien Thang,

^{1,2}Nguyen Trang Hoang Thuy, ¹Lyashenko D.

¹National Research Tomsk State University, Tomsk;

²Viet Nam Maritime University, Hai Phong;

³SaiGon-HaNoi Commercial Joint Stock Bank, Hanoi, e-mail: cuongntit@vamaru.edu.vn,
svi_tsu@mail.ru, thangnch@gmail.com, trangnht@vamaru.edu.vn, lyashenkodmtriy@gmail.com

Object recognition technology based on images has been studied for more than 30 years. And in recent 10 years, this technology has been widely developed with many solutions given with high practical applications. However, with the development of digital devices, the resulting images can be provided from a variety of sources: photos taken (or video captured) directly from living entities, photos printed on paper or photos (video) is displayed on the computer screen or mobile phone. Therefore, the image detection obtained from the camera system directly from the living entity or from images are printed (or displayed on the phone – video) to determine the correct object is the problem posed. This image detection plays an important role in life, for example: in security work, monitoring people in / out in accordance with their registration before, the main purpose is liveness-detection. The article focuses on the issue of anti-spoofing of human faces with the content outlining the measures applied in the banking system, the access monitoring system in accordance with the previous registration of these faces there. The purpose is to validate customer or user information such as: wink test results, response to random challenges, etc. The article evaluates the advantages and disadvantages of these methods. Finally, the article proposes an anti-spoofing solution by using 3D camera and combining with convolutional neural network to create a more accurate anti-spoofing system.

Keywords: liveness detection, face anti spoofing, eye blink, generate face

Обзор

Концепция обнаружения живого: метод, в результате применения которого объект «живое существо» (реальный человек) должен быть обнаружен непосредственно через камеру; изображение, видимое на экране, получаемое через фронтальную камеру, не является фотографией печатного объекта, фото-

графией, отображаемой на телефоне, или предварительно записанным видео. «Подделка» относится к несанкционированному отображению искусственных копий части биометрических данных, таких как лицо, отпечаток пальца или радужная оболочка, в биометрическую систему для получения незаконного доступа к этой системе (рис. 1) [1].



Рис. 1. Иллюстрация фотографии реального лица (live), изображение лица, напечатанного на бумаге (printed 1, 2), и изображение лица, отображенного на экране (display 1, 2)

«Сопоставлением лиц» называется сравнение лиц, изображения которых представлены в виде фотографий, и лиц, снятых непосредственно для проверки, является ли лицо на двух представленных изображениях лицом одного и того же человека или нет. Эта аутентификационная работа была проведена в рамках различных методов защиты от спуфинга.

Цель этой статьи – изучить решения, созданные для противодействия использованию фальшивых человеческих лиц. Данная статья также включает в себя содержание, посвященное оценке преимуществ и недостатков решений и предложению новых решений для применения 3D-камер. Предложения о методе, подходящем для каждого конкретного условия, также даются пользователям на выбор.

Метод проверки моргания глаз

Пользователь держит телефон и непрерывно около 10 секунд снимает себя на видео, система непрерывно проверяет, моргает он или нет. Если человек на видео моргает, это означает, что он реален, если этот человек не моргает, то будет сообщено об ошибке распознавания. Метод обнаружения моргания измеряет внутреннее движение лица. В конечном итоге фотография не может моргать. Решение проверки моргания глаз состоит в необходимости обнаружения лица с помощью библиотеки «face dlib», на лице будет 68 фокусных точек, с некоторыми точками вокруг глаз, расстояние между точками будет больше, когда глаза открыты, и меньше, когда глаза закрыты (рис. 2) [2, 3]. Для расчета используется следующая формула (eye aspect ratio – EAR):

$$EAR = \frac{p_2 - p_6 + \|p_3 - p_5\|}{2p_1 - p_4}$$

Оценка преимуществ. Система проста, удобна в реализации, может быть установлена на мобильные устройства и не требует установки другого вспомогательного оборудования. С другой стороны, данные можно легко подделать с помощью предварительно записанного видео, если в видео

есть мигающий момент, он все равно может быть принят системой, и таким образом тест будет пройден. Эти системы неудобны для пользователей, так как им требуется проведение большого количества попыток для непосредственного обнаружения живых объектов.

Аналогичная техника направлена на расширение зрачков глаза, заставляя экран темнеть, а затем внезапно мигать. Этот метод эффективен при обнаружении фальсификаций.

Метод обнаружения живого, основанный на запросе-ответе

М.Х. Алиа в [4] и Зун и др. в [5] придумали метод запроса пользователя на выполнение некоторой случайной инструкции, а затем проверенного ответа, чтобы подтвердить, были ли инструкции выполнены или нет.

Некоторые из этих проблем могут заключаться в том, чтобы повернуть голову, закрыть глаза, высунуть язык и т.д. Используя эти методы, можно проверить, поворачивает ли пользователь голову в направлении случайного вызова (рис. 3).

Эти вызовы могут повторяться несколько раз в зависимости от уровня безопасности администратора. Для определения направлений вращения лица используется распознавание лиц для проверки точек на лице [6] методом SVM classify [7] или методом CNN classify [8, 9].

Для практической реализации в реальном времени этим системам может потребоваться от пользователей выполнение дополнительных действий, таких как поворот влево при чтении случайных чисел, отображаемых на экране. Система будет иметь дополнительную обработку звука, чтобы подтвердить, соответствует ли он звучанию цифр на экране или нет {один, два, три, четыре, ... девять}.

Оценка. Этот метод легко реализовать на мобильных устройствах, поскольку не требуется никакого дополнительного оборудования. Случайная операция для высокой точности аутентификации. Однако этот метод также имеет проблемы, когда пользователь неправильно выполняет операции, запрашиваемые системой, или система

распознает их с низкой точностью. Иногда пользователям приходится выполнять несколько действий, потому что обученная модель CNN использует слишком высокий порог точности. Эта проблема может быть неприятной для пользователей.

Система использует метод классификации объектов

1. Классификация использует LBP

Область изображения лица подразделяется на несколько областей. Для каждой области вычисляются параметры LBP по следующему методу [10]: Для области изображения 3×3 значение $LBP_{8,1}$ вычисля-

ется следующим образом. Пиксели определяются в центре с восемью окружающими ячейками. Двоичные значения вычисляются данным методом. Для области двоичного изображения, если какое-либо значение ячеек больше значения центральной ячейки, значение ячейки будет равно 1, и в любом другом случае оно будет равно 0. Затем двоичное строковое значение этих восьми ячеек преобразуется в десятичное. На следующем шаге система переписывает это значение с положением соответствующего центрального пикселя в изображении LBP (рис. 4).

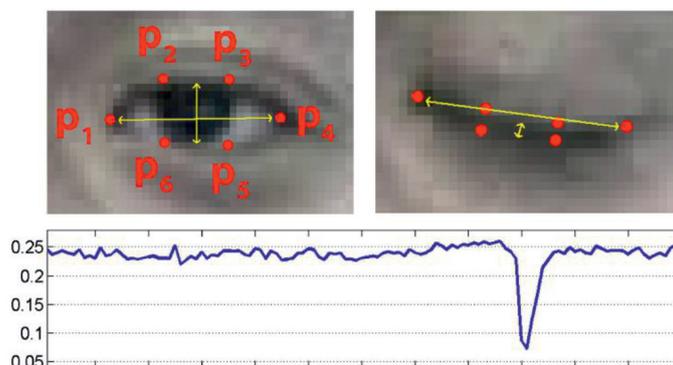


Рис. 2. Вверху слева: Изображение маркеров глаз при открытых глазах. Вверху справа: Изображение глазных ориентиров при закрытых глазах. Внизу: График соотношения сторон глаз с течением времени. Уменьшение соотношения сторон глаза указывает на моргание



Рис. 3. Иллюстрация требований к пользователю

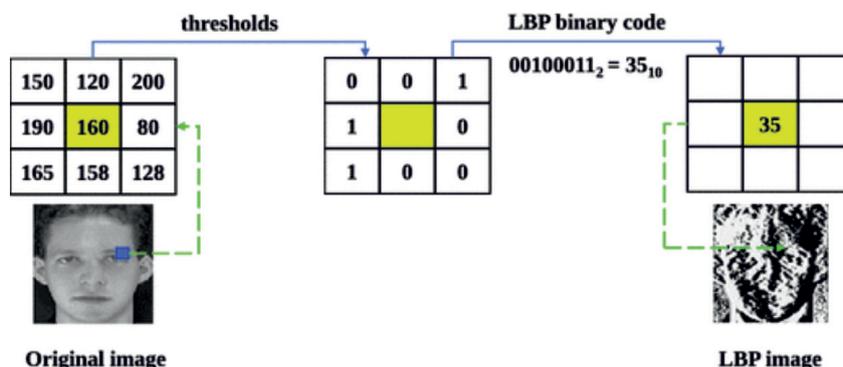


Рис. 4. Базовый пример оператора $LBP_{8,1}$

После получения двух матриц изображений будет вычислена разница между исходной матрицей изображений и матрицей изображений LBP и получены значения, представляющие глубину изображения. Ожидается, что фотографии, сделанные непосредственно от реальных людей, будут иметь значение LBP, отличное от фотографий, сделанных с плоских фонов, таких как бумажные фотографии или фотографии, отображаемые на экране телефона, компьютера.

Оценка. Этот метод все еще может вводить в заблуждение, поскольку при различных условиях освещения результирующее изображение будет иметь различное значение (например, отсутствие света, избыток света, подсветка) или изображение, напечатанное с высоким качеством. Преимущество этого метода заключается в том, что он не требует дополнительного оборудования, легкий алгоритм может быть запущен даже на мобильных устройствах.

2. Метод использования сети CNN для классификации

Система захватывает несколько изображений лица и проверяет их на изменения и естественное движение. Движущиеся 3D-границы отличаются от 2D-изображений, и сложные алгоритмы в системах с моделями CNN [8, 9] могут обнаружить это различие [1]. Авторы обнаружили повторяющиеся видео и другие дубликаты, используя специальный алгоритм, основанный на текстах, чтобы отличить записанную версию от реальных людей (рис. 5).

Оценка. Эта модель проста и легка в развертывании. Но склонна к чрезмерной подгонке, если идентификатор не берется из обученной базы данных. Также система

изменяется при разных условиях освещения, либо другой угол камеры производит разные изображения; Или как иногда импортированное изображение, даже если оно взято с реальной фотографии, но при низком качестве будет определено как поддельное изображение, в то время как поддельное изображение, импортированное с высоким качеством, все еще может быть распознано как реальное изображение.

3. Метод антиспуфинга с использованием вспышки

Этот метод основан на разнице в отражении света между плоской поверхностью (2D) и выпуклой/вогнутой поверхностью (3D) при использовании вспышки для получения большего освещения. Следовательно, отражение этого света от мишени может быть использовано для идентификации реального лица. Белая область, покрывающая экран, создает соответствующее отражение на лице [11] (рис. 6) [12].

Приведенный выше пример указывает на разницу необработанных пикселей. Таким искусственным способом настоящее лицо отличается от фальшивого из-за разницы в их поверхности. Кадры до и после мигания активности предоставляют шаблоны данных для обучения сети. Вспышка помогает отделить и классифицировать черты лица.

Оценка. При хорошем освещении точность довольно высока – 98,8%, в шумных условиях все еще достигает 97,3% [11]. Недостатком этого метода является то, что не все устройства обладают вспышкой. Например, на мобильных устройствах вспышка доступна только с задней камерой, а не с передней. А при ярком солнечном свете на открытом воздухе вспышка малоэффективна.

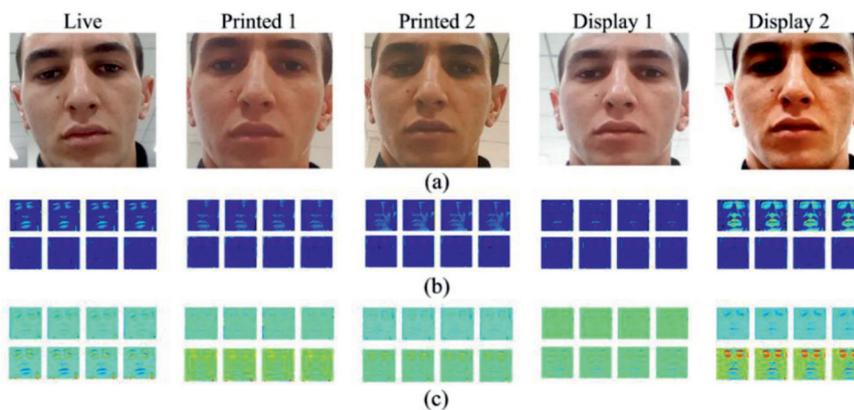


Рис. 5. (a) Образец живого лица и соответствующего ПА в базе данных ОУЛУ. (b) Карты объектов, выводимые первым слоем свертки в CNN с входным сигналом RGB face. (c) Карты признаков, выводимые предлагаемым адаптивным слоем слияния сверточных признаков после первого слоя свертки в CNN с изображениями лиц RGB и DNG в качестве входных данных

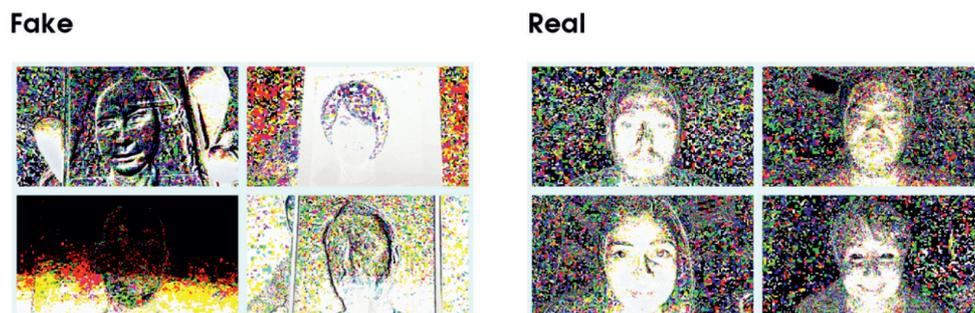


Рис. 6. Разница во вспышке между фальшивым лицом и реальным лицом

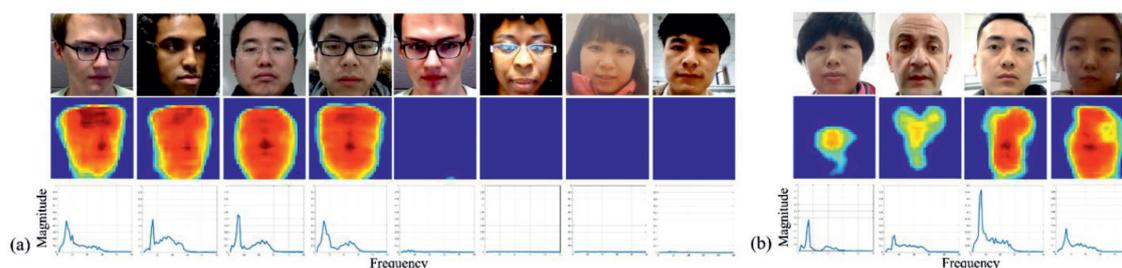


Рис. 7. (a) 8 успешных примеров антиспуфинга и их оценочные карты глубины и сигналы rPPG. (b) 4 примера неудач: первые два являются живыми, а два других – поддельными. Обратите внимание на нашу способность оценивать дискриминационные карты глубины и сигналы rPPG

4. Метод создания 3D карты

Иаозие и др. [13] предложили метод: каждое входное изображение лица делится на два потока, которые являются реальными или поддельными изображениями. Они будут классифицированы, как описано выше, извлекать некоторые области лица, такие как глаза, нос и рот, для обучения модели классификации CNN давать истинную / ложную вероятность.

Реализация обученной модели автоматического энкодера проходит таким образом, что реальное лицо генерирует матрицу 3D-карты соответствующей формы, а для поддельного лица значение 3D-карты остается другим (рис. 7).

После получения двух значений вероятности двух указанных выше периодов алгоритм суммирует их, чтобы дать общую вероятность того, что входное изображение лица является реальным или ложным изображением.

Оценка. Точное значение довольно высокое, нет необходимости в другом вспомогательном оборудовании. Недостатком является то, что модель пока не подходит для работы на мобильных платформах.

Предложение метода обнаружения фальшивых лиц с помощью специальной камеры

Согласно документу [14], при использовании 3D-камеры в то же самое время

не менее двух камер расположено под разными углами. Таким образом, изображения, полученные с реального лица, будут иметь большую разницу (обладают различной глубиной) с поддельными изображениями лица, изображения с 3D-камер будут получены с незначительной разницей.

3D-камера с хорошим качеством обладает обычно четырьмя небольшими камерами. Отсюда полученное изображение будет иметь изображения с областями глубины (с реальными лицами) или нет (в случае с фальшивыми лицами).

Глубина изображения представляет собой различие расстояний между двумя камерами и пикселями на лице. Если фотография сделана с реального человека, то разница в расстоянии будет большой (или иметь выпуклую / вогнутую форму), если фотография поддельная, то эта разница невелика. Экспериментально мы вычислили глубину между пикселем носа и пикселем уха с наибольшей разницей.

Обладая высококачественными камерами, библиотеки SDK обеспечивают хорошую поддержку функций для определения значений разности глубин. Кроме того, эти камеры также имеют потоки для глубинных кадров или потоки для цветных кадров RGB. Поэтому использование этих камер очень удобно для программистов. Если человеческое лицо обнаружено в кадре потока

RGB, то область изображения человеческого лица ссылается на область изображения в глубинном кадре. Если область лица совпадает с областью с соответствующей глубиной, изображение является реальным лицом (рис. 8).

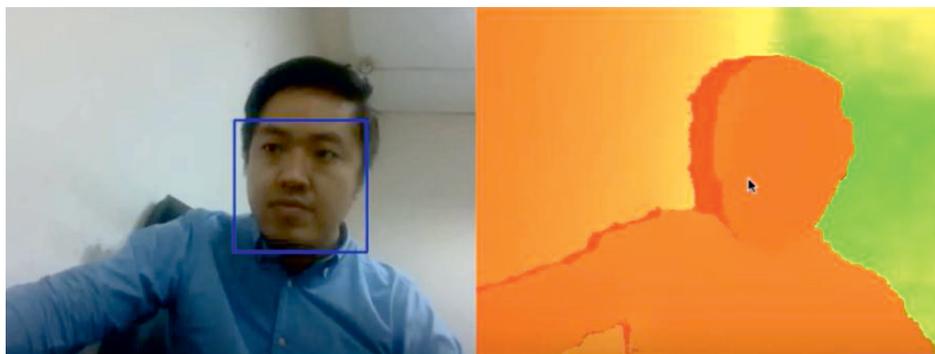


Рис. 8. RGB изображение и изображение глубины 3D камеры

Алгоритм представлен следующим образом:

Вход: Изображение с 3D-камеры

Выход: поддельное лицо / реальное лицо

Алгоритм представлен на рис. 9.

1.	Цикл:
2.	imgGray = Считывание изображений с RGB камер – преобразование в оттенки серого;
3.	imgDepth = Считывание изображений с датчика глубины;
4.	Если (обнаруживается человеческое лицо из imgGray):
5.	Построить на лице 68-точечных координат;
6.	Провести соответствие глубине изображения (depth(68));
7.	max = maximum(depth (68));
8.	min = minimum(depth (68));
9.	scale = (max – min);
10.	Если (scale < 1000):
11.	Изображение фальшивого лица;
12.	Иначе:
13.	Изображение реального лица;
14.	Продолжать?:
15.	Да: Переход к циклу;
16.	Нет: Выход из цикла;
17.	Конец цикла;

Рис. 9. Алгоритм обнаружения реальных / поддельных лиц

Обнаружение человеческих лиц на изображении (линия 3) может использовать Харр каскадный метод [15] или MTCNN [16]; код, написанный на языке Python, библиотеки в формате OpenCV, dlib, процессор Intel SDK, используя следующие библиотеки или функции: imutils, face_utils, pyrealsense2, numpy, cv2, dlib, pipeline(), config(), stream.depth, stream.color, shape_predictor(), stream.color, align(), align.process(), get_depth_frame(), get_color_frame(), detect_face(), detect_mouth(), shape_to_np().

Результаты после эксперимента: при реальном человеческом лице значение шкалы ϵ составляет [2000, 3500] (рис. 10, а), при нанесении изображения с фальшивым лицом значение шкалы ϵ составляет [0, 300] (рис. 10, б).

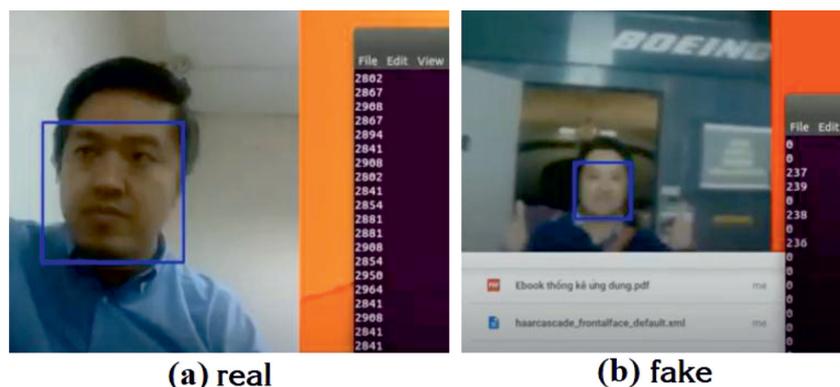


Рис. 10. Экспериментальные результаты по обнаружению реальных человеческих (a – real) и поддельных (b – fake) лиц

Оценка. Преимущества: высокая точность, поддерживаемая датчиком глубины. Недостаток: большая стоимость устройства, а также возможность поддержки текущих функций библиотеки SDK только в операционных системах Windows или Linux и отсутствие их поддержки со стороны Mac OS.

Выводы

Эти методы имеют различные преимущества и недостатки. Благодаря их простоте нет необходимости в дополнительном оборудовании, поэтому метод ответа на запрос по-прежнему является наиболее часто используемым методом, хотя точность его невысока. Метод использования 3D-камер более выгоден из-за большой глубины изображения. Однако существуют ограничения, когда поддельный объект имеет 3D-вид. Предложенный метод применим к тепловизионным камерам [17], так как в тепловизионной камере имеется термодатчик (соответствующий датчику глубины в 3D-камере). Исследователи также могут обратиться к биометрическим методам радужной оболочки глаза [18], биометрии отпечатков пальцев [19], чтобы иметь возможность объединить функции верификации и создать метод, соответствующий их задачам и фактическим условиям.

Список литературы

1. Yasar Abbas Ur Rehman, Lai-Man Po, Mengyang Liu, Zijie Zou, Weifeng Ou, Yuzhi Zhao. Face liveness detection using convolutional-features fusion of real and deep network generated face images. *Journal of Visual Communication and Image Representation* 59, 2019. P. 574–582. DOI: 10.1016/j.jvcir.2019.02.014.
2. Tereza Soukupova, Jan Cech. Real-Time Eye Blink Detection using Facial Landmarks. 21st Computer Vision Winter Workshop, Rimske Toplice, Slovenia, 2016. [Electronic resource]. URL: <https://vision.fe.uni-lj.si/cvww2016/proceedings/papers/05.pdf> (date of access: 25.02.2021).

3. Nikitin M.Yu., Konushin V.S., Konushin A.S. Face anti-spoofing with joint spoofing medium detection and eye blinking analysis. *Computer Optics*. 2019. Vol. 43 (4). P. 618–626. DOI: 10.18287/2412-6179-2019-43-4-618-626.

4. Alia M. Khaled Saad. Anti-Spoofing Using Challenge-Response User Interaction. A thesis Submitted to Department of Computer Science and Engineering, American University In Cairo, 2015. P. 33–43.

5. Ajian Liu, Xuan Li, Jun Wan, Yanyan Liang, Sergio Escalera, Hugo Jair Escalante, Meysam Madadi, Yi Jin, Zhuoyuan Wu, Xiaogang Yu, Zichang Tan, Qi Yuan, Ruikun Yang, Benjia Zhou, Guodong Guo, Stan Z. Li. Cross-ethnicity Face Anti-spoofing Recognition Challenge: A Review. *IET Research Journals*, 2020 // arXiv:2004.10998v1. P. 1–12.

6. Sagonas C., Tzimiropoulos G., Zafeiriou S., Pantic M. 300 faces in-the-wild challenge: The first facial landmark localization challenge. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision Workshops*, 2013. P. 397–403.

7. Alex J. Smola, Bernhard Schölkopf. A Tutorial on Support Vector Regression. *Statistics and Computing archive*. 2004. Vol. 14. Issue 3. P. 199–222.

8. Zhengzhe Liu, Xiaojuan Qi, Philip Torr. Global Texture Enhancement for Fake Face Detection in the Wild. 2020 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2020. DOI: 10.1109/CVPR42600.2020.00808.

9. Нгуен Тхе Кыонг, Сырямкин В.И., Нгуен Чанг Хоанг Тхуи. Модель метода распознавания объектов на изображениях с использованием «сверточной нейронной сети – CNN» // *Современные наукоемкие технологии*. 2020. № 12 (2). С. 269–280.

10. Maatta J., Hadid A., and Pietikainen M. Face spoofing detection from single images using micro-texture analysis. In *Biometrics (IJCB), International Joint Conference*, 2011. P. 1–7.

11. Di Tang, Zhe Zhou, Yinqian Zhang, Kehuan Zhang. Face Flashing: a Secure Liveness Detection Protocol based on Light Reflections. Cornell University, *Computer Vision and Pattern Recognition*, 2018 // arXiv:1801.01949. P. 1–15.

12. MobiDev International Ltd. Anti-spoofing techniques in face recognition [Electronic resource]. URL: <https://mobidev.biz/blog/face-anti-spoofing-prevent-fake-biometric-detection> (date of access: 25.02.2021).

13. Yaojie Liu, Amin Jourabloo, Xiaoming Liu. Learning Deep Models for Face Anti-Spoofing: Binary or Auxiliary Supervision. *Computer Science 2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. DOI: 10.1109/CVPR.2018.00048.

14. Intel Corporation. 2020 Intel® RealSense™ D400 Series Calibration Tools user guide [Electronic resource]. URL: <https://www.intel.com/design/literature.htm> (date of access: 25.02.2021).

15. Viola P., Jones M. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. *Proceedings of the 2001 IEEE*

Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. CVPR 2001. [Electronic resource]. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/990517> (date of access: 25.02.2021). DOI: 10.1109/CVPR.2001.990517.

16. Kaipeng Zhang, Zhanpeng Zhang, Zhifeng Li, Yu Qiao. Joint Face Detection and Alignment Using Multitask Cascaded Convolutional Networks. IEEE Signal Processing Letters (Vol. 23), 2016. [Electronic resource]. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7553523> (date of access: 25.02.2021). DOI: 10.1109/LSP.2016.2603342.

17. Hikvision company // Thermal & Optical Bi-spectrum Network Bullet / Turret Camera – User Manual [Electronic resource]. URL: <https://www.hikvision.com/europe/products/Thermal-Products/Security-thermal-cameras/Turret-series/DS-2TD1217-3-V1/> (date of access: 25.02.2021).

18. Soheil Hashemi, Hokchhay Tann, Francesco Buttafuoco, Sherief Reda. Approximate Computing for Biometric Security Systems: A Case Study on Iris Scanning. 2018 Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition (DATE) [Electronic resource]. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8342029> (date of access: 25.02.2021). DOI: 10.23919/DATE.2018.8342029.

19. Dileep Kumar, Yeonseung Ryu. A Brief Introduction of Biometrics and Fingerprint Payment Technology // 2008 Second International Conference on Future Generation Communication and Networking Symposia, 2008. [Electronic resource]. URL: <https://www.tib.eu/en/search/id/ieee:doi~10.1109%252FFGCNS.2008.11/A-Brief-Introduction-of-Biometrics-and-Fingerprint?chHash=36d527e38bfd5a0996cfd59766ae9bc> (date of access: 25.02.2021). DOI: 10.1109/FGCNS.2008.11.

УДК 004.056

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА К ЦИФРОВОМУ ПРОИЗВОДСТВУ

¹Подлевских А.П., ²Прохончуков С.Р., ¹Ретюнских С.Н.

¹ГКОУ ВО «Российская таможенная академия», Люберцы;

²АО «Специализированное конструкторско-технологическое бюро электронных систем»,
Воронеж, e-mail: APodlevskikh7@yandex.ru, sprokhonchukov@gmail.com,
s.retyunskih@customs-academy.ru

В статье рассматриваются и обосновываются решения, направленные на повышение уровня информационной безопасности в условиях перехода к цифровому производству. Рассмотрена и дополнена классификация основных средств информационной безопасности (ИБ) применительно к условиям организации цифрового производства. Перспективным направлением, по мнению авторов, является построение «цифрового прототипа» предприятия или производства, который позволит спроектировать виртуальную копию реального объекта (системы), исследовать его производственные и технологические процессы, информационную безопасность, определить оптимальные параметры, узкие места, провести анализ различных сценариев работы производственной системы «AS IS» и «TO BE», не создавая при этом риски вмешательства в реальный процесс (систему). Анализ публикаций по тематике исследования позволил определить основные направления и перспективы ИБ для цифрового производства с учетом имеющегося уровня автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП). Осуществление перехода к цифровым предприятиям предлагается через промежуточные модели, ориентированные на центры компетенций, которые в свою очередь базируются на элементах цифровой архитектуры производства с учетом специфики отрасли. Авторы предполагают, что для реализации центров компетенций информационной безопасности (ЦКИБ) наиболее подходящими являются модели «Консорциум потребителей» и «Головной поставщик». Реализация аутсорсинга ИБ на первых этапах перехода к цифровому производству позволит обеспечить и реализовать конкурентное преимущество за счет моделирования и прогнозирования перспективных моделей перехода к цифровому производству (ЦП). Экономический эффект от моделирования, прогнозирования, разработки моделей ИБ для ЦП с учетом концепции «Индустрия 4.0», а также подготовка кадров с учетом перспектив в направлении ИБ позволят оптимизировать затраты и обеспечить повышение эффективности производства на 12–20%.

Ключевые слова: цифровое производство, информационная безопасность, защита информации в сетях и автоматизированных системах, платформа единого цифрового пространства, правовые и технологические риски, модели сорсинга, индустриальная автоматизация

ENSURING INFORMATION SECURITY IN THE TRANSITION TO DIGITAL PRODUCTION

¹Podlevskikh A.P., ²Prokhonchukov S.R., ¹Retyunskikh S.N.

¹Russian Customs Academy, Lyubertsy;

²Joint Stock Company (JSC) Specialized Design and Technology Bureau of Electronic System, Voronezh,
e-mail: APodlevskikh7@yandex.ru, sprokhonchukov@gmail.com, s.retyunskih@customs-academy.ru

The article discusses and justifies solutions aimed at improving the level of information security in the context of the transition to digital production. The classification of the main means of information security (IS) in relation to the conditions of the organization of digital production is considered and supplemented. A promising direction, according to the authors, is the construction of a «digital prototype» of an enterprise or production, which will allow you to design a virtual copy of a real object (system), investigate its production and technological processes, information security, determine the optimal parameters, bottlenecks, analyze various scenarios of the production system «AS IS» and «TO BE», without creating risks of interference in the real process (system). The analysis of publications on the subject of the study allowed us to determine the main directions and prospects of information security for digital production, taking into account the existing level of automated process control systems (APCs). The implementation of the transition to digital enterprises is proposed through intermediate models focused on competence centers, which in turn are based on elements of the digital production architecture, taking into account the specifics of the industry. The authors suggest that the «Consortium of Consumers» and «Head Supplier» models are the most suitable for the implementation of information security competence centers. The implementation of information security outsourcing at the first stages of the transition to digital production will ensure and realize a competitive advantage by modeling and predicting promising models of the transition to digital production (CP). The economic effect of the modeling, forecasting, modelling IB CPU given the concept of «Industry 4.0», as well as training from the perspectives of in the direction of IB will allow to optimize costs and improve production efficiency by 12–20%.

Keywords: digital production, information security, information protection in networks and automated systems, the platform of a single digital space, legal and technological risks, sourcing models, industrial automation

Современность и перспектива развития промышленности требуют детального и всестороннего рассмотрения вопроса информационной безопасности в условиях ор-

ганизации ЦП. Важность и необходимость обусловлены тем, что особенностью четвертой промышленной революции является комплектование производства гибкими мо-

дальними автоматизированными системами и промышленными роботами.

По мнению экспертов, ущерб от киберпреступлений от года к году возрастает в геометрической прогрессии, и если сумма убытков в 2018 г. составила около 2,7 млрд долларов, то к 2022 г. она может составить уже свыше 8 млрд долларов [1; 2].

Трудно представить, что конвейер предприятия с использованием цифрового производства по выпуску лекарств или средств защиты вышел из строя по причине внутренней ошибки или из-за внешней кибератаки. Такие остановки производства могут привести к необратимым и высокозатратным, с экономической точки зрения, последствиям.

Любые внешние или внутренние атаки на автоматизированную систему производства должны быть локализованы и устранены без явных угроз производству. Киберугроза, как незаконное проникновение в единое цифровое пространство производства, должна быть полностью исключена.

Предполагается, что в условиях цифрового производства средства и системы обеспечения информационной безопасности должны обладать свойствами к самообучению с элементами искусственного интеллекта (ИИ).

Цель исследования состоит в том, чтобы в рамках научного и учебно-исследовательского процесса рассмотреть информационную безопасность при реализации и организации цифрового производства.

Материалы и методы исследования

В основу исследований авторами предложены системный и функциональный анализ.

Потребности современного рынка меняются в зависимости от политических, экономических и частных взглядов той или иной группы потребителей. В общей сложности производитель направляет на рынок тот товар или услугу, на которые имеется спрос. Информационная модель, описывающая взаимоотношения всех участников рынка, должна быть максимально адекватной, чтобы обеспечить высокую эффективность прогнозирования и удовлетворения спроса [3]. Необходимо отметить, что адекватная информационная модель должна учитывать все характеристики предоставляемых продуктов и услуг, что обеспечивается за счет тщательной проработки всех операций и состава ресурсов технологического процесса. В целом цифровое производство, организованное в условиях промышленного предприятия, представлено комплексом всевозможных синхронизированных между собой моде-

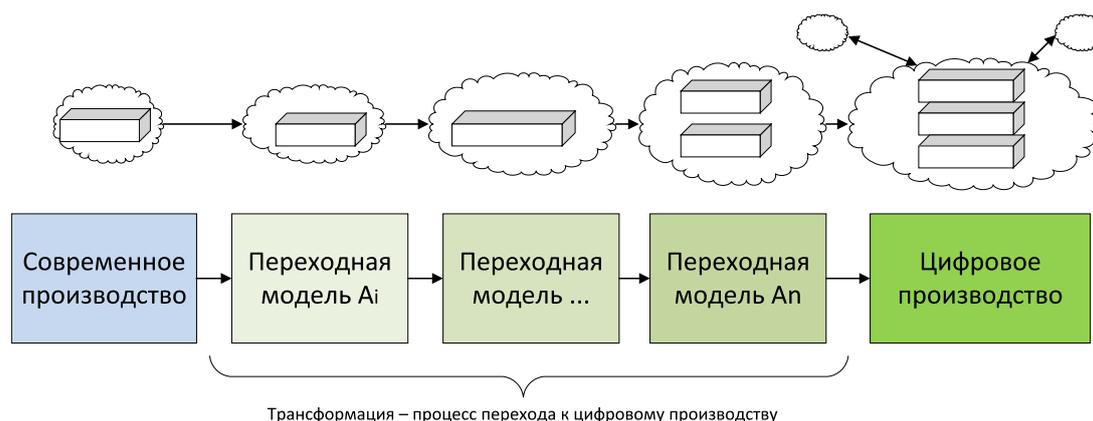
лей: информационных, математических, логических и т.п., основная цель которых – обеспечить понимание и контроль процессов на всех управленческих и технологических уровнях [4; 5].

Перспективным направлением, по мнению авторов, является построение «цифрового прототипа» предприятия или производства, который позволит спроектировать виртуальную копию реального объекта (системы), исследовать его производственные и технологические процессы, информационную безопасность, определить оптимальные параметры, узкие места, провести анализ различных сценариев работы производственной системы «AS IS» и «TO BE», не создавая при этом риски вмешательства в реальный процесс (систему).

В настоящее время переход к модели цифрового производства требует детальной проработки и проведения анализа имеющегося производственного и управленческого потенциала. Не всегда возможно осуществить переход к новой модели производства и/или управления за один этап, известны случаи, когда переход к новой модели организуют через промежуточные этапы.

В качестве переходной модели (рис. 1) предлагается обеспечить и/или использовать ранее организованные, интегрированные в производство автоматизированные линии, системы управления производственными процессами [6], системы автоматизации разработки технологической документации и др. Учитывая, что на разных предприятиях одной и той же промышленности могут применяться абсолютно разные средства автоматизации (CAD, CAM, PDM, CRM, ERP и др.), первой необходимостью является создание такого единого цифрового пространства, которое обеспечит однозначное понимание всех информационных сообщений участниками цифрового производства. Конечно, вопрос импортозамещения остается открытым, поскольку отечественное программное обеспечение (ПО) может снизить риски от непредвиденных ситуаций с запретом разработчиков на применение импортного ПО.

В этой связи для осуществления перехода к цифровой модели производства было бы правильно создать отечественный программно-аппаратный комплекс, который бы отвечал требованиям отечественных стандартов и учитывал специфику подобных зарубежных комплексов. Кроме того, по мнению авторов, одним из важнейших аспектов развития предприятий цифрового производства является обеспечение комплексной информационной безопасности.



Единое цифровое пространство

Рис. 1. Схема перехода от современного к цифровому производству

Таким образом, разработанные подробные обеспечивающие модели цифрового производства позволят определять причины внутренних ошибок при функционировании системы, а также сформировать карту потенциальных уязвимостей для разработки мероприятий по предотвращению возможных киберугроз.

Уровень автоматизации и роботизации производства различный и зависит от сектора экономики. Рассмотрим предприятия машиностроения, поскольку создание основных средств производства является одной из актуальных задач любого государства. Производство машиностроения может быть представлено наличием автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) или роботизированных комплексов [6; 7]. Для обеспечения корректного перехода к цифровому производству необходимо определить особенности требований к информационной безопасности АСУТП:

- организация и управление сложными техническими объектами;
- работа в системе реального времени;
- минимизация времени на реакцию технологических и управленческих систем;
- отсутствие единого цифрового пространства [8].

Современные условия диктуют свои требования, которые необходимо учесть при построении переходных моделей к цифровому производству. Административные и программно-технические меры обеспечения ИБ АСУТП являются взаимодополняющими направлениями. Однако необходимо отметить, что при реализации модели цифрового производства, по всей видимости, будут применяться программно-аппаратные комплексы различных производителей, по-

этому это необходимо учесть в концепции реализации ЦП.

Основной трудностью в реализации информационной безопасности на промышленном предприятии является сложность в разработке и внедрении платформы для единого цифрового пространства. На сегодня по большей степени эта среда взаимодействия представлена сетью Интернет, что, в свою очередь, требует от систем ИБ высоких показателей, которые, в свою очередь, являются очень затратными [4; 9].

По мнению авторов, единое цифровое пространство необходимо выстроить на платформе, которая представлена системой, объединяющей бизнес-процессы на различных предприятиях и в отрасли в целом. Модель информационной безопасности цифрового производства должна строиться с учетом следующих требований к развитию платформы единого цифрового пространства (рис. 2) [9].

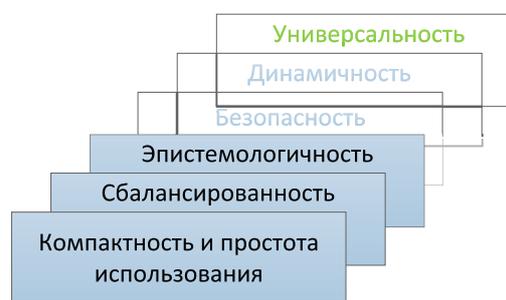


Рис. 2. Общие требования к платформе единого цифрового пространства для организации ЦП

1. Компактность и простота использования – автоматизация и роботизация работы с большим объемом данных (Big Data, IoT,

Blockchain) на всех уровнях архитектуры цифрового производства.

2. Сбалансированность – свойство соблюдения баланса по всем системам цифрового производства, в том числе и в межотраслевых связях.

3. Эпистемологичность – свойство платформы единого цифрового пространства соответствовать стратегии развития, планируемыми целям и задачам.

4. Безопасность – обеспечение информационной безопасности единого цифрового пространства платформы ЦП, при котором обеспечивается защищенность от внешних и внутренних угроз.

5. Динамичность – свойство единого цифрового пространства платформы ЦП, при котором обмен данными происходит в режиме реального времени по прямым и обратным связям всех механизмов, что позволяет повысить чувствительность в работе ЦП.

6. Универсальность платформы единого цифрового пространства, как предлагается авторами, представляет собой возможность платформы в режиме реального времени проводить изменения в структуре и свойстве элементов без остановки процессов на цифровом производстве. Подразумевается, что часть объемов производства будет перераспределена на смежные цифровые предприятия, что позволит оперативно переналадить производственную линию [10–12].

По мнению авторов, переход к цифровому производству требует изучения и снижения рисков не только в ИБ, но и в других направлениях: политических, финансово-экономических, правовых, технологических, управленческих, социальных [13–15].

Далее в рамках цифрового предприятия более подробно рассмотрим технологические и правовые риски.

Технологические риски, как и риски информационной безопасности, позволяют оценить уязвимости системы и выделить несовершенство внедряемых новых технологий [13], например:

- заимствованные технологии, сервисы, программное обеспечение;
- киберпреступность и электронный шпионаж;
- утечка данных;
- возможные уязвимости новых цифровых технологий цифровой экономики (BigData, IoT, Blockchain);
- расширение проникновения информационных систем в системы государственного и военного управления;
- передача функции принятия решений от человека к ИИ и др.

Риски правового характера при реализации системы ИБ для организации цифрового производства, прежде всего, будут проявляться в неопределенности законодательства, регулирующего деятельность в виртуальном пространстве. Для снижения рисков в области права необходимо уже сегодня прорабатывать и принимать нормативно-правовые документы, направленные на пресечение роста мошенничества и коррупционных действий в едином цифровом пространстве цифрового производства. Кроме того, существует ряд вопросов, которые требуют детального рассмотрения и связаны с трудовыми отношениями и статусом компании, входящей в комплекс цифрового производства. Например [13]:

– юридическая неопределенность ответственности субъектов правоотношений при организации цифрового производства;

– отставание нормативно-правового регулирования экономических отношений в «виртуальном пространстве» от скорости «цифровизации»;

– регуляторные проблемы, обеспечение юридической значимости технологий цифровой экономики и цифрового производства;

– неопределенность правового статуса трудовых отношений в цифровой среде;

– отсутствие правового механизма контроля и надзора соответствия установленным требованиям;

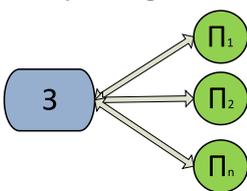
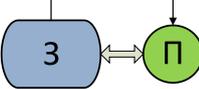
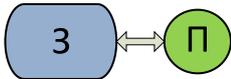
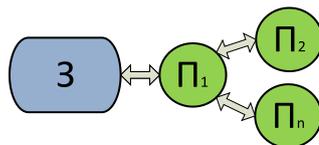
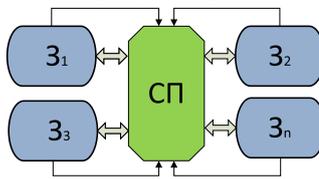
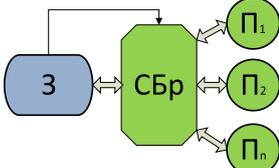
– отсутствие правового управления регулирования деятельности коммерческих организаций по сбору, передаче, хранению и обработке цифровых данных субъекта и др.

Для обеспечения ИБ при трансформации современного производства к ЦП (рис. 1) авторы предполагают, что создание профильных центров компетенций обеспечит высокий уровень проводимых работ и концентрацию высококвалифицированных специалистов на стратегически важных направлениях.

Например, создание центра компетенций ИБ (ЦКИБ) для цифрового производства в машиностроении позволит накапливать знания и реализовывать их в рамках единого цифрового пространства отрасли или комплекса предприятий [16]. После разрешения правовых рисков и вопросов для ЦП отношения между предприятиями и ЦКИБ можно будет выстраивать по следующим моделям (таблица) [17].

По мнению авторов, при обеспечении информационной безопасности центрами компетенций для переходных моделей к цифровому предприятию наиболее подходящими являются модели «Консорциум потребителей», «Сервисный бренд» и «Головной поставщик».

Модели сорсинга ИБ для центров компетенций в условиях перехода от современного к цифровому производству

№ п/п	Модель сорсинга ИБ (графическая модель)	Описание	Достоинства	Недостатки
1	<p>Внутренний поставщик</p>  <p>З – заказчик; П – поставщик</p>	Подразделение компании обеспечивает ИБ (ИТ или ИБ – служба)	Гибкость при реализации проектов ИБ. Оперативность выполнения работ	Ограничения в масштабах, знаниях, доступности к ресурсам и внешнему рынку
2	<p>Мультисорсинг</p> 	Селективный (выборочный) аутсорсинг ИБ	Надёжность за счет распределения контрактов на оказание услуг ИБ и выбор лучшего аутсорсера	Сложности с ведением документации. Высокие риски при выстраивании работы по ИБ
3	<p>Инсорсинг</p> 	Служба ИБ – в качестве отдельной бизнес-единицы	Оказание услуги ИБ на основе некоторых введенных бизнес-правил (относительно формальные контракты, SLA, определение стоимости услуг). Высокая степень автономности	Ограниченность в масштабах знаний и доступа к инновационным ресурсам. Низкая степень контроля утечки информации. Ответственность на заказчике
4	<p>Полный аутсорсинг</p> 	Заключение контракта с единственным поставщиком (ESP) на все услуги ИБ	Перекрытие большей части потребностей компании в услугах ИБ. Стратегическое партнерство топ-менеджмента компании с поставщиком. Заключение долгосрочных (на срок 5–10 лет) контрактов	Низкая степень автономности ИБ заказчика. Высокие риски утечки информации. Ответственность в равных долях, но чаще всего на поставщике
5	<p>Консорциум:</p> <p>а) консорциум лучших</p>  <p>б) консорциум потребителей</p>  <p>СП – совместное предприятие</p>	Создается для полного аутсорсинга ИБ по крупным государственным контрактам и/или проектам единичных интернациональных компаний	Большие объемы. Доступность к инновационным технологиям. Кооперация	Сложность в реализации. Высокие требования к уровню компании и квалификации сотрудников ИБ
6	<p>Сервисный бренд</p>  <p>СБр – сервисный бренд</p>	Компания создается для предоставления услуг большой организации или группе компаний	Создается под определенную компанию с последующим выходом на внешний рынок	Ограничения в ресурсах и времени. Зависимость от инновационных технологий

Окончание таблицы				
№ п/п	Модель сорсинга ИБ (графическая модель)	Описание	Достоинства	Недостатки
7	<p>Головной поставщик</p> <p>ГП – головной поставщик</p>	Управление и интеграция возможностей различных поставщиков услуг ИБ с целью наследования возможности предоставления услуг ИБ заказчику	Снижение стоимости услуг за счет массовости процессов. Стандартизация процессов ИБ	Высокая зависимость от внешних факторов и поставщика

Заключение

Будущее за цифровыми технологиями [2; 14; 18]. Корректно сформулированная и принятая концепция перехода от современного производства к ЦП позволит оптимизировать затраты и обеспечить преимущество в долгосрочной перспективе. Осуществление перехода к цифровым предприятиям предлагается через промежуточные модели, ориентированные на центры компетенций, которые в свою очередь базируются на элементах цифровой архитектуры производства с учетом специфики отрасли. Многие вопросы ЦП еще требуют детального рассмотрения (правовые, управленческие, ИБ и др.). Однако вопросы информационной безопасности необходимо прорабатывать уже сегодня, что позволит снизить риски в работе всех механизмов ЦП. Цифровое производство подразумевает общее пространство для предприятий отрасли и сектора экономики, поэтому модель сорсинга ИБ должна быть адекватной ситуации и эффективной. По мнению авторов, работа предприятий ЦП в будущем будет представлять общий комплекс, увязанный на платформе единого цифрового пространства, что в свою очередь потребует от центров компетенций высоких показателей эффективности функционирования.

Экономический эффект от моделирования, прогнозирования, разработки моделей ИБ для ЦП с учетом концепции «Индустрия 4.0», а также подготовка кадров с учётом перспектив в направлении ИБ позволит оптимизировать затраты и обеспечить повышение эффективности производства на 12–20%.

Список литературы

1. Почти 80% российских компаний столкнулись с кибератаками в 2019 году. COMNEWS. Новости цифровой трансформации, телекоммуникаций, вещания и ИТ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/203714/2019-12-23/2019-w52/pochti-80-rossiyskikh-kompaniy-stolknulis-kiberatakami-2019-godu> (дата обращения: 01.02.2021).

2. Зегжда Д.П., Васильев Ю.С., Полтавцева М.А., Кефели И.Ф., Боровков А.И. Кибербезопасность прогрессивных производственных технологий в эпоху цифровой трансформации // Вопросы кибербезопасности. 2018. № 2 (26). С. 2–15.

3. Фролов А.Л. Специфика экономического анализа инновационных проектов // Экономический анализ: теория и практика. 2013. № 1. С. 25–31.

4. Николаевский В.В., Рудковская О.Г. Нелинейная динамика развития и проектный подход в методологии стратегического планирования // Научные исследования экономического факультета. Электронный журнал. 2018. Т. 10. № 3(29). С. 7–26.

5. Зеленков Ю.А. Гибкая корпоративная информационная система: концептуальная модель, принципы проектирования и количественные метрики // Бизнес-информатика. 2018. № 2 (44). С. 30–44.

6. Иванов А.А. Автоматизация технологических процессов и производств: учебное пособие для вузов по специальности «Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение)» (направление «Автоматизированные технологии и производства») и направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». 2-е изд., испр. и доп. М.: Форум, ИНФРА-М, 2015. 223 с.

7. Прохончуков С.Р., Подлевских А.П. Повышение эффективности распределения пропускной способности магистрали сети автоматизированной системы управления между гибкими производственными модулями // Фундаментальные исследования. 2014. № 11–4. С. 783–792.

8. Андреев Ю.С., Дергачев А.М., Жаров Ф.А., Садьрин Д.С. Информационная безопасность автоматизированных систем управления технологическими процессами // Изв. вузов. Приборостроение. 2019. Т. 62. № 4. С. 331–339.

9. Евтянова Д.В. Критерии создания цифровых платформ управления экономикой // Экономические системы. 2017. Т. 10. № 3(38). С. 54–57.

10. Ряполова Е.И., Шрейдер М.Ю., Боровский А.С. Метод обработки информации для поддержки принятия решений в управлении облачным сервисом // Вопросы кибербезопасности. 2018. № 3 (27). С. 39–46.

11. Кудрявцев Д.В., Зараменских Е.П., Арзумян М.Ю. Разработка учебной методологии управления архитектурой предприятия // Открытое образование. 2017. Т. 21. № 4. С. 84–92.

12. Прохончуков С.Р., Подлевских А.П., Квасова Е.Н. Коммуникационный уровень распределенной системы управления гибкими производственными модулями // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–1. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=18705> (дата обращения: 10.02.2021).

13. Графова Т.О., Шаповалов А.Ф. Риски и угрозы экономической безопасности в цифровой экономике // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2020. Т. 9. № 1(30). С.382–386.

14. Подлевских А.П., Фролов А.Л. Экономическая оценка обоснованности выбора инновационного проекта // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 12–7. С. 1287–1292.

15. Ретюньских С.Н. Направления реализации в таможенных органах доктрины информационной безопасности Российской Федерации // Цифровая таможня и «Единое окно»: тренды и содержание: сборник материалов научно-практической конференции. Люберцы: ГКОУ ВО «Российская таможенная академия», 2017. С. 47–53.

16. Прохончуков С.Р., Подлевских А.П., Методология написания магистерских диссертаций студентами направ-

лений «Информатика и вычислительная техника» // Образовательная среда сегодня и завтра: сборник научных трудов IX Международной научно-практической конференции / Под общ. ред. Г.Г. Бубнова, Е.В. Плужника, В.И. Солдаткина. 2014. С. 84-89.

17. Петренко С.А., Ступин Д.Д. Национальная система раннего предупреждения о компьютерном нападении: научная монография / Под общ. ред. С.Ф. Боева. СПб.: Издательский Дом «Афина», 2017. 440 с.

18. Ретюньских С.Н. Анализ стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы // Аллея науки. 2018. Т. 1. № 8(24). С. 596–602.

УДК 53.089.6

ТРЕБОВАНИЯ К КОМПЕТЕНТНОСТИ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ И КАЛИБРОВОЧНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

Родин В.В., Юртайкин О.А.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарёва», Саранск, e-mail: 89879979005@rambler.ru

В статье рассматриваются вопросы, связанные с проведением испытаний и калибровки. При проведении испытаний и калибровки в специализированных лабораториях важная роль отводится использованию современной нормативной базы, соответствующей этим видам деятельности. В статье рассматривается нормативная база испытательных и калибровочных лабораторий. Анализируются требования принятого в 2019 г. стандарта ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий», определяющего необходимые требования и виды деятельности. Стандарт характеризуется тенденцией риск-ориентированного подхода, предусматривающего сокращение требований предписывающего характера в пользу требований описывающего характера. Такой подход предполагает прагматичность и однозначность. Выявляются новые положения, улучшающие деятельность лабораторий, по сравнению с предшествующей версией стандарта. Рассматриваются основные разделы стандарта. Дается описание основных терминов. Особое внимание уделено метрологической прослеживаемости и системе менеджмента. Сравняются российские и международные требования к проведению калибровки. Рассматриваются недостатки в требованиях существующих нормативных документов. Даются рекомендации по внесению корректив в деятельность испытательных и калибровочных лабораторий. Делается заключение о более совершенном характере стандарта в отношении требований к процессам, процедурам, записям (документированной информации) и распределению ответственности.

Ключевые слова: требования, стандарт, компетентность, лаборатория, калибровка, испытания, аккредитация

COMPETENCE REQUIREMENTS FOR TESTING AND CALIBRATION LABORATORIES

Rodin V.V., Yurtaykin O.A.

National Research Mordovia State University, Saransk, e-mail: 89879979005@rambler.ru

The article discusses issues related to testing and calibration. When testing and calibrating in specialized laboratories, an important role is assigned to the use of a modern regulatory framework appropriate to these types of activities. The article discusses the regulatory framework of testing and calibration laboratories. The requirements of the standard GOST ISO / IEC 17025-2019 «General requirements for the competence of testing and calibration laboratories», which determines the necessary requirements and activities, are analyzed. The standard tends to be a risk-based approach, with a reduction in prescriptive requirements in favor of descriptive ones. This approach assumes pragmatism and unambiguity. New provisions are identified that improve laboratory performance over the previous version of the standard. The main sections of the standard are considered. A description of the main terms is given. Particular attention is paid to metrological traceability and management system. Russian and international requirements for calibration are compared. The drawbacks in the requirements of the existing regulatory documents are considered. Recommendations are given on making adjustments to the activities of testing and calibration laboratories. A conclusion is made on the more perfect nature of the standard in relation to the requirements for processes, procedures, records (documented information) and distribution of responsibilities.

Keywords: requirements, standard, competence, laboratory, calibration, testing, accreditation

Испытательные и калибровочные лаборатории являются важнейшим звеном обеспечения выпуска продукции, отвечающей высоким требованиям качества и запросам потребителей. Деятельность таких лабораторий регламентируется нормативными документами, основным из которых является стандарт ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» [1]. Стандарт приказом Росстандарта № 385-ст от 15 июля 2019 г. введен в действие с 1 сентября 2019 г. Начал применяться с целью аккредитации и подтверждения компетентности лабораторий с 24 сентября 2019 г. Он является пересмотренной верси-

ей стандарта ISO/IEC 17025-2005, созданного международной группой WG44 [2]. Данный стандарт идентичен международному стандарту ISO/IEC 17025-2017 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».

Основной целью исследования является анализ основных положений стандарта ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий», определение их отличий от предыдущей версии нормативного документа. Разработка рекомендаций по переводу деятельности лабораторий на современную нормативную базу.

Материалы и методы исследования

При проведении испытаний и калибровки в специализированных лабораториях важная роль отводится использованию нормативной базы соответствующей этим видам деятельности. Основополагающим документом в сфере метрологии является федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» [3]. Он определяет формы государственного регулирования, основные положения при проведении измерений, при аккредитации в области обеспечения единства измерений, выполнении поверки. В законе дается понятие калибровки, разъясняется возможность её проведения и использования результатов. Более детальное рассмотрение вопросов проведения измерений, испытаний осуществляется в стандартах. Во всём мире наблюдается тенденция риск-ориентированного подхода в стандартах, предусматривающая сокращение требований предписывающего характера в пользу требований описывающего характера. Такой подход предполагает прагматичность и однозначность, так как речь идёт о действиях по отношению к рискам и возможностям.

Стандарт ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 является основным нормативным документом для испытательных и калибровочных лабораторий. В нём лаборатория представляется не как организация (даже если лаборатория сама является организацией), а как структурное подразделение организации. Дано само определение «лаборатории» как органа, осуществляющего все три или один из видов деятельности:

- калибровка (так как в лабораторной деятельности в большинстве стран нет понятия «поверка», то в некоторых случаях под калибровкой подразумевается процедура, схожая с российской поверкой);
- испытания;
- отбор образцов (проб), если это связано с последующей поверкой, калибровкой или испытаниями, подразумеваемая, что под образцом понимается и проба и изделие, то есть образец – это то, что потом калибруется.

В стандарте также был актуализирован целый ряд иных терминов и ссылочных документов.

Значительным плюсом являются более точно изложенные требования к беспристрастности и конфиденциальности, особенно с учётом неточной и плавающей трактовки и отсутствию требований к беспристрастности в нашей стране, когда каждый эксперт понимал трактовку по-своему. Теперь в терминах точно ограничены дозво-

ления и запреты и есть указание, что за невыполнение требований или за риски их невыполнения отвечает лаборатория [4].

Однозначно были разделены требования к разным видам деятельности. В ряде случаев можно не обращаться в аккредитованную калибровочную лабораторию, а проводить калибровку самим и получать документы по калибровке. К примеру, так как организация сама закупает стандартные образцы и в документации к нему указано, что каждый определенный промежуток времени нужно определять метрологические характеристики, что в зарубежных странах является калибровкой, так как там важна прослеживаемость образца. В России это калибровкой не является, и тут возникает противоречие.

Однозначно изложены обстоятельства, когда можно использовать субподрядчиков, расширены и усилены требования к метрологической прослеживаемости. Прибавило удобства то, что были сгруппированы разделы про отбор проб. Был сделан правильный порядок управления данными и информацией, акцент на деятельность лаборатории.

Также были добавлены приложения «метрологическая прослеживаемость» и «варианты системы менеджмента» со справочным статусом. Даны ссылки на документы, которые лаборатории обязаны выполнить, и указаны способы интеграции.

При написании стандарта не было убрано ничего с предыдущей его версии, все пункты были сохранены с изменениями в плане форматирования и изменения объемов, установления менее жёстких требований. Примером могут служить разделы «заключение субподряда на проведение испытаний калибровки» и «приобретение услуг и запасов», которые были не убраны, а включены в раздел продукция и услуги, предоставляемые внешними поставщиками. Нормативы раздела «обслуживание заказчиков» были включены в другие пункты, а «предупреждающие действия» преобразованы в «действия, связанные с рисками и возможностями», что является схожим, так как и предупреждающие действия основаны на рисках, с той ключевой разницей, что теперь риски нужно документировать [5].

В стандарте понятия «беспристрастность» и «конфиденциальность» выделены в отдельный раздел, который отличается сжатостью и высокой конкретикой.

Если структура лаборатории в предыдущей версии была описана в подразделе «организация», то теперь был создан новый раздел «требования к структуре». Появились принципиальные требования к структуре лаборатории, изменились требования

к ней. Лаборатория должна не только являться самостоятельной правовой единицей, но и быть юридическим лицом или его структурным подразделением и нести юридическую ответственность. Также там собраны требования не только к структуре лаборатории, но и требования к функциям лаборатории, которые должны исполняться создающейся структурой.

Раздел стандарта «требования к процессу» описывает работу лаборатории, момент её начала и последовательность этапов. Работа лаборатории начинается с запроса, заявки, согласования методики, по которым будут проходить испытания и калибровка. Далее отбираются образцы и при необходимости подготавливаются к испытаниям. Свидетельством о том, что были проведены испытания или калибровка, являются технические записи, которые были выделены в отдельный подраздел «технические записи». Далее оценивается неопределённость полученных результатов, убеждаются в их достоверности, оформляется отчёт о результатах. Отчёт о результатах предлагается в форме отчета об испытаниях и свидетельства (сертификата) о калибровке. Не удивительно, что свидетельство о поверке в стандарте ISO/IEC 17025-2017 не упоминается, так как в большинстве стран поверка не распространена, а представители из России в разработке стандарта не участвовали и присоединились только к моменту голосования.

В разделе стандарта «жалобы» описаны минимальные элементы рассмотрения жалобы, а также говорится, что лаборатория несёт ответственность за сбор сведений о жалобе и должна донести до заявителя сведения о результатах её рассмотрения. Прописаны действия по оценке, корректировке или аннулированию (при необходимости) результатов работы, её возобновлению и исключению повторения ошибок. Если исключить повторения несоответствия качеству не предоставляется возможным, то лаборатория должна обеспечить алгоритм выполнения корректирующих действий. Весь этот процесс должен быть прописан в подразделе «управление несоответствующей работой».

Подраздел «управление данными и информацией» включает всё, что влияет на лабораторную деятельность и на достоверность результатов, и должен включать критерии к хранению информации, необходимой для деятельности.

Испытательные и калибровочные лаборатории обязаны не только описывать возможные риски, но и планировать и внедрять систему действий по работе с рисками, чтобы избежать или минимизировать потенци-

альный ущерб. Лаборатории сами решают, какие риски учитывать и рассматривать, и несут ответственность. Предусматривается возможность мониторинга и оценивания вероятности возникновения рисков и соответствующая система противодействия. Оптимальным вариантом является учет рисков, существенно влияющих на деятельность лаборатории и против которых она способна предпринять меры действия. При появлении ранее непредвиденных новых рисков лаборатория может включить их в состав учитываемых.

Помимо компетентности, к документам лаборатории добавились новые требования к беспристрастности и стабильному функционированию, смысл которых прописан не концентрированно, а расписан по всему стандарту, а также изложен в критериях аккредитации. Стабильное функционирование подразумевает, что, несмотря на любые обстоятельства и факторы, лаборатория должна выполнить обязательства по договору. Поэтому в случае непредвиденных ситуаций лаборатория должна иметь механизмы реализации своих обязательств перед заказчиком, одним из которых служит заключение субподряда. В разделе «требования к структуре» определяется обеспечение стабильной лабораторной деятельности и достоверности результатов.

В разделе «требования к ресурсам» кроме самих ресурсов добавили вспомогательные службы, которые могут не входить в структуру лаборатории. Речь идёт о требованиях раздела «требования к структуре», необходимости создания структуры подчинённости и взаимодействия со вспомогательными службами, где вспомогательные службы – это элементы, включённые в систему всего предприятия, в том числе и структурных подразделений. Деятельность вспомогательных служб отнесена к ресурсам, требования к лабораториям распространяются и на эти службы, а значит, документация лаборатории должна охватить их и донести необходимые требования.

В стандарте уделено внимание понятию «верификация». Кроме методик, верифицируется то, чем работает лаборатория: персонал, оборудование, помещения и окружающая среда. Верификация должна подтвердить, что в данных условиях при конкретной методике, при данном оборудовании, в данных помещениях лаборатория достигает установленного требования к достоверности результатов измерений. При верификации необходимо выполнить условия методик и стандарта.

Риски упомянуты в разделе «беспристрастность» в части лабораторной дея-

тельности. Как было сказано, лаборатория сама решает, какие риски учитывать, но она должна непрерывно следить за возможными рисками для своей беспристрастности и при их обнаружении осуществить устранение или максимальную минимизацию с учётом имеющихся ресурсов.

В стандарте нет однозначного определения достоверности, но она подразумевает воспроизводимость, сходимость и метрологическую прослеживаемость. Из определения «прослеживаемость», представленного в федеральном законе «Об обеспечении единства измерений», вытекает, что результат измерений документально должен быть привязан к эталону. Примером этого может служить принятое в приказе № 1815 Министерства промышленности и торговли РФ свидетельство о поверке, где указывается информация об эталоне. Таким образом, с помощью свидетельства можно обеспечить прослеживаемость. В разделе «требования к ресурсам» кроме таких стандартных ресурсов, как персонал, оборудование, помещения, продукция, добавлен ресурс «метрологическая прослеживаемость».

Полученные результаты лаборатории фиксируют в протоколе, на основе которого оформляют свидетельство. В протоколе испытаний фиксируется номер свидетельства и кем оно выдано. Так как в России отсутствует единый реестр свидетельств, каждая лаборатория сама их нумерует, поэтому один номер может стоять на разных свидетельствах.

Результаты исследования и их обсуждение

В российском законодательстве есть проблемы, связанные с терминологией, применением ISO/IEC 17025-2017 и признанием результатов поверочных лабораторий за пределами России. Поверочные лаборатории, исполняя требования российского законодательства, нарушают требования стандарта. Следовательно, протоколы могут не принять заказчики, осуществляющие деятельность за пределами России.

Если лаборатории выполняют работу и для зарубежных компаний, и для российских, то таким лабораториям одни и те же средства измерений придётся калибровать и поверять, что значительно увеличивает затраты.

Термин «калибровка» и применение калибровки в России и в международных стандартах отличается. Принципиальное отличие состоит в том, что процедура калибровки в России не применяется для средств измерений, предназначенных для использования в сфере государственного регулиро-

вания обеспечения единства, а за её пределами может применяться. В нашей стране для этих целей используется поверка.

В стандарте в требовании к оборудованию прописаны случаи, когда необходима калибровка, а именно когда она влияет на достоверность и необходима для метрологической прослеживаемости. В связи с различием этого понятия в России и в данном стандарте, этот термин ближе к российской поверке. Существует необходимость в разграничении этих понятий во избежание недопонимания.

Требования к системе менеджмента включают в себя два варианта. Первый – это минимальный набор требований, и второй – отвечающий стандарту ISO 9001 [6]. Использовать первый вариант рекомендуется для небольших лабораторий. При составлении международного стандарта отмечено, что речь идёт о системе менеджмента, но не указано, о какой системе идёт речь. В связи с тем, что лаборатория является частью организации, раздел «требования к системе менеджмента» выписан не отдельно для лаборатории, так как структурные требования ограничивают возможности. Если у лаборатории есть собственный бюджет и ресурсы, что встречается очень редко, то требования менеджмента возможно применить только для неё. Цель внедрения системы – это демонстрация выполнения требований стандарта ISO/IEC 17025-2017, обеспечение качества выполняемых работ.

О требованиях, связанных с рисками и возможностями, в стандарте сказано в форме требований к лаборатории о сокращении риска выдачи недостоверных результатов и предотвращения возможности их развития. Необходимо учитывать, что устранение несоответствий, внедрение новых методик, расширение области аккредитации может привести к несоразмерным финансовым затратам по сравнению с потенциальной выгодой. Легко устранимые риски часто определяются человеческим фактором, а именно неправильной трактовкой документов, двусмысленностью их написания, недостаточной квалификацией. К более серьёзным источникам рисков относят некомпетентно изложенные процессы и процедуры, недостаточную или нецелесообразную ресурсную обеспеченность.

Поиск рисков возможен распространёнными методами идентификации: мозговым штурмом, методом использования предыдущего опыта, методом бенчмаркинга и методами статистики. Метод предыдущего опыта можно использовать с учетом уже введенных корректирующих действий в области рисков, анализируя их воздействие.

Бенчмаркинг подразумевает использование лучшего опыта, но, в связи с коммерческой тайной, лаборатории редко раскрывают свои методы. Метод статистики сложен из-за необходимости использования большого количества данных, их накопления, анализа несоответствий, долговременной работы лаборатории.

В стандарте следует обращать особое внимание на примечания, так как они дают не только разъяснения, но и являются руководящими указаниями, что в случае невыполнения их может расцениваться как невыполнение требований.

Заключение

Анализируя вышесказанное, можно сделать вывод о несомненном развитии стандарта по сравнению с предыдущей версией в лучшую сторону в отношении требований к процессам, процедурам, записям (доку-

ментированной информации) и распределению ответственности.

Список литературы

1. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. М.: Стандартинформ, 2019. 26 с.
2. International standard ISO/IEC 17025-2005. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. ISO/CASCO, 2005. 28 p.
3. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» // Собрание законодательства. 2008. № 102. 18 с.
4. Юргайкин О.А., Родин В.В. Требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий // Инновационные научные исследования. 2020. Вып. 2 (1). С. 39–44.
5. Канинина Е.Н., Аверьянова Е.Г., Святкина М.А. Анализ требований к метрологическому обеспечению испытательных лабораторий // XLVII Огарёвские чтения: материалы науч. конф.: в 3 ч. Технические науки. Саранск: Мордов. гос. ун-т, 2019. С. 319–322.
6. ГОСТ ISO 9001–2015. Системы менеджмента качества. Требования. М.: Стандартинформ, 2015. 24 с.

УДК 004.4'2

ПРОВЕРКА КОДА НА УЯЗВИМОСТИ НА ВСЕХ СТАДИЯХ РАЗРАБОТКИ

Скрыпников А.В., Денисенко В.В., Высоцкая И.А., Савченко И.И., Евтеева К.С.
*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Воронеж,
e-mail: skrypnikovvsafe@mail.ru, v.denisenko1@yandex.ru, i.a.trishina@gmail.com,
ilona.savchenko.2016@mail.ru, evteeva2020@inbox.ru*

В работе рассматриваются и анализируются современные инструментальные средства проверки кода программ на неисправности и уязвимости. Необходимость такого исследования обусловлена тем, что использование любого программного обеспечения должно осуществляться под контролем службы информационной безопасности предприятия. Так, например, ошибки в программном коде могут привести к сбою отлаженных бизнес-процессов организации и привести к уничтожению или повреждению базы данных. Заказчикам программного продукта стоит производить тестирование программного обеспечения, которое приобретается и вводится в эксплуатацию, независимо от разработчиков. Создание нового программного обеспечения, гарантированно устойчивого к вредоносным воздействиям, сопряжено с существенными затратами как времени, так и материальных ресурсов. Всестороннее и глубокое рассмотрение методов и средств проверки кода программ на неисправности и уязвимости позволяет выбрать оптимальный подход к тестированию нового программного продукта. Для обеспечения корректного тестирования программного обеспечения сформулированы нормы инструментальных средств статистического анализа кода, приводится систематизация обнаруженных уязвимостей, даются рекомендации о содержании отчета после выполнения анализа кода. Инструментальные средства в статическом анализе кода, соответствующие всем нормам, точнее определяют неисправности кода и предоставляют возможности затрачивать меньше ресурсов на тестирование, разработку и устранение ошибок.

Ключевые слова: разработка программного обеспечения, уязвимость, тестирование, инструментальные средства статистического анализа кода, информационная безопасность

CHECKING CODE FOR VULNERABILITIES AT ALL STAGES OF DEVELOPMENT

Skrypnikov A.V., Denisenko V.V., Vysotskaya I.A., Savchenko I.I., Evteeva K.S.
*Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, e-mail: skrypnikovvsafe@mail.ru,
v.denisenko1@yandex.ru, i.a.trishina@gmail.com, ilona.savchenko.2016@mail.ru, evteeva2020@inbox.ru*

The paper considers and analyzes modern tools for checking program code for faults and vulnerabilities. The need for such a study is due to the fact that the use of any software should be carried out under the control of the information security service of the enterprise. So, for example, errors in the program code can lead to the failure of the well-functioning business processes of the organization, and lead to the destruction or damage of the database. Customers of a software product should test software that is purchased and put into operation, regardless of the developers. Creation of new software that is guaranteed to be resistant to harmful influences is associated with significant expenditures of both time and material resources. A comprehensive and in-depth consideration of methods and tools for checking program code for faults and vulnerabilities allows you to choose the optimal approach to testing a new software product. To ensure correct software testing, the norms of tools for statistical analysis of the code are formulated, the systematization of the detected vulnerabilities is given, and recommendations are given on the content of the report after the analysis of the code. Code static analysis tools that comply with all standards more accurately identify code faults and provide opportunities to spend less resources on testing, development and troubleshooting.

Keywords: software development, vulnerability, testing, statistical code analysis tools, information security

В современном бизнесе элементы интернет-технологий и автоматизации являются одними из основных составляющих. Потребности в необходимом программном обеспечении сильно опережают возможности предоставления рынком всех необходимых для этого ресурсов. Очень часто при передаче готового программного продукта в использование заказчику проверка кода по стандартам информационной безопасности проходит некорректно, что может привести к весомым потерям.

В настоящее время существует ряд факторов, которые приводят к скачкообразному росту убытков, связанных с кибербезопасностью. По данным ВЭФ и Сбербанка,

мировые убытки в области кибербезопасности в 2020 г. приближаются к отметке в 3 трлн долл. Официальный ежегодный отчет Cybersecurity Ventures о киберпреступности прогнозирует двукратный рост расходов в 2021 г., что кажется весьма реалистичным, если учесть последствия пандемии и связанных с ней изменений в области кибербезопасности, вызванных массовым переходом на удаленный режим работы.

Целью работы является анализ современных инструментальных средств проверки кода программ на неисправности и уязвимости. Сформулированы нормы для инструментальных средств статистического анализа кода, приведена системати-

зация обнаруженных уязвимостей, даются рекомендации о содержании отчета после выполнения анализа кода.

Инструментальные средства статистической проверки кода

Новые структуры сделаны из большого количества компонентов, которые связаны сложными и непрозрачными связями. Такие связи тяжело удерживаются во внимании, потому что не всегда используются необходимые инструментальные средства (ИС), делающие визуализацию потоков информации, а также передачу управления с одного элемента на другой во время работы программы. Самые популярные уязвимости, которыми чаще всего пользуются злоумышленники, находятся в стыках различных элементов (рисунок).

Следовательно, полный анализ и тестирование кода по всем нормам информационной безопасности (ИБ) предоставляет возможность улучшить программный продукт [1]. Проверка кода по нормам безопасности является важнейшим этапом уже при проектировании. По исследованиям учёных Гарвардского университета, ошибки, выявляющиеся на этапах тестов, в среднем стоят 960 долл., а неисправности, найденные на этапе использования, стоят 7600 долл. И это не включая фактор того, какие проблемы может принести злоумышленник, используя уязвимости использования [2]. В связи с этим за последние годы спрос на разработку программного обеспечения значительно повысился, что стало причиной нехватки опытных разработчиков. Так, например, ошибки в программном коде могут привести к сбою отлаженных бизнес-процессов организации и привести к уничтожению или повреждению базы данных [3].

Заказчикам программного продукта стоит производить тестирование программного обеспечения, которое приобретает и вводится в эксплуатацию, наравне с разработчиками. Такой подход позволяет, узнав о неисправностях кода, применить настраиваемую защиту периметра, до момента корректировки программы.

IT-индустрия сейчас предоставляет огромное количество инструментальных средств, которые активно используются для разработки программных продуктов. Однако использование продуктов от разных производителей имеет недостатки: так, чтобы ввести в использование программный продукт, нужно предварительно настроить ПО, обучить персонал пользоваться им.

Чтобы контролировать качество разработки, создано много сценариев проведения тестов, отвечающих всем требованиям. Данные тесты используются в ПО автоматически или полуавтоматически. Это же касается проверки кода по нормам ИБ. На данный момент рынок имеет множество различных инструментальных средств (коммерческих и распространяемых) для проверки кода по нормам ИБ. Многие из этих средств применяются в разработке ПО, а также для выпущенного в работу программного обеспечения [4, 5].

Для инструментальных средств характерны следующие параметры:

а) ложные срабатывания – часть кода, которая выявлена как ошибочная, но такой не является. Ложные срабатывания бывают полезны тем, что анализ результатов проводится тщательно, однако возникают лишние затраты по времени;

б) пропущенные ошибки – неисправности в коде, которые не были обнаружены при анализе.

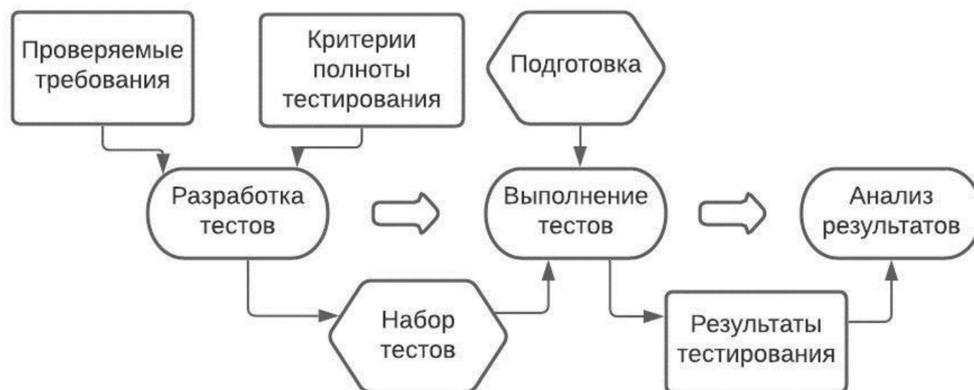


Схема процесса тестирования

Инструментальные средства статистической проверки кода, которые находятся в свободном распространении, представляют собой базу статистического анализа программы. Самая главная их ценность заключается в библиотеке правил, по которым определяются ошибки. Данные библиотеки разрабатываются большим количеством специалистов в сфере ИБ. Правила должны быть полноценными и точными, чтобы избегать ложных ошибок и прочих неполадок в анализе [6].

Также инструментальные средства проверки кода программы должны проводить анализ и внутренних частей кода, чтобы выявить все особенности разработки. Ошибки, которые не относятся к недокументированным возможностям (НДВ), считаются побочными дефектами в работе кода, предназначенного для функционирования структуры. Большую часть неисправностей, произведенных злоумышленниками, нельзя определить, проанализировав всего лишь текст программного продукта. Но при этом обнаружить НДВ можно, анализируя только исходный текст программного продукта, применяя специальную библиотеку примеров.

Для инструментальных средств статистического анализа кода, цель которых – определение неисправностей, можно сформулировать следующие нормы:

- использование эффективных технологий и способов для проведения глубокого анализа кода и определения всех неисправностей;
- обновление баз правил должно быть регулярным и гибким в настройках;
- постоянное предоставление информации по неисправностям и по их устранению;
- сравнение итогов анализа с повторным тестированием кода;
- поддержание разнообразных языков программирования;
- наличие концепции контроля версий и наблюдения погрешностей;
- наличие функционала, гарантирующего взаимосвязь между нормами создателей и специалистов, отвечающих за защищенность;
- минимальное число ошибочных срабатываний;
- представление итогов работы в подходящем для восприятия образе;
- присутствие средств механического формирования сведений;
- возможность осуществлять исследование кодировки удаленно.

Инструментальные средства в статическом анализе кода, соответствующие всем нормам, точнее определяют неисправности

кода и предоставляют возможности затрачивать меньше ресурсов на тестирование, разработку и устранение ошибок.

Интерфейс пользователя тоже является важной составляющей. Без качественного предоставления информации, визуализации и обобщения анализ будет терять эффективность.

Результаты исследования и их обсуждение

Компания HP предоставляет несколько различных программ для анализа ПО на соответствие нормам ИБ:

- HP Fortify Static Code Analyzer (SCA) – средство для проведения статистического анализа кода. Находит причину возникновения ошибки, обрабатывает результат и выдаёт способ по устранению ошибки в коде. Статистический анализ предоставлен для 21-го языка программирования.

- HP Интернет Inspect – механизм с целью динамического рассмотрения программного кода. Выполняет испытание дополнений, моделирующее настоящие атаки. Владеет механизмами управления ситуацией теста.

- HP Fortify SCA показывает высокое качество в сканировании. Этот вариант считается сбалансированным в отношении «время работы к количеству ложных срабатываний и пропущенных ошибок».

Также можно выделить HP WebInspect Real-Time, HP WebInspect Enterprise, HP Fortify Runtime Analyzer, HP Fortify SSC.

Решения, которые предлагает фирма IBM для проверки ПО на соответствующие требования, выглядят следующим образом:

- IBM AppScan Standard – механизм динамического рассмотрения программного кода («чёрный ящик»). Специализирован на розыске уязвимостей в функционирующем ПО, используется в прошедших стадиях исследования также уже после выпуска дополнения. Сравнительно прост в установке и настройке. Дает возможность отсылать информацию об обнаруженных уязвимостях в концепцию наблюдения погрешностей. В присутствии поддержки расширения JavaScript Security Analyzer способен осуществлять смешанное исследование JavaScript-программный код.

- IBM AppScan Source – механизм статического рассмотрения кодировки («белый ящик»). Он ориентирован на экспертов по информационной безопасности, требует определённой квалификации, создает объективную картину уязвимостей с привязкой к начальному коду. Гарантирует связь между работниками, отвечающими за информационную безопасность, и разработчиками.

Функционирует только лишь как приложение к IBM AppScan Enterprise и поддерживает 21 язык программирования.

• IBM AppScan Enterprise – интернет-механизм концентрированного динамического испытания программного кода и учёта уровня риска, которому он подвергается. Ориентирован в том числе на специалистов низкого уровня квалификации и даёт возможность составлять отчеты по итогам распознавания. При присутствии AppScan Source способен осуществлять испытание согласно способу «прозрачного ящика» (Glass Box), сравнивая итоги динамического и статического рассмотрения программного кода.

Обнаруженные уязвимости могут быть систематизированы согласно последующим показателям:

- степень риска (большой, умеренный либо небольшой);
- вид уязвимости;
- документ, в каком месте незащищенность была найдена;
- интерфейс приложения (акцентируются опасный вызов API-функции, также переданные ей доводы);
- состояние (номера строчки и столбика в файле с начальным кодом, в каком месте находится опасный вызов);
- систематизация (незащищенность либо редкий случай).

Не все без исключения итоги поиска считаются уязвимостями. Например, AppScan даёт последующий способ их систематизации:

1. Неисправность – место исходного кода, содержащее погрешности, позволяющие правонарушителю заставить приложение реализовывать внезапные действия, что приводит к неразрешенному доступу к сведениям, дефекту концепции и т.д.

2. Исключение вида I – опасное место исходного кода, скорее всего, представляющее уязвимость, при этом для отнесения его к классу с недостатком данных. К примеру, уровень подверженности нападению способен находиться в зависимости от характеристик применения динамических компонентов либо призыва библиотечных функций, о которых у AppScan мало данных.

3. Исключение вида II – опасное место исходного кода, для которого нереально оценить потенциал подверженности нападению.

С целью предоставления абсолютной защищенности дополнения необходимо осуществлять вспомогательные изучения для отнесения исключений или к уязвимостям, или к ошибочным срабатываниям,

при этом обрабатывание исключений вида II требует больше усилий. В последующем с целью лаконичности станем именовать итоги распознавания AppScan «уязвимостями», осознавая под этим непосредственно уязвимости также исключения I и II видов.

Инструментальные средства позиционируются как способ контроля информативной защищенности, при этом возможность интеграции с иными концепциями управления проектом не предусматривается. Кроме этого, в настоящее время Application Inspector даёт постоянный анализ только лишь с целью интерпретируемых стилей, но изготовитель свидетельствует о том, что помощь компилируемых стилей также станет присутствовать.

В настоящий период комплект используемых правил с целью поиска уязвимостей довольно небогат, но проводится постоянная деятельность по наращиванию основы правил, что даёт возможность верить в успешность плана выхода данного продукта в фавориты рынка в ближайшей перспективе.

Еще в одном инструментальном средстве статического анализа кодировки Veracode статический анализ доступен только лишь как услуга. Код, который следует обследовать, необходимо загрузить в сервер Veracode, специалисты осуществляют его распознавание и отправят отчет. Данный алгоритм работы не всегда является оптимальным и удобным, в особенности в банковской области, где к коду предъявляются высокие условия. Загрузка кодировки в посторонние серверы, тем более находящиеся не в Российской Федерации, очень ограничивает способности эксплуатации продукта.

На рынке услуг активно представлено инструментальное средство анализа программы Checkmarx. Результат работы программы демонстрирует качественные итоги распознавания, но отметим, что его основа уязвимостей менее абсолютная, нежели у соперников, в частности у HP Fortify. Сопоставление Checkmarx с HP Fortify SCA в пяти независимых проектах выявило, что при сравнимом времени работы средств число обнаруженных реальных уязвимостей у HP Fortify было больше. Соответственно, Checkmarx упускает уязвимости, которые распознаются автоматом.

Широко используется еще одно ИС – InfoWatch APPERCUT. APPERCUT осуществляет исследование по текстовому представлению программы. Однако все без исключения уязвимости, которые обнаруживает механизм APPERCUT при анализе проектов C/C++, можно выявить MVS (Microsoft Visual Studio) 2012 при включении функции абсолютной проверки.

Все уязвимости, найденные APPERCUT для Java-проектов, обнаруживает среда разработки Eclipse с плагином Find Bugs.

После выполнения правильного анализа кода, компании должен выдаваться отчёт, содержащий действительные неисправности, распределённые по уровням опасности. Для всех ошибок необходимо:

– дать полную информацию об опасности, которую может принести злоумышленник при использовании данной ошибки;

– описать пример использования данной ошибки злоумышленником, а также то, какой он должен обладать квалификацией для этого;

– предоставить информацию насчет решения данных проблем с учетом расходов.

После чего фирма будет знать все данные о коде и сможет принять решение по поводу его использования.

Заключение

Анализ современных инструментальных средств проверки кода программы показал, что даже при условии, когда инструментальные средства дают всю необходимую информацию о неисправностях, они всё равно должны быть проанализированы экспертами. Дополнительная проверка специалистом необходима для проведения качественного анализа кода. Иначе некоторые неисправности могут остаться незамеченными, что приведёт к нежелательным последствиям.

Несмотря на рассмотренные особенности и различия, при выборе инструментального средства статического анализа кода следует рассматривать все продукты, так как в каждой компании у специалистов по ИБ могут быть свои особенности в работе системы.

Использование программного обеспечения должно осуществляться под контролем службы информационной безопасности. Это необходимо, чтобы иметь управление над возможными рисками. Анализ кода программы должны выполнять ИБ-специалисты, потому что ошибки, которые не очень критичны для введения продукта в эксплуатацию, могут иметь большую значимость для информационной безопасности. Стоит всегда помнить о том, что всего лишь одна неисправность может привести к экономическим потерям, если она будет использована злоумышленниками. Благодаря качественному анализу кода, программное обеспечение будет максимально надёжным и работоспособным.

Список литературы

1. Буйневич М.В. Проблемные вопросы и тенденции обеспечения ИБ в сфере телекоммуникаций // Защита информации. Инсайд. 2017. № 1 (73). С. 49–55.
2. Skrypnikov A.V., Kozlov V.G., Denisenko V.V., Saranov I.A., Kuznetsova E.D., Savchenko I.I. Information security as the basis of digital economy. Advances in Economics, Business and Management Research. Proceedings of the Russian Conference on Digital Economy and Knowledge Management. 2020. P. 149–153.
3. Арапов Д.В., Скрыпников А.В., Денисенко В.В., Высоккая И.А. **Разработка и защита баз данных. Учебное пособие** по дисциплине «СУБД Oracle». Воронеж: ВГУИТ, 2020. 100 с.
4. Израйлов К.Е., Покусов В.В. Утилита для поиска уязвимостей в программном обеспечении телекоммуникационных устройств методом алгоритмизации машинного кода. Ч. 3. Модульно-алгоритмическая архитектура // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Т. 4. № 4. С. 104–121.
5. Krasov A.V., Arshinov A.S., Ushakov I.A. Embedding the hidden information into Java byte code based on operands' interchanging. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018. Т. 13. № 8. P. 2746–2752.
6. Буйневич М.В., Израйлов К.Е., Покусов В.В., Тайлаков В.А., Федулina И.Н. Интеллектуальный метод алгоритмизации машинного кода в интересах поиска в нем уязвимостей // Защита информации. Инсайд. 2020. № 5 (95). С. 57–63.

УДК 62-851.1

СИЛЬФОННЫЕ ПРИВОДНЫЕ МЕХАНИЗМЫ С УПРАВЛЯЕМЫМ НАПРАВЛЕНИЕМ КРИВОЛИНЕЙНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

Сысоев С.Н., Сурков А.В., Евстифеев П.В.

*ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича
и Николая Григорьевича Столетовых», Владимир, e-mail: mr.sania2555@mail.ru*

Статья посвящена совершенствованию работы приводов криволинейного перемещения, имеющих герметичную упругую сильфонную камеру с ограничителем её осевого удлинения. Анализируя работу объемных приводов, в которых для перемещения используют упругие свойства оболочки, были выявлены недостатки, связанные с отсутствием управления радиальным направлением криволинейного перемещения, что ограничивает их функциональные возможности и область применения. Предложена идея использования устойчивости осевого симметричного положения сильфона для управления направлением перемещения. Данная идея реализуется методом смещения в радиальном направлении ограничителя осевого перемещения сильфона. Для реализации данного метода разработаны новые устройства, в которых используются механизмы управления приводами. Предложенный привод криволинейного перемещения состоит из сильфона с двумя торцевыми крышками, связанными между собой ограничителем их осевого перемещения, образующими герметичную полость, выполненную с возможностью соединения со средством давления питания рабочей среды. На торцевой крышке по оси камеры установлена имеющая возможность поворота вокруг оси рукоятка управления, которая выполнена в виде коромысла, с закрепленным на нем ограничителем, смещающая его в исходном положении относительно оси сильфона в радиальном направлении. Применение поворотного механизма управления позволяет его разгрузить от силового воздействия со стороны троса. Однако данная реализация механизма управления, позволяющая регулировать радиальное направление криволинейного перемещения круговым движением, ограничивает возможности управления. Применение наклонного механизма управления устраняет перечисленные недостатки за счет дополнительной возможности смещения ограничителя от оси сильфона в радиальном направлении. Работоспособность и эффективность предложенного метода управления подтверждена макетированием, натурными исследованиями данных приводных механизмов. Кроме этого, выявлена возможность использования механизма управления в качестве силового приводного механизма для перемещения рабочего органа в требуемом направлении, существенно расширяющая его функциональные возможности.

Ключевые слова: рукоятка управления, приводы, криволинейное перемещение, сильфон

BELLOWS DRIVES WITH CONTROLLED TRAJECTORY OF CURVILINEAR MOVEMENT

Sysoev S.N., Surkov A.V., Evstifeev P.V.

*Alexander Grigorievych and Nikolay Grigorievich Stoletov Vladimir State University,
Vladimir, e-mail: mr.sania2555@mail.ru*

The article focuses on the improvement operation of curvilinear drives with a sealed elastic chamber equipped with an axial expansion limiter. The authors analyzed the operation of hydrostatic drives, which use the elastic characteristics of the chamber casing for movement, and identified the disadvantages associated with the lack of control of the radial direction, which limits their behavior and application area. The idea of using the stability of the axial symmetric position of the bellows to control the direction of movement is proposed. This idea is implemented by the method of displacement in the radial direction of the limiter of the axial movement of the bellows. We designed new devices with drive control mechanisms for the implementation of this method. The proposed drive of the curvilinear movement consists of a bellows with two end caps connected by the axial movement limiter. This shapes a sealed cavity, capable of being connected with the medium supply pressure. A pivot operating handle made in the form of a balancing lever fitted with a limiter is installed on the end cap along the axis of the chamber. Its primary position is relative to the axis of the bellows in the radial direction. Pivoting control mechanism allows it to lighten the load of the cable collision force. However, this execution of the control mechanism, when the radial direction of the curved movement is adjusted by a circular motion, limits the control options. The tilt control mechanism eliminates the above disadvantages due to the additional option of limiter displacement from the bellows axis in the radial direction. The working efficiency of the proposed control method is confirmed by prototyping and field observation. Besides, the control mechanism can be used as a power drive mechanism to move the operating device in the desired direction, significantly expanding its functionality.

Keywords: control arm, drives, curvilinear movement, sylphon

В настоящее время в промышленности широко используются приводные механизмы криволинейного перемещения камерного типа, принцип действия которых основан на изменении геометрии камеры путем силового воздействия на нее давлением рабочей среды.

Широко применяются трубчатые механизмы типа трубки Бурдона [1], в которых траектория её искривления формируется при изготовлении изгибом трубки. В Мак-Киббеновских [2] исполнительно-приводных механизмах применяют трубчатый эластичный баллон с оплеткой, формирую-

щей радиальную траекторию перемещения, а управление перемещением конца трубки также осуществляют давлением рабочей среды.

Механизмы, в которых используется сиффон, широко применяются в качестве компенсаторов [3], а также в механических преобразователях, где направление криволинейного перемещения задается, например, применением двух сиффонов [4], один из которых помещен внутри другого со смещением их осей.

Управление перемещения по сформированной траектории осуществляется внутренней энергией энергоносителя.

Совершенствование данных механизмов привело к созданию устройств [5], позволяющих задавать различное радиальное направление криволинейного перемещения. Однако в перечисленных выше приводах отсутствует возможность автоматизированного управления радиальным направлением криволинейного перемещения, что ограничивает их функциональные возможности и область применения.

Цель исследования – расширение возможностей функционирования и области использования приводов криволинейного перемещения за счет применения разработанного метода управления радиальным направлением траектории их перемещения.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования является функционирование пневматических приводов. Предмет исследования – управление приводами криволинейного перемещения, имеющими ограничитель осевого удлинения сиффона.

Для реализации поставленной задачи проведем анализ возможности устранения, указанного выше недостатка.

Рассмотрим работу приводов криволинейного перемещения [5, 6], приводной механизм которого представляет собой сиффон с двумя торцевыми крышками, образующими герметичную камеру, выполненную с возможностью соединения с источником питания рабочей среды.

По центру торцевых крышек в камере закреплен ограничитель осевого удлинения сиффона, выполненный в виде тяги. В данных технических решениях для реализации изменения направления криволинейного перемещения использована идея снижения устойчивости симметричного расположения сиффона, ограничивая его осевое линейное перемещение. При этом радиальное направление траектории в них задается внешними силовыми воздействиями и отсутствует возможность управления ими.

Предложена идея устранения данного недостатка путем управления устойчивостью его симметричного расположения. Метод управления, состоит в том, что смещают ограничитель линейного перемещения сиффона относительно его оси в требуемом радиальном направлении, регулируя направление искривления сиффона.

Данные идея и метод управления реализованы в новом приводе криволинейного перемещения (рис. 1).

В устройстве (рис. 1, а) рабочий орган 1 закреплен на нижней торцевой крышке 2 сиффона 3, верхняя поверхность которого закрыта торцевой крышкой 4, образуя герметичную полость A , выполненную с возможностью соединения через распределитель 5 с линией питания избыточного давления $p_{\text{пит}}$ воздуха. В полости A на крышках установлен ограничитель осевого линейного перемещения 6 сиффона, один конец которого закреплен по оси сиффона на крышке 2. В крышке 4 по оси сиффона установлена рукоятка управления 7, закрепленная с возможностью поворота вокруг оси и выполненная в виде коромысла, на конце которого со смещением относительно оси закреплен второй конец ограничителя 6.

В исходном положении (рис. 1, а) полость A соединена через распределитель 5 с атмосферой. Сиффон 1 за счет упругости гофр занимает симметричное относительно оси положение. Торцевые крышки расположены параллельно друг другу (рис. 1, в).

При необходимости осуществления криволинейного перемещения рабочего органа 1, например, в направлении по часовой стрелке, рукоятку 7 управления устанавливают в положение, при котором верхнее крепление троса 6 смещено влево относительно оси сиффона.

Включением распределителя 5 (рис. 1, б) соединяют полость A с $p_{\text{пит}}$ воздуха. Создается крутящий момент на крышку 2 в направлении смещения относительно оси сиффона крепления ограничителя 6, что приводит к криволинейному перемещению рабочего органа 1 (рис. 1, г). Чем больше величина давления в полости A , тем больше величина криволинейного перемещения.

Для осуществления изгиба рабочего органа в направлении против часовой стрелки, коромысло устанавливают в положение, при котором верхнее крепление троса смещено вправо относительно оси сиффона. Включением распределителя соединяют полость A с $p_{\text{пит}}$ воздуха, что приводит к криволинейному перемещению рабочего органа против часовой стрелки.

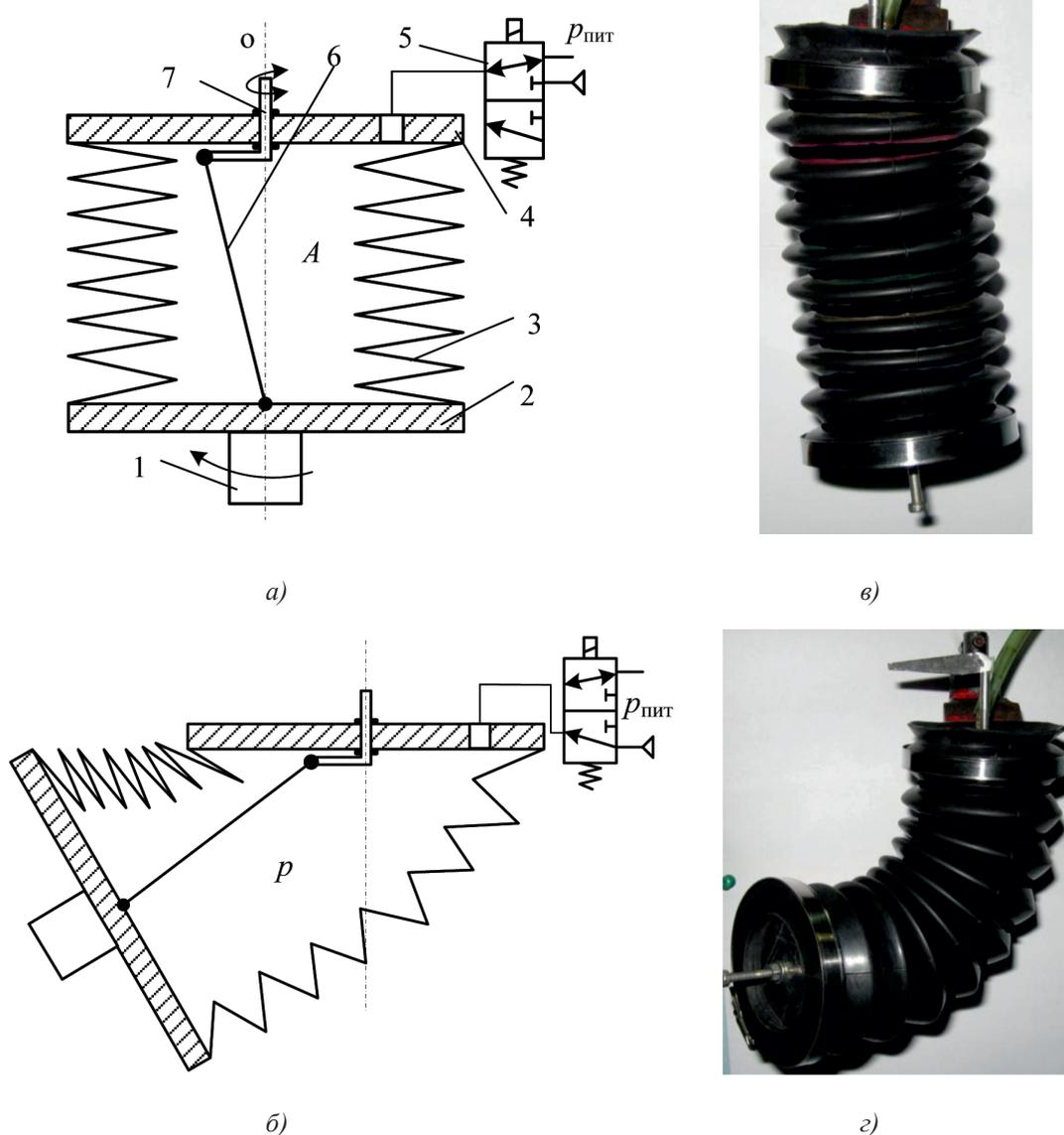


Рис. 1. Сильфонный приводной механизм с поворотной рукояткой управления:
а), б) соответственно схемы устройства; в), г) общий вид

Применение рукоятки управления 7, установленной на заглушке 2 с возможностью поворота вокруг оси, позволяет разгрузить приводной механизм управления направлением траекторией криволинейного перемещения от осевого силового воздействия на него со стороны силовой части привода. Однако данное техническое решение обладает недостатками, заключающимися в том, что круговое перемещение конца троса, закрепленного на коромысле, позволяет реализовать перемещение рабочего органа в изогнутом положении сильфона только по периметру; величина радиального смещения троса не регулируется. Указанные недостатки ограничивают функциональные возможности привода.

В связи с этим разработан новый привод с расширенными функциональными возможностями управления радиальным направлением криволинейного перемещения (рис. 2).

Устройство (рис. 2, а) также состоит из тех же элементов, как и описанное ранее. В отличие от предыдущего устройства рукоятка управления 7 выполнена с возможностью наклона относительно оси сильфона, что позволяет дополнительно перемещать точку крепления ограничителя от оси сильфона в радиальном направлении.

В исходном положении (рис. 2, а) сильфон 1 располагается симметрично относительно оси $O-O$.

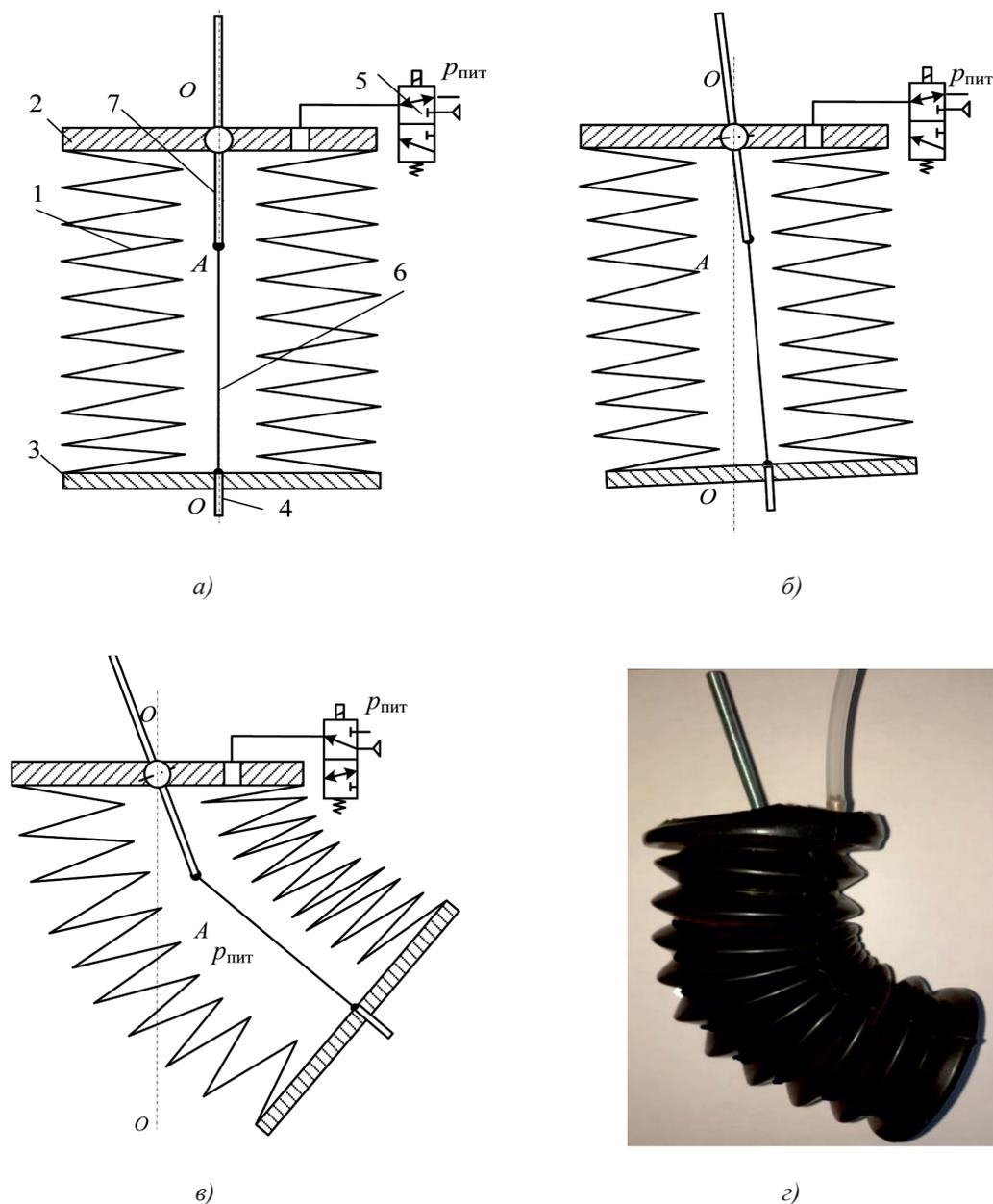


Рис. 2. Сильфонный приводной механизм с наклоняемой рукояткой управления:
а), б), в) соответственно схемы устройства; г) общий вид

При необходимости получения криволинейного перемещения рабочего органа против часовой стрелки наклоняют рукоятку 7 в данном направлении (рис. 2, б). При повышении пневмодавления в полости A сильфон совершает криволинейное перемещение рабочего органа против часовой стрелки (рис. 2, в).

Управление радиальным направлением криволинейного перемещения осуществляют регулированием направления наклона рукоятки управления, что приводит к требуемым изменениям устой-

чивости симметричного расположения сильфона.

Для подтверждения заявленной эффективности предложенных технических решений выполнено макетирование предлагаемых приводов.

Результаты исследования и их обсуждение

В лабораторном стенде применены сильфоны, в которых использован материал камеры: резина ИРП – 1266; толщина 1 мм; диаметр камеры 80 мм.

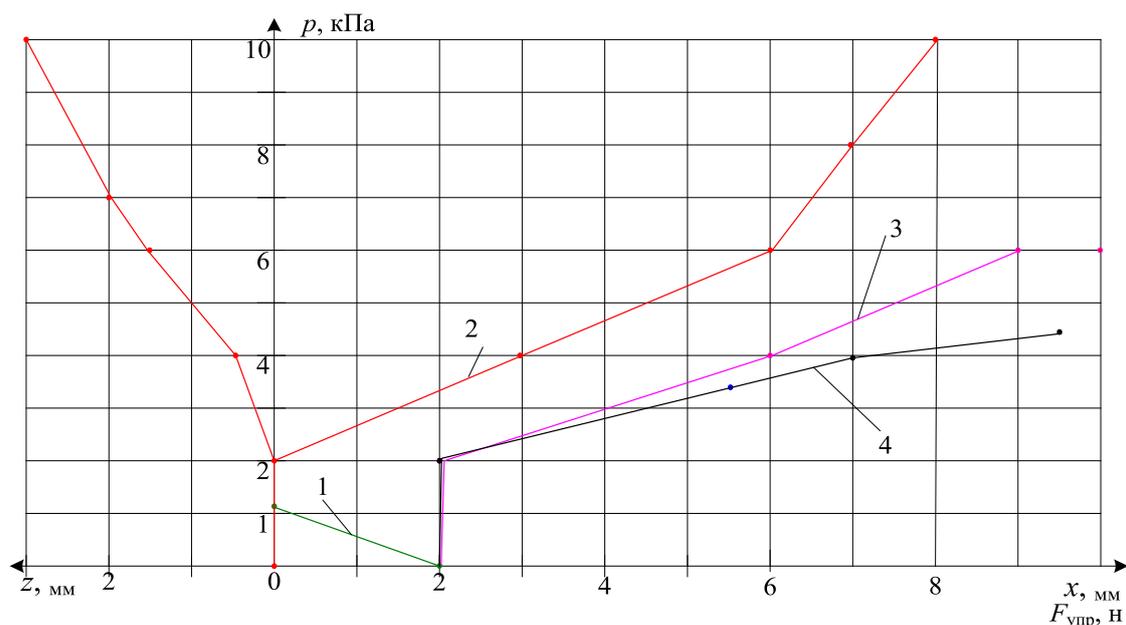


Рис. 3. Графики зависимостей силового воздействия на рукоятку управления, перемещения рабочего органа привода от величины давления в рабочей камере: 1 – управляющее силовое воздействие задания направления перемещения; 2 – координата рабочего органа соответственно по горизонтальной x и вертикальной z осям; 3 и 4 – силовые воздействия управления перемещением рабочего органа соответственно по периметру и в диаметральной направлении

Пример характера усилия управления направлением криволинейного перемещения и положения рабочего органа в зависимости от величины давления p пневмопитания показан на рис. 3.

Графики показывают, что в исследуемом приводном механизме (рис. 2, г) при отсутствии избыточного давления в камере для задания направления криволинейного перемещения достаточно силового воздействия наклона рукоятки управления, величиной 2 Н. Повышение давления питания в камере до 1,1 кПа приводит к уменьшению требуемого силового воздействия управления. Это объясняется тем, что со стороны ограничителя на рукоятку создается крутящий момент, направленный в сторону её наклона.

Предлагаемые конструктивные исполнения приводного механизма позволяют перемещать рабочий орган в изогнутом положении сиффона, поворачивая рукоятку в требуемом направлении силовым воздействием на неё (рис. 3, кривые 3, 4).

Однако величина искривления сиффона ограничивает возможность реализации пространственного перемещения рабочего органа из-за возникающего силового взаи-

модействия ограничителя с внутренней поверхностью сиффона.

Заключение

Таким образом, анализируя методы работы объемных приводов и устройства для их реализации, выявлены недостатки, связанные с отсутствием возможности управления радиальным направлением криволинейного перемещения, ограничивающие функциональные возможности и области применения.

Предложены идея и метод управления криволинейным перемещением, устраняющие данные недостатки путем смещения ограничителя линейного перемещения сиффона относительно его оси в радиальном направлении.

Разработанные новые устройства позволяют реализовать описанный выше метод, в которых применены механизмы управления направлением криволинейного перемещения.

Выявлена возможность использования механизма управления в качестве силового для перемещения рабочего органа в требуемом направлении, существенно расширяющая его функциональные возможности.

Натурные исследования разработанного метода управления и устройств подтверждают их работоспособность и эффективность, расширяя функциональные возможности и область применения приводов данного типа.

Список литературы

1. Пирогов С.П., Чуба А.Ю. Применение манометрических трубчатых пружин в сельскохозяйственных машинах // Агропродовольственная политика России. 2017. № 9 (69). С. 82–88.

2. Генри К.П., Смит С.П. Миниатюрный Мак-Киббеновский исполнительно-приводной механизм // Па-

тент РФ № 2669437. Патентообладатель Зе Боинг Компании (US) 2018. Бюл. № 29.

3. Баклушина И.В., Щеглеев И.А. Об опыте применения сильфонных компенсаторов // Строительство: новые технологии – новое оборудование. 2017. № 2. С. 48–51.

4. Васин В.А. Привод криволинейного перемещения с кольцевым сильфоном // Патент РФ № 2206011. Патентообладатель Васин В.А. 2003. Бюл. № 16.

5. Сысоев С.Н., Овчинников В.А., Голубева Т.Н. Привод криволинейного перемещения // Патент РФ № 2722200. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ) (RU) 2020. Бюл. № 16.

УДК 004.89

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОАГЕНТНОГО ПОДХОДА

Чернышев Е.С.

*ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет», Уфа,
e-mail: chernyshevevgenij@rambler.ru*

В настоящей статье приведены исследования проблем при выполнении планирования развития производственных мощностей предприятия – расчет необходимого состава технологического оборудования. Расчеты предлагается выполнять с применением специализированного программного обеспечения поддержки принятия решений для планирования производственных мощностей, интегрированного с информационными системами предприятия. С целью исключения наличия перегруженного оборудования до запуска производства, проверку достаточности оборудования при выполнении расчетов предлагается выполнять в многоагентной системе распределения ресурсов производства. Описана задача определения модельного и количественного состава технологического оборудования для выполнения запланированных объемов производства. Приведены основные шаги решения поставленной задачи. Выполнена алгоритмизация поведения агентов многоагентной системы поддержки принятия решений для планирования развития производственных мощностей. Приведены результаты работы разработанного программного обеспечения для планирования производственных мощностей. Использование в реализуемой системе поддержки принятия решений методов повышения эффективности производственных мощностей предприятия способствует сокращению количества приобретаемого оборудования и финансовых вложений, необходимых в рамках инвестиционных проектов реконструкции и технического перевооружения производства, а также снижению количества неточностей расчетов при планировании развития производственной базы предприятий машиностроения.

Ключевые слова: двигателестроительное предприятие, планирование производства, управление ресурсами, производственные мощности, поддержка принятия решений, многоагентный подход, алгоритмы поведения агентов

ALGORITHMIC SUPPORT FOR DECISION-MAKING DURING PLANNING OF PRODUCTION CAPACITIES OF AN ENTERPRISE USING A MULTI-AGENT APPROACH

Chernyshev E.S.

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, e-mail: chernyshevevgenij@rambler.ru

This article examines the problems of planning the development of production facilities of the enterprise – the calculation of the required composition of technological equipment. It is proposed to perform calculations using specialized decision support software for planning production capacities. This software must be integrated with enterprise information systems. In order to exclude the presence of overloaded equipment before the start of production, it is proposed to check the sufficiency of the calculated equipment in a multi-agent system for allocating production resources. The problem of determining the model and quantitative composition of technological equipment for the implementation of the planned production volumes is described. The main steps for solving the problem are given. Algorithmization of the behavior of agents of a multi-agent decision support system for planning the development of production facilities is carried out. The results of the work of the developed software for planning production capacities are presented. The use in the implemented decision support system of methods for increasing the efficiency of the enterprise's production facilities helps to reduce the amount of purchased equipment and financial investments required in the framework of investment projects for the reconstruction and technical re-equipment of production, as well as reduce the number of inaccuracies in calculations when planning the development of the production base of mechanical engineering enterprises.

Keywords: engine-building enterprise, production planning, resource management, production capacity, decision support, multi-agent approach, agent behavior algorithms

При выполнении планирования производственных мощностей на предприятиях машиностроительной отрасли используется подход, основанный на прямом расчете количественного состава оборудования, базирующийся на станкочасах. Такой подход реализует прямую зависимость от трудоемкости изготовления продукции и годовых объемов выпуска конечных изделий. Известные расчеты на основе коэффициен-

тов предусматривают запас для компенсации простоев станочного парка, связанных с выполнением плановых обслуживания и ремонтов, организацией необходимых технических перерывов. Но при этом не берутся в расчет простои станков при ожидании деталей, внезапный выход оборудования из строя или незапланированное отсутствие работников на рабочем месте, также не учитывается квалификация пер-

сонала и техническое состояние оборудования и другие аспекты. В связи с этим расчет количества необходимого технологического оборудования, базирующийся только на станкочасах, часто неточен. Также в технологиях изготовления продукции разными технологами может быть предусмотрен различный состав технологического оборудования, имеющего схожие технические характеристики, но при этом оно чаще всего заменяемое либо взаимозаменяемое. Это ведет к увеличению количества и низкой загрузки имеющегося или приобретаемого технологического оборудования и, следовательно, увеличению инвестиционных затрат, а организация эффективного производства требует грамотно распределять предоставляемые инвестиции. Поэтому для повышения эффективности распределения инвестиций необходимо повышать точность при расчетах количества оборудования.

Предлагается использование специализированного программного обеспечения, разработанного с применением многоагентных технологий, при выполнении планирования развития производственной базы машиностроительных предприятий. Данное программное обеспечение позволит сократить планируемый состав технологического оборудования и инвестиции, необходимые для его приобретения. Многоагентные технологии в задачах распределения производственных ресурсов обеспечивают высокую эффективность работы программного обеспечения, стабильность работы агентов и получаемых результатов [1–3].

Целью исследования является минимизация инвестиций, затрачиваемых для реализации проекта, путем формирования рационального модельного и количественного состава технологического оборудования, обеспечивающего изготовление запланированных объемов продукции.

Выполнимость заданных объемов запланированными производственными мощностями необходимо проверять с помощью оперативно-календарного планирования еще на этапе расчетов и для каждого планируемого периода. Такой подход заблаговременно выявит оборудование с высокой нагрузкой и позволит скорректировать состав оборудования до запуска производства и устранить возникшую перегрузку оборудования.

Постановка задачи

Предположим, требуется организовать новое производство. В рамках данного проекта определена номенклатура, заданы годовые планы производства на несколько

лет, на основе чего необходимо сформировать состав технологического оборудования, применяемого в производстве, а также определить сроки его закупки и внедрения в производство, с учетом минимизации стоимости инвестиционного проекта.

При планировании производственных мощностей могут возникнуть следующие проблемы [4]:

I. Ориентирование расчета количества оборудования на год с максимальным производственным планом ведет к увеличению количества и частичному простоя оборудования в период до максимального производственного плана и последующий.

II. Многообразие применяемого технологического оборудования и его невысокая нагрузка.

III. Однократное приобретение всего запланированного оборудования также создает риск его частичного простоя в период до максимального производственного плана.

Поставленную задачу предлагается решать с помощью многоагентной системы планирования производственных мощностей (МСПМ). Для оценки корректности выполненных расчетов планируемых производственных мощностей предлагается использовать разработанную многоагентную систему календарного планирования (МСКП) [5], что позволит снизить вероятность возникновения описанных выше рисков и оптимизировать модельный и количественный состав планируемого технологического оборудования.

На рис. 1 представлена функциональная модель процесса планирования производственных мощностей и его основные шаги.

Шаг 1 «Оптимизация производственной программы» (решение проблемы I): часть годового плана переносится на предыдущий год.

Шаг 2 «Прямой расчет количества оборудования» [6, 7]: количество необходимого оборудования рассчитывается на основе станкочасов.

Шаг 3 «Оптимизация состава оборудования» (решение проблемы II): выполняется перенос нагрузки между оборудованием.

Шаг 4 «Анализ плана на выполнимость»: полученный в ходе расчетов состав оборудования проверяется на достаточность в МСКП.

Шаг 5 «Анализ результатов ОКП, формирование графиков закупки оборудования, набора персонала» (решение проблемы III): формируется график приобретения оборудования по принципу «точно в срок», то есть с обеспечением его освоения точно к необходимому сроку (году), а не ранее.

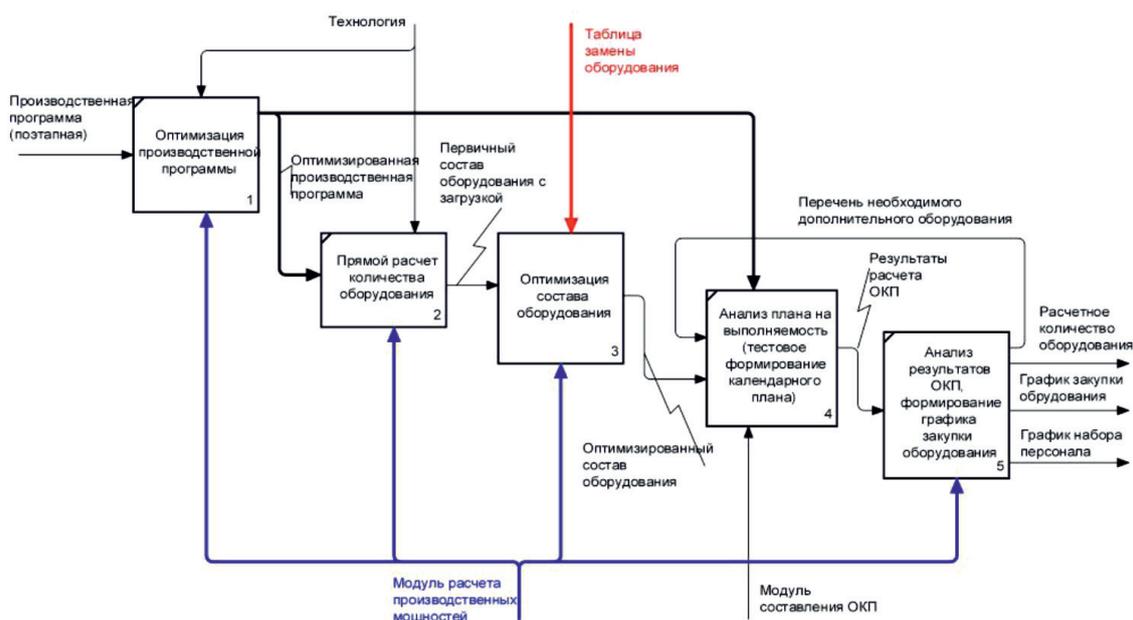


Рис. 1. Функциональная модель постановки задачи

Алгоритмическое обеспечение задачи определения необходимого состава производственных мощностей

Для решения вышеуказанных проблем разработаны следующие методы оптимизации: «сглаживание производственной программы» и перенос нагрузки между оборудованием, также в качестве дополнительной оптимизации используется формирование графика поэтапного приобретения оборудования к нужному сроку [4].

В предметной области планирования производственных мощностей выделены основные сущности, отражающие действия и свойства ее объектов: расчет, программа, объем, деталь, станок и соответствующие типы агентов [8].

Агент «расчет» инициирует агентов «программа» и ожидает поступление результирующей информации от агентов «станок».

Агент «программа» инициирует агентов «объем» с параметром «год – изделие», уникального в рамках расчета.

Сначала агенты «объем» взаимодействуют между собой, находят агента, представляющего то же изделие предыдущего года, и путем переговоров определяют возможный объем изделий для опережающего изготовления – оптимизируют программу производства. После завершения оптимизации, то есть агент «объем» принял и передал часть изделий, если это возможно,

каждый агент создает и инициирует агента «деталь», представляющего вершину изделия в дереве изделия, и передает ему параметр «год – количество», а также сообщает агенту «программа» информацию об объемах в оптимизированной программе производства. Блок-схема алгоритма поведения агента «объем» представлена на рис. 2.

Каждый агент «деталь» (если это узел), для каждой из детали/узла, входящих в ее состав, и их количестве вхождения создает и запускает ряд агентов «деталь» с параметром «год – количество». Параметр «год – количество» состоит из следующих значений: «год» копируется от агента-родителя, «количество» рассчитывается путем умножения из «количества» агента-родителя и количества вхождения в деталь агента-родителя соответствующей дочерней детали. Агент-родитель не уничтожается. После разбиения на узлы (либо отсутствия необходимости) агенты «деталь», в соответствии с технологией изготовления для каждой операции создает и запускает агента «станок», наделяя его параметром «год – модель – трудоемкость». Данный параметр состоит из следующих значений: «год» копируется от агента «деталь», «модель» и «трудоемкость» переносятся из технологии, при этом трудоемкость из технологии умножается на количество деталей, указанного у инициирующего агента «деталь». Блок-схема алгоритма поведения агента «станок» представлена на рис. 3.

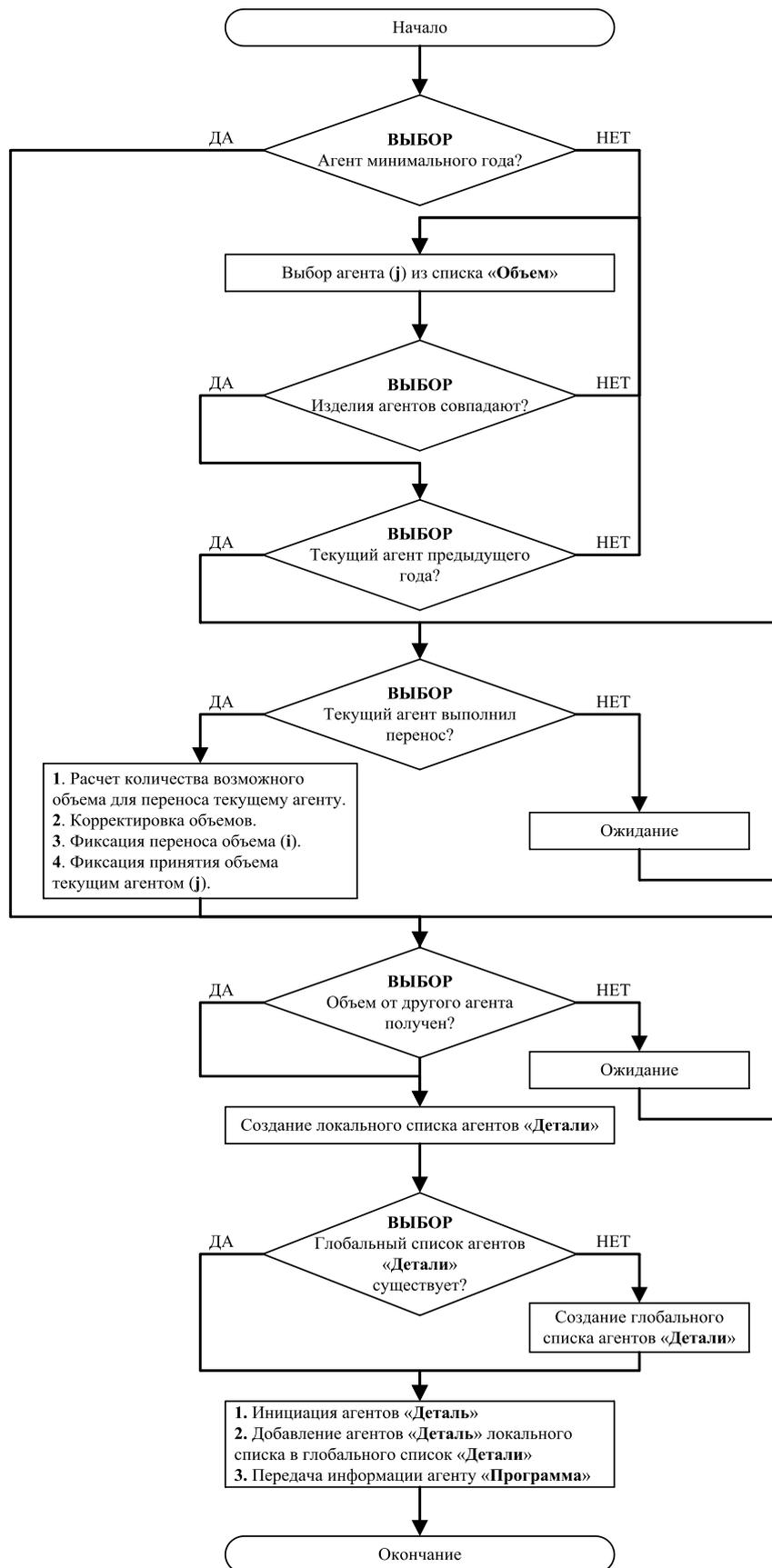


Рис. 2. Алгоритм поведения агента «объем»

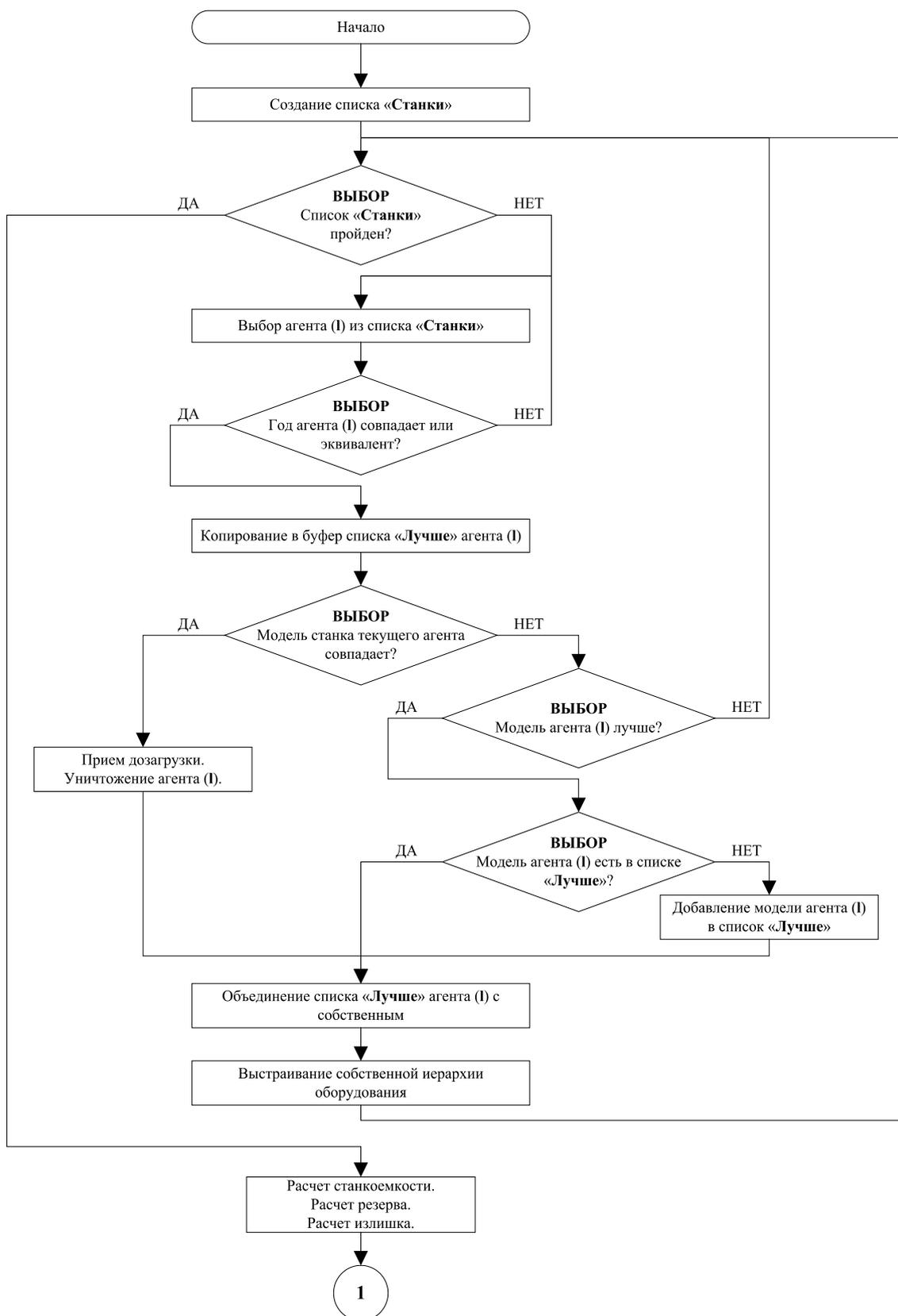


Рис. 3. Алгоритм поведения агента «станок» (начало рисунка)

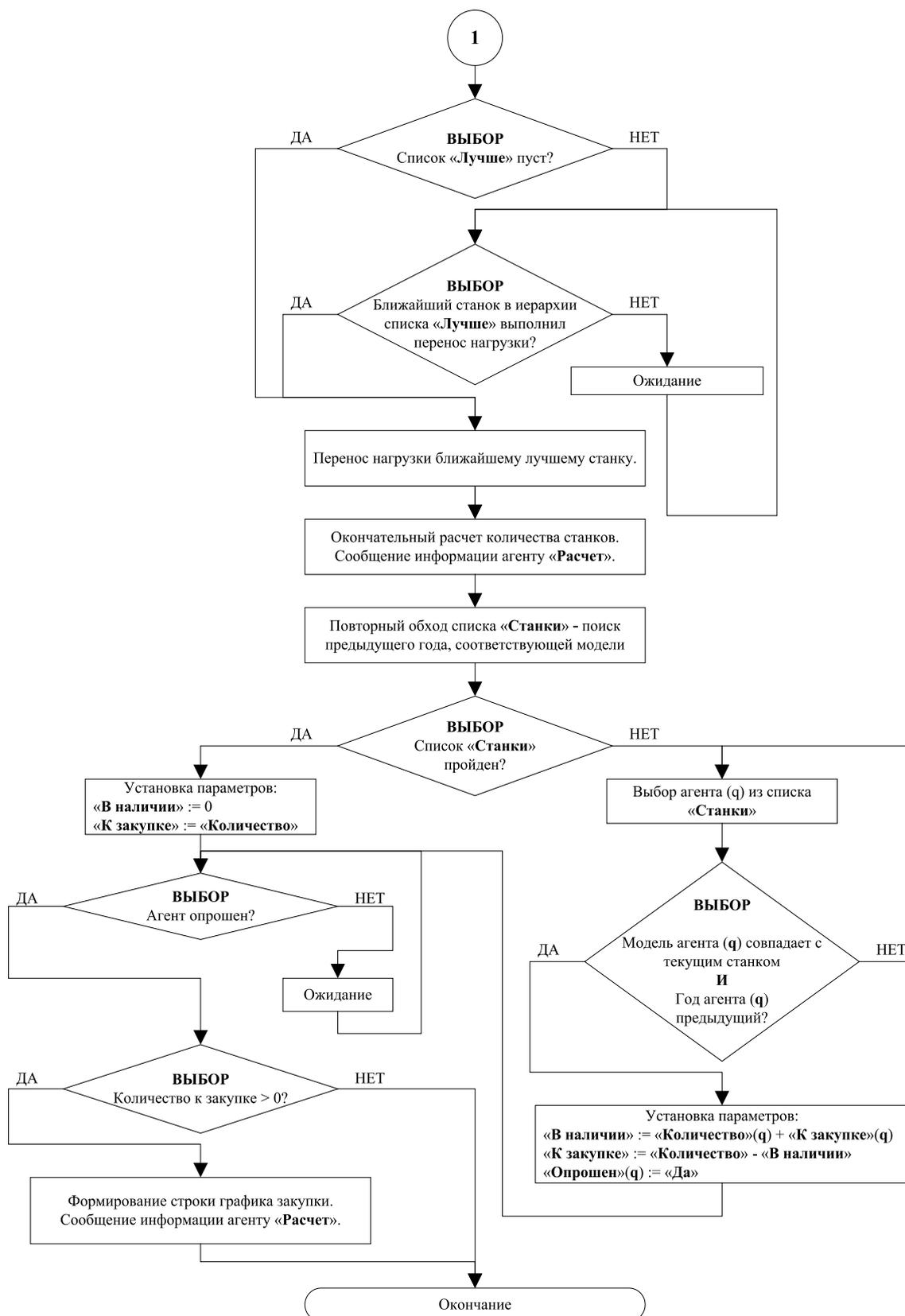
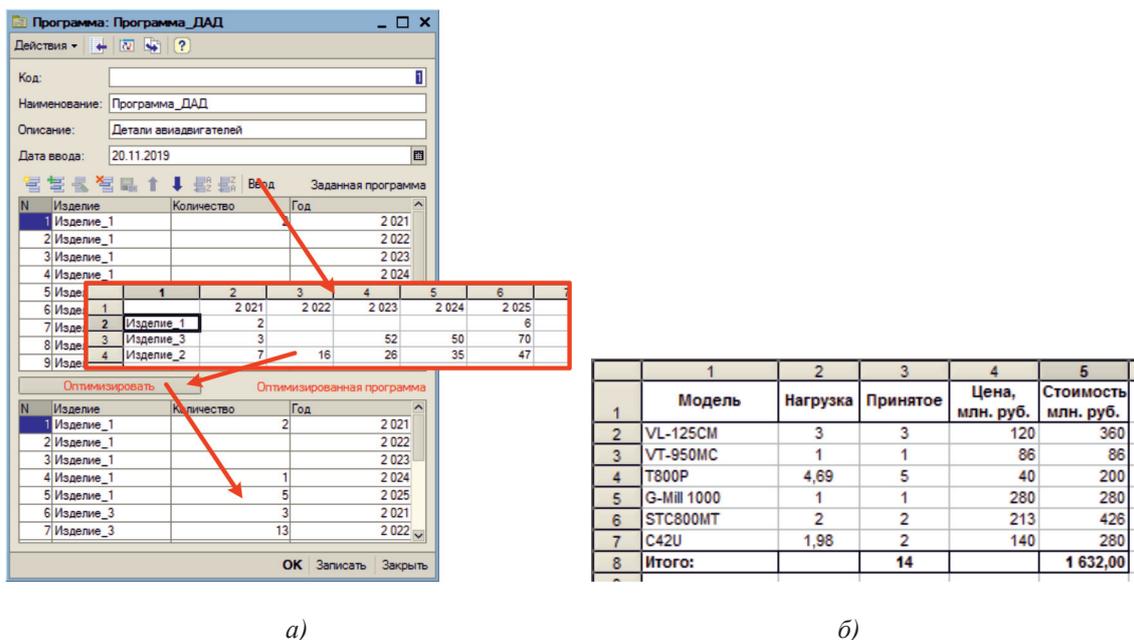


Рис. 3. Алгоритм поведения агента «станок» (окончание рисунка)



а)

б)

Рис. 4. Диалоговое окно вывода результата оптимизации производственной программы и расчета модельного и количественного состава оборудования

Результаты работы МСППМ

Разработка программного обеспечения выполнена в двух средах разработки: 1С:Предприятие – блок хранения данных, форм ввода/вывода информации и платформа «Embarcadero CodeGear RAD Studio» (язык Delphi) – программирование агентов. Для работы СППР также необходимы установленные MS Word и MS Excel.

На рис. 4 представлены результаты «сглаживания производственной программы» при работе программного обеспечения (а) и результаты расчета модельного и количественного состава оборудования (б).

В результате выполнения расчетов «вручную» на основе разработанных технологий классическим путем получено 22 единицы оборудования на сумму ~2,5 млрд руб., при выполнении аналогичного расчета в МСППМ, выявлена необходимость в 14 единицах технологического оборудования, общей стоимостью ~1,6 млрд руб., снижение составило ~900 млн руб. Что подтверждает эффективность использования данного программного обеспечения.

Заключение

В статье рассмотрена задача расчета модельного и количественного состава технологического оборудования, необходимого для организации новых производств и технического перевооружения действу-

ющих. Проблемы, возникающие при планировании производственных мощностей, предлагается устранять с помощью разработанных методов сокращения состава технологического оборудования. Для реализации программного обеспечения разработаны и описаны алгоритмы поведения агентов МСППМ. Основным отличием предлагаемого подхода от общепринятого является применение специализированного программного обеспечения – МСППМ, базирующегося на многоагентных технологиях, а также интегрированная проверка достаточности рассчитанного оборудования путем распределения ресурсов и формирования календарного плана производства в МСКП. Это позволит повысить эффективность инвестиционных вложений при реализации проектов, а также сократить ошибки при планировании производственных мощностей.

Список литературы

1. Загидуллин Р.Р. Управление машиностроительным производством с помощью систем MES, APS, ERP: монография. Старый Оскол: ТНТ, 2011. 372 с.
2. Ржевский Г.А., Скобелев П.О. Как управлять сложными системами? Мультиагентные технологии для создания интеллектуальных систем управления предприятиями. Самара: Офорт, 2015. 291 с.
3. Скобелев П.О. Интеллектуальные системы управления ресурсами в реальном времени: принципы разработки, опыт промышленных внедрений и перспективы развития // Приложение к журналу «Информационные технологии». 2013. № 1. С. 1–32.

4. Ризванов Д.А., Чернышев Е.С. Методы оптимизации планируемых производственных мощностей предприятия с применением многоагентного подхода // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 8. С. 69–74.
5. Ризванов Д.А., Юсупова Н.И. Применение интеллектуальных технологий управления ресурсами при календарном планировании производства // Интеллектуальные системы в производстве. 2018. Т. 16. № 4. С. 130–137.
6. Волчкевич И.Л. Расчет необходимого количества оборудования при проектировании технологических комплексов в условиях многономенклатурного производства // Электронное научно-техническое издание «Наука и образование». 2012. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.booksc.xyz/book/36521259/a1be57> (дата обращения: 21.02.2021).
7. Киселёв Е.С. Методики расчёта механосборочных и вспомогательных цехов, участков и малых предприятий машиностроительного производства. Учебное пособие. Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2012. 132 с.
8. Ризванов Д.А., Чернышёв Е.С. Информационное и алгоритмическое обеспечение планирования производственных мощностей // Интеллектуальные системы в производстве. ФГБОУ ВО ИжГТУ им. М.Т. Калашникова. 2020. Т. 18. № 4. С. 117–125.

УДК 004.052.2

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДИФИКАЦИЙ ПРОТОКОЛОВ
АУТЕНТИФИКАЦИИ ФИАТА – ШАМИРА И ГИЛЛОУ – КУИСКУОТЕРА,
РЕАЛИЗОВАННЫХ В КОДАХ СИСТЕМЫ ОСТАТОЧНЫХ КЛАССОВ****Чистоусов Н.К., Калмыков И.А., Чипига А.Ф., Калмыкова Н.И., Павлюк Д.Н.**
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь, e-mail: kia762@yandex.ru

В настоящее время область применения низкоорбитальных систем спутниковой связи (ССС) постоянно расширяется. Одной из наиболее перспективных сфер применения низкоорбитальных группировок спутников являются дистанционные системы контроля и управления необслуживаемыми объектами, расположенными в районах Крайнего Севера. Так как время нахождения космического аппарата в зоне видимости приемной станции ССС составляет минуты, то группировка включает в свой состав до 70 спутников. При этом наблюдается тенденция к увеличению группировок таких спутников. Поэтому обеспечение информационной скрытности ССС становится важной задачей. Для предотвращения навязывания спутником-нарушителем ранее прихваченной и задержанной команды управления предлагается применять систему «свой – чужой» для спутников, которые используют методы аутентификации на основе протоколов с нулевым разглашением знаний. Чтобы снизить вероятность подбора ответного сигнала спутника, необходимо увеличить скорость процесса аутентификации космического аппарата. Достичь данной цели можно за счет использования модифицированных протоколов, реализованных в кодах системы остаточных классов (СОК). Данные коды, выполняя параллельно операции сложения, вычитания и умножения, позволяют повысить скорость работы системы «свой-чужой». Целью работы является снижение временных затрат на определение статуса спутника за счет применения кодов системы остаточных классов.

Ключевые слова: системы «свой – чужой» для космических аппаратов, методы аутентификации на основе доказательства с нулевым разглашением знаний, код системы остаточных классов

**COMPARATIVE ANALYSIS OF MODIFICATIONS OF THE FIAT – SHAMIR
AND GUILLOU – QUISQUATER AUTHENTICATION PROTOCOLS
IMPLEMENTED IN THE CODES OF THE RESIDUE NUMBER SYSTEM****Chistousov N.K., Kalmykov I.A., Chipiga A.F., Kalmykova N.I., Pavlyuk D.N.**
North-Caucasian Federal University, Stavropol, e-mail: kia762@yandex.ru

Currently, the scope of application of low-orbit satellite communication systems (SCS) is constantly expanding. One of the most promising areas of application of low-orbit satellite groupings is remote monitoring and control systems for unattended objects located in the Far North. Since the time spent by the spacecraft in the field of view of the SCS receiving station is minutes, the grouping includes up to 70 satellites. At the same time, there is a tendency to increase the groupings of such satellites. Therefore, ensuring the information secrecy of the SCS becomes an important task. To prevent the intruder satellite from imposing a previously intercepted and delayed control command, it is proposed to use the «friend-foe» system for satellites that use authentication methods based on zero-knowledge protocols. To reduce the probability of picking up a satellite response signal, it is necessary to increase the speed of the spacecraft authentication process. This goal can be achieved by using modified protocols implemented in the codes of the Residual number system (RNS). These codes, performing parallel operations of addition, subtraction and multiplication, allow you to increase the speed of the system «friend-foe». The aim of the work is to reduce the time spent on determining the satellite status by using the codes of the residual number system.

Keywords: «Friend-or-foe» systems for spacecraft, proof-based authentication methods with zero knowledge disclosure, residue number system

В последние годы наблюдается повышенный интерес к применению низкоорбитальных систем спутниковой связи (ССС). Такие системы нашли применение при освоении Северного морского пути, развертывании Вооруженных Сил в Арктике, а также в дистанционных системах контроля и управления необслуживаемыми объектами добычи углеводородного сырья в районах Крайнего Севера. Так как наблюдается тенденция к увеличению группировок как отечественных, так и зарубежных спутников, то для предотвращения навязывания спутником-нарушителем ранее прихваченной и задержанной команды управления в работах [1, 2] предлагается применять систему «свой – чужой» для спутников. Снижение

времени, необходимого на аутентификацию спутника, позволит повысить информационную скрытность низкоорбитальных ССС. Решить проблему можно за счет использования в системах «свой – чужой» методов аутентификации, реализующих параллельные вычисления с использованием кодов системы остаточных классов (СОК).

Для обеспечения высокой имитостойкости к подбору сигнала ответчика без использования криптографических шифров применяются методы аутентификации на основе протоколов с нулевым разглашением знаний. При этом наибольший интерес представляют протоколы, имеющие один раунд аутентификации. Повысить информационную скрытность ССС возможно за счет

повышения скорости процесса аутентификации космического аппарата. Достичь данной цели можно за счет использования модифицированных протоколов, реализованных в модулярных кодах (МК). Данные коды, выполняя параллельно операции сложения, вычитания и умножения, позволяют повысить скорость работы системы «свой – чужой». Целью работы является снижение временных затрат на определение статуса спутника за счет применения кодов системы остаточных классов.

Материалы и методы исследования

Коды системы остаточных классов являются арифметическими непозиционными

$$X \pm C = ((x_1 \pm c_1) \bmod m_1, (x_2 \pm c_2) \bmod m_2, \dots, (x_k \pm c_k) \bmod m_k), \quad (3)$$

$$X \cdot C = ((x_1 \cdot c_1) \bmod m_1, (x_2 \cdot c_2) \bmod m_2, \dots, (x_k \cdot c_k) \bmod m_k), \quad (4)$$

то их целесообразно использовать для повышения скорости выполняемых вычислений.

Анализ выражений (3) и (4) показал, что коды СОК можно использовать в протоколах аутентификации, в которых используются аддитивные и мультипликативные операции по модулю. Особое место среди последних занимают протоколы, основанные на доказательстве с нулевым разглашением знаний. В работе [5] представлен протокол аутентификации Фиата – Шамира. Рассмотрим модификацию данного протокола в МК.

1. Определяем два больших простых числа m_1 и m_2 в качестве оснований МК. Тогда согласно (2) их произведение дает диапазон M_2 , который является частью открытого ключа.

2. Ответчик выбирает случайное число Q , которое является секретным ключом, из условия $\text{НОД}(M_2, Q) = 1$, $Q \in \{1, 2, \dots, M_2 - 1\}$. Число переводится в МК $Q = (Q_1, Q_2)$.

3. Ответчик вычисляет квадратичный вычет L по модулю M_2 в модулярном коде. Это вторая часть открытого ключа

$$L_i = Q_i^2 \bmod m_i. \quad (5)$$

При этом должно выполняться условие

$$L_i \cdot L_i^{-1} \equiv 1 \bmod m_i. \quad (6)$$

Процесс аутентификации включает в себя следующие этапы.

4. Ответчик выбирает случайное число R и представляет его в модулярном коде. Затем проводится вычисление числа W и его передача запросчику

$$W_i \equiv R_i^2 \bmod m_i. \quad (7)$$

кодами [3, 4]. Для вычислений целое число X однозначно задается кортежем остатков

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_k), \quad (1)$$

где $x_i \equiv X \bmod m_i$, m_i – основания кода СОК; $\text{НОД}(m_i, m_j) = 1$; $i = 1, \dots, k$.

Так как основаниями СОК выступали попарно простые числа m_i , где $i = 1, \dots, k$, то их произведение задает размер рабочего диапазона

$$M_k = \prod_{i=1}^k m_i > X. \quad (2)$$

Так как коды выполняют параллельно операции сложения, вычитания и умножения

5. Запросчик, получив $W = (W_1, W_2)$, выбирает случайное число $C \in \{0, 1\}$ и передает ответчику.

6. Ответчик вычисляет ответ на поставленный вопрос C :

$$Y_i = R_i \cdot Q_i^C \bmod m_i. \quad (8)$$

Ответ передается запросчику.

7. Запросчик проверяет истинность ответа при условии:

– если вопрос $C = 0$, то получаем выражение

$$G_i = Y_i^2 \bmod m_i, \quad (9)$$

– если вопрос $C = 1$, то получаем выражение

$$G_i = (Y_i^2 L_i) \bmod m_i. \quad (10)$$

Проверяемый объект получит статус «свой» если будет справедливым условие

$$G_i \equiv W_i \bmod m_i. \quad (11)$$

При невыполнении условия (11) проверяемый объект получает статус «чужой».

В работах [6, 7] представлен протокол аутентификации Гиллоу – Куискуотера, который также относится к протоколам с нулевым разглашением знаний. Проведем его модификацию в модулярном коде СОК.

Для выполнения данного протокола претендент P должен обладать определенной идентификационной информацией I_P . В состав этих данных может входить тип спутника, его личный идентификатор, срок выхода на орбиту, и т.д. На этапе получения открытого и секретного выполняется алгоритм, который состоит из следующих шагов.

1. Выбираются два больших простых числа m_1 и m_2 , которые являются основаниями МК. Затем находится их произведение $M_k = m_1 m_2$.

2. Ответчик вычисляет хеш-функцию строки идентификации I_p , используя выражение

$$J = f(I_p), \quad (12)$$

где f – функция, реализующая процедуры свертки.

3. Ответчик выбирает секретный ключ $B = (B_1, B_2)$ из условия

$$J_i \cdot B_i^X \equiv 1 \pmod{m_i}, \quad (13)$$

где $i = 1, 2$.

Открытым ключом данного протокола являются (M, X, J) . Секретным ключом – B .

На этапе проведения аутентификации выполняются следующие этапы.

4. Ответчик выбирает случайное число C , из условия $C \leq M_k - 1$, и преобразует его в модулярный код. После этого он вычисляет число в МК

$$T_i = C_i^X \pmod{m_i}, \quad (14)$$

где $i = 1, 2$.

Данное число $T = (T_1, T_2)$ передается на проверяющую сторону запросчику.

5. Запросчик, получив число D , выбирает случайное число из условия $1 \leq D \leq X - 1$. Выбранное число пересылается ответчику на борт спутника.

6. Ответчик, получив вопрос D , отвечает на поставленный вопрос

$$Y_i = C_i \cdot B_i^D \pmod{m_i}. \quad (15)$$

Вычисленный ответ $Y = (Y_1, Y_2)$ пересылается запросчику.

7. Запросчик, получив число $Y = (Y_1, Y_2)$, проверяет правильность ответа

$$T_i^* = Y_i^X J_i^D \pmod{m_i}. \quad (16)$$

Если вычисленное значение совпадет с числом T , то запросчик принимает решение, что спутник имеет статус «свой». В противном случае – спутник получает статус «чужой».

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим выполнение протокола аутентификации Фиата – Шамира. Рассмотрим модификацию данного протокола в МК.

1. Пусть выбраны основания кода $m_1 = 5$ и $m_2 = 7$. Тогда согласно (2) их произведение дает диапазон $M_2 = 35$, который является частью открытого ключа.

2. Ответчик вычисляет квадратичные вычеты L по модулю $M_2 = 35$, которые удовлетворяют условию (5). Тогда получаем числа $L = \{1, 4, 9, 11, 14, 15, 16, 21, 29, 30\}$. Из них условию (6) удовлетворяют $L = \{1, 4, 9, 11, 14, 16, 29\}$.

Например, если выбрать число $L = 16 = (1, 2)$, то мультипликативная инверсия по модулю 35 будет равна $L^{-1} = 11 = (1, 4)$, так как имеем $16 \cdot 11 \pmod{35} = 176 \pmod{35} = 1$.

3. Ответчик выбирает случайное число Q , которое является секретным ключом, из условия $\text{НОД}(M_2, Q) = 1$, $Q \in \{1, 2, \dots, M_2 - 1\}$. При этом число Q должно удовлетворять выражению (5). Пусть ответчик выбрал число $Q = 9 = (4, 2)$. Возведем его в квадрат

$$Q^2 \pmod{M_2} = 9^2 \pmod{35} = 11.$$

В модулярном коде получаем

$$L = Q^2 \pmod{M_2} = (4^2 \pmod{5}, 2^2 \pmod{7}) = (1, 4) = 11.$$

Тогда открытым ключом является кортеж $(M_2, L) = (35, (1, 4))$.

Процесс аутентификации включает в себя следующие этапы.

4. Ответчик выбирает случайное число R . Пусть $R = 8 = (3, 1)$. Затем проводится вычисление числа W на основе (6) и его передача запросчику

$$W_1 \equiv R_1^2 \pmod{m_1} = 3^2 \pmod{5} = 4.$$

$$W_2 \equiv R_2^2 \pmod{m_2} = 3^2 \pmod{7} = 1.$$

Вычисленное число в модулярном коде $W = (4, 1)$ передается запросчику.

Рассмотрим оба случая проверки статуса объекта, то есть при $C = 0$ и $C = 1$.

5.1. Запросчик, получив $W = (4, 1)$, выбирает число $C = 0$ и передает ответчику.

6.1. Ответчик вычисляет ответ на вопрос $C = 0$, используя выражение (8):

$$Y_1 = R_1 \cdot Q_1^C \pmod{m_1} = 3 \cdot 4^0 \pmod{5} = 3.$$

$$Y_2 = R_2 \cdot Q_2^C \pmod{m_2} = 1 \cdot 2^0 \pmod{7} = 1.$$

Ответ $Y = (Y_1, Y_2) = (3, 1)$ передается запросчику.

7.1. Так как запросчик передал $C = 0$, то для проверки используется (9). Тогда

$$G_1 = Y_1^2 \pmod{m_1} = 3^2 \pmod{5} = 4,$$

$$G_2 = Y_2^2 \pmod{m_2} = 1^2 \pmod{7} = 1.$$

Так как выполняется равенство (11), то объект имеет статус «свой».

5.2. Запросчик, получив $W = (4, 1)$, выбирает число $C = 1$ и передает ответчику.

6.2. Ответчик вычисляет ответ на вопрос $C = 1$, используя выражение (8)

$$Y_1 = R_1 \cdot Q_1^C \bmod m_1 = 3 \cdot 4^1 \bmod 5 = 2.$$

$$Y_2 = R_2 \cdot Q_2^C \bmod m_2 = 1 \cdot 2^1 \bmod 7 = 2.$$

Ответ $Y = (Y_1, Y_2) = (2, 2)$ передается запросчику.

7.1. Так как запросчик передал $C = 1$, то для проверки используется (10). Тогда

$$G_1 = (Y_1^2 L_1) \bmod m_1 = (2^2 \cdot 1) \bmod 5 = 4,$$

$$G_2 = (Y_2^2 L_2) \bmod m_2 = (2^2 \cdot 2) \bmod 7 = 1.$$

Так как выполняется равенство (11), то объект имеет статус «свой»

Рассмотрим модификацию протокола аутентификации Гиллоу – Куискуотера.

1. Пусть ответчиком выбираются два простых числа $m_1 = 5$ и $m_2 = 11$. Тогда диапазон модулярного кода $M_k = m_1 \cdot m_2 = 55$.

2. Положим, что идентификатор ответчика равен $I_p = 14367$. Затем он вычисляет хеш-функцию согласно (12) в модулярном коде

$$J_1 = h(I_p) = I_p \bmod m_1 = 2,$$

$$J_2 = h(I_p) = I_p \bmod m_2 = 1.$$

3. Ответчик выбирает секретный ключ B из условия (13), используя МК

$$J_1 \cdot B_1^X \equiv 1 \bmod m_1 = 2 \cdot B_1^X \equiv 1 \bmod m_1,$$

$$J_2 \cdot B_2^X \equiv 1 \bmod m_2 = 1 \cdot B_2^X \equiv 1 \bmod m_2.$$

Преобразуем данные равенства и получаем, что

$$B_1^X \equiv 3 \bmod 5,$$

$$B_2^X \equiv 1 \bmod 11.$$

Тогда в качестве секретного ключа B можно взять число $B = 3$ (3, 3), а показатель степени $X = 5$.

Открытым ключом данного протокола являются $(M, X, J) = ((5, 11), 5, (1, 2))$.

Рассмотрим аутентификацию ответчика. Для этого необходимо выполнить

4. Ответчик выбирает случайное число $C = 17 = (2, 6)$ из условия $1 \leq C \leq M_k - 1$, а затем вычисляет число

$$T_1 = C_1^X \bmod m_1 = 2^5 \bmod 5 = 2,$$

$$T_2 = C_2^X \bmod m_2 = 6^5 \bmod 11 = 10.$$

Данное число $T = (2, 10)$ передается запросчику.

5. Запросчик, получив число $T = (2, 10)$, выбирает случайное число $D = 4$, из условия $1 \leq D \leq X - 1$. Число $D = 4$ пересылается ответчику.

3. Ответчик, получив вопрос $D = 4$, отвечает на поставленный вопрос

$$Y_1 = C_1 \cdot B_1^D \bmod m_1 = |2 \cdot 3^4|_5^+ = 2,$$

$$Y_2 = C_2 \cdot B_2^D \bmod m_2 = |6 \cdot 3^4|_{11}^+ = 2.$$

Вычисленный в модулярном коде ответ пересылается запросчику.

4. Запросчик, получив число $Y = (2, 2)$, проверяет правильность ответа

$$T_1^* = Y_1^X J_1^D \bmod m_1 = |2^5 \cdot 2^4|_5^+ = 2,$$

$$T_2^* = Y_2^X J_2^D \bmod m_2 = |2^5 \cdot 1^4|_{11}^+ = 10.$$

Так как вычисленное значение совпадает с числом T , то есть $T^* = T = (2, 10)$, то запросчик принимает решение, что проверяемый спутник «свой».

Рассмотренные модификации протоколов аутентификации, построенные на основе доказательства с нулевым разглашением знаний, можно отнести к многошаговым. При этом для обеспечения высокого уровня криптостойкости протокола аутентификации Фиата – Шамира требуется выполнения от 20 до 40 раундов. Это связано с тем, что вероятность подбора правильного ответа на одном раунде составляет 0,5. Поэтому для снижения такой вероятности необходимо многократное повторение раундов аутентификации.

Для оценки реализации данных модификаций протоколов в модулярных кодах был разработан аппаратный дизайн структурной модели системы опознавания, реализованной на основе 32-разрядного модуля. Построение выполнено на основе ПЛИС FPGA Xilinx Virtex-7 с использованием инструментария Vivado HLS 2019.2. Максимальная тактовая частота устройства составила 250 МГц. Для выполнения мультипликативных и аддитивных операций использовались LUT-таблицы. Сравнительный анализ одного раунда аутентификации, реализованный в модулярных кодах, показал, что для реализации протокола Фиата – Шамира требуется 2,42 ms. При этом временные затраты на один раунд выполнения протокола Гиллоу – Куискуотера составят 3,7 ms. В результате получаем, что реализация одного раунда протокола Фиата – Шамира требует в 1,53 раза меньше временных затрат по сравнению с протоколом Гиллоу – Куискуотера. Однако для достижения требуемой криптографической стойкости к подбору сигнала ответчика для выполнения протокола аутентификации Фиата – Шамира требуется несколько раундов реализации. В этом случае при выполнении

20 раундов опознавания спутника временные затраты составят 48,4 ms. Поэтому модификацию протокола аутентификации Гиллоу – Куискуотера, реализованного в МК, можно считать более эффективной по сравнению с многораундовым протоколом Фиата – Шамира.

Заключение

Для повышения эффективности систем аутентификации низкоорбитальных спутников необходимо уменьшать время на процедуру вычисления статуса спутника, так как это позволяет снизить вероятность подбора сигнала ответчика. Для достижения поставленной цели в статье рассмотрены модификации протоколов аутентификации Фиата – Шамира и Гиллоу – Куискуотера, реализованные в МК. Проведенный сравнительный анализ показал, что, несмотря на то, что временные затраты на выполнение одного раунда аутентификации протоколом Фиата – Шамира в 1,53 раза меньше временных затрат по сравнению с протоколом Гиллоу – Куискуотера, на полную аутентификацию спутника потребуется 48,4 ms. На основе полученных результатов исследования можно сделать вывод о том, что модификация протокола аутентификации Гиллоу – Куискуотера, реализованная

в МК, можно быть использована для построения систем опознавания спутника.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-37-90009.

Список литературы

1. Пашинцев В.П., Калмыков М.И., Ляхов А.В. Применение помехоустойчивого протокола аутентификации космического аппарата для низкоорбитальной системы спутниковой связи // Инфокоммуникационные технологии. 2015. № 2. С. 183–190.
2. Rezenkov R.N., Pashintsev V.P., Zhuk P.A. Application of spoof resistant authentication protocol of spacecraft in low earth orbit systems of satellite communication. International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET). 2018. Vol. 9. Issue 5. May, P. 958–965.
3. Червяков Н.И., Коляда А.А., Ляхов П.А. Модулярная арифметика и ее приложения в инфокоммуникационных технологиях. М.: Физматлит, 2017. 400 с.
4. Ananda Mohan Residue Number Systems. Theory and Applications. Springer International Publishing Switzerland. 2016. 351 p.
5. Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. М.: Издательство ТРИУМФ, 2003. 816 с.
6. Запечников С.В. Криптографические протоколы и их применение в финансовой и коммерческой деятельности: учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия – Телеком, 2007. 320 с.
7. Kevin Kusnardi, Dennis Gunawan Guillou-quisquater protocol for user authentication based on zero knowledge proof. TELKOMNIKA. April 2019. Vol. 17. No. 2. P. 826–834. DOI: 10.12928/TELKOMNIKA.v17i2.11754.

УДК 004.946

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ВИРТУАЛЬНОГО ТУРА В ОРЕНБУРГСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Шардаков В.М., Тлегенова Т.Е., Пирязев М.М., Кобылкин Д.С.

*ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург,
e-mail: tlegenova_te@mail.ru*

В дополнение к индустрии развлечений виртуальная реальность (VR) имеет мириады потенциальных областей применения. В данном исследовании использована виртуальная реальность в сценарии виртуального тура. В частности, описывается проектирование и оценка прототипа виртуального тура вуза для помощи студентам-первокурсникам в поиске учебных аудиторий. Каждая панорама содержит ключевые точки, которые позволяют пользователю дополнительно исследовать окружающее его пространство. Количество точек перехода зависит от производительности и состояния потокового сервера. Все фотографии были объединены с использованием техники фотошитья для получения панорамного изображения. В качестве типа панорамы была задана плоская панорама. Тестирование системы было проведено для получения обратной связи пользователей с виртуальным туром и для того, чтобы сделать доработку до прототипа. Разработанная интуитивно понятная система перемещения обучающихся по вузу на основе применения технологии виртуальной реальности, а также спроектированный сценарий виртуального тура получил положительные отзывы, и все участники сошлись во мнении, что это позволит упростить поиск обучающимся требуемой аудитории, обучающийся заранее сможет спланировать свой маршрут наиболее эффективно и не опоздать на занятие.

Ключевые слова: виртуальная реальность, VR, обучающиеся, эффективность

DESIGNING A VIRTUAL TOUR MODEL AT ORENBURG STATE UNIVERSITY

Shardakov V.M., Tlegenova T.E., Piryazev M.M., Kobylkin D.S.

Orenburg State University, Orenburg, e-mail: tlegenova_te@mail.ru

In addition to the entertainment industry, virtual reality (VR) has myriad potential applications. This study uses virtual reality in a virtual tour scenario. In particular, it describes the design and evaluation of a prototype of a virtual university tour to help freshmen in finding classrooms. Each panorama contains cue points that allow the user to further explore their surroundings. The number of transition points depends on the performance and state of the streaming server. All photographs were combined using photo sewing techniques to create a panoramic image. The panorama type was set to a flat panorama. System testing was carried out to get user feedback on the virtual tour and in order to make improvements to the prototype. The developed intuitive system for moving students around the university based on the use of virtual reality technology, as well as the designed scenario of the virtual tour, received positive feedback, and all participants agreed that this would simplify the students' search for the required audience, the student will be able to plan his route in advance most effectively and do not be late for class.

Keywords: virtual reality, VR, learners, efficiency

В дополнение к индустрии развлечений виртуальная реальность (VR) имеет мириады потенциальных областей применения, таких как туризм [1], промышленный дизайн [2], архитектура, недвижимость, медицинское обслуживание [3–4], образование [5] и т.д. В данном исследовании использована виртуальная реальность в сценарии виртуального тура. На данный момент подобные системы виртуальных туров имеют ограничения с точки зрения отображения информации, представленной видео или панорамой изображений [6]. Всё это задает новый вектор развития науки и техники.

В опросе, проведенном компанией Art & Science Group, из 500 опрошенных студентов 94% посетили университет перед подачей документов на обучение и 65% из них указали, что посещение кампуса повлияло на их решение о подаче заявки [7]. Исследование 2010 г., проведенное Д.К. Браун из Университета Небраски-Линкольна, показало,

что если студент участвовал в туре по университету, то вероятность того, что данные абитуриенты поступят в университет, почти в два раза выше, чем у тех, кто не посещал тур по колледжу. По итогам данного исследования были приложены дополнительные усилия к разработке виртуальной экскурсии по кампусу университета, так как посещение кампуса оказывает наибольшее влияние на окончательное решение будущего студента [8].

Один из крупнейших частных университетов Индонезии Telkom University (Tel-U) также с целью демонстрации образовательной среды и культурного досуга в университете для привлечения будущих студентов разработал 3D-веб-виртуальный тур. Проект был успешно реализован в трех зданиях: женское общежитие, бассейн и мужское общежитие. Виртуальный тур смоделирован на основе языка PHP, базы данных MySQL и приложения 3DVista [9].

P. Hodgson и др. [10] делятся опытом более активного взаимодействия со студентами бакалавриата направления «Фармакология и терапия» и «Экотуризм» благодаря внедрению трехмерной визуализации, которая стала возможной благодаря иммерсивной виртуальной реальности (IVR). Материалы могут быть захвачены в видео на 360 градусов для просмотра через смартфоны, прикрепленные к головным дисплеям (HMD) с датчиками движения, эти видеозаписи могут выходить за физические границы как в клинических случаях, к примеру, имитирующих больничную палату, так и в демонстрации природных достопримечательностей местности. В результате внедрения технологии виртуальной реальности повышается интерес, эффективность и качество обучения.

Группа ученых [11] разработала приложение для виртуального тура на базе университета Бенгкулу, которое визуализирует и отображает расположение зданий и комнат с моделированием объектов на 360 градусов. Приложение построено на веб-основе на платформе фреймворк Codelgniter, объединение сферических панорамных фотографий реализовано в приложении Tourweaver, просмотр контрольных точек осуществляется с помощью создания точек расположения, встроенных в карту с помощью Google Maps API. Результаты эксперимента показали эффективность (96,1%), результативность (96,6%) и удовлетворенность (89,2%) более чем 100 респондентов приложением для виртуального тура университета Бенгкулу.

В работе [12] автор предлагает проект создания интерактивного мультимедийного устройства виртуальной реальности на базе университета Южной Калифорнии. Мобильное приложение представляет собой самостоятельную экскурсию по университету, маршрут экскурсии рассчитан на привлечение будущих студентов к обучению, студенческой жизни в колледже, академических группах и возможностям университета. Приложение использует геолокацию для представления пользователю информации относительно его физического местоположения. В разработке имеются следующие допущения: пользователи имеют доступ к сенсорному мобильному устройству со звуковыми возможностями и доступ Wi-Fi, пользователи обладают базовыми технологическими навыками, необходимыми для навигации по сенсорному экрану мобильного устройства, пользователи обладают необходимыми навыками английского языка для понимания представленной информации. Автор демонстрирует

положительные результаты (90%) по внедрению приложения.

Коллективом авторов под руководством N.I. Iskak описывается разработка виртуального тура по кампусу с использованием панорамного видео, на котором пользователь может увидеть в 360-градусном обзоре территорию кампуса. В качестве технологии разработки использовался гибкий метод, включающий четыре этапа: этап требований, этап проектирования, этап разработки и этап обратной связи при тестировании, проведенном через онлайн-форму. По данным тестирования веб-система Virtual Campus Tour, использующая панорамное видео, полезна для всех, кто посещает UiTM Perlis, с чем полностью согласны большинство респондентов. Также зафиксировано, что 12 респондентов полностью согласны с тем, что они склонны использовать веб-систему Virtual Campus Tour в будущем и будут рекомендовать Virtual Campus Tour своей семье, друзьям и другим посетителям [13].

Группа ученых [14] разработала и апробировала интерактивный виртуальный тур по Лос-Анджелесу на базе Android с использованием среды Unity 3D и приложения Google Sketchup. Общая цель проекта – разработать интерактивную виртуальную экскурсию по кампусу, чтобы продемонстрировать всю архитектуру школы и свести к минимуму неудобства новых абитуриентов и родителей в процессе обучения и подачи заявления на обучение. Полученные результаты показали, что виртуальный тур по кампусу в значительной степени поможет облегчить неудобства заявителя во время процесса подачи заявки, приложение будет полезно абитуриентам в принятии решений о поступлении, посетители станут более информированными и ориентированными в том, что они должны знать перед посещением школы.

Цель исследования: разработка модели виртуального тура на основе применения технологии виртуальной реальности.

В нашей работе спроектирована автономная навигация для обучающихся, позволяющая студентам-первокурсникам ориентироваться в вузе как в режиме онлайн, так и при отключенном интернете.

Для начала была спроектирована архитектура системы обработки виртуального тура, которая показана на рис. 1.

Система делится на две части: Front end – та часть, которая видна пользователю, содержит в себе саму систему переходов виртуального тура, расположенного на сервере, и Back end – часть системы, в которой происходит обработка и настройка соответствующих панорам для сцены, которая отображается пользователю.

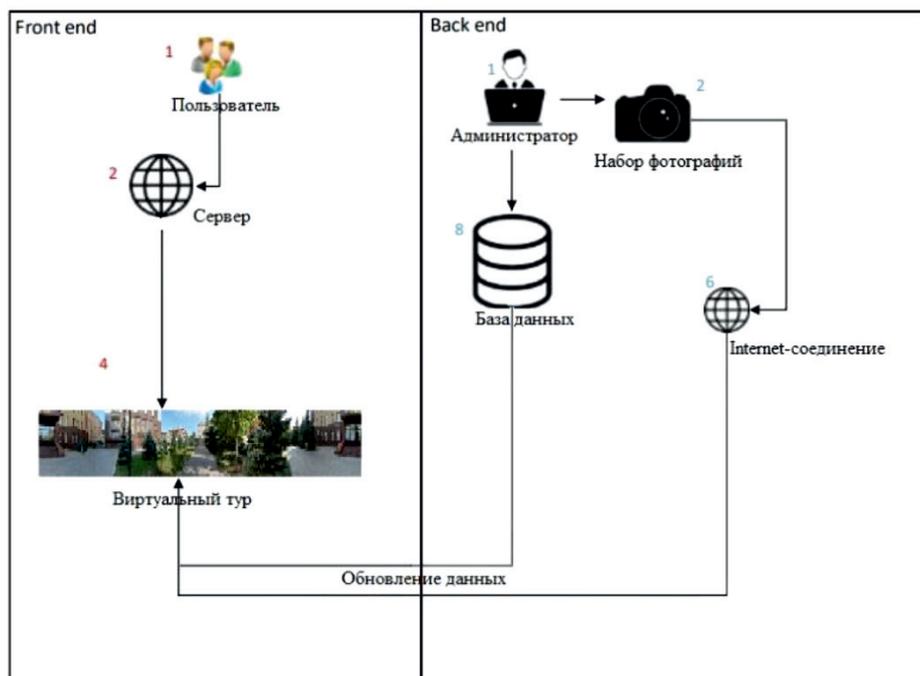


Рис. 1. Архитектура системы обработки виртуального тура

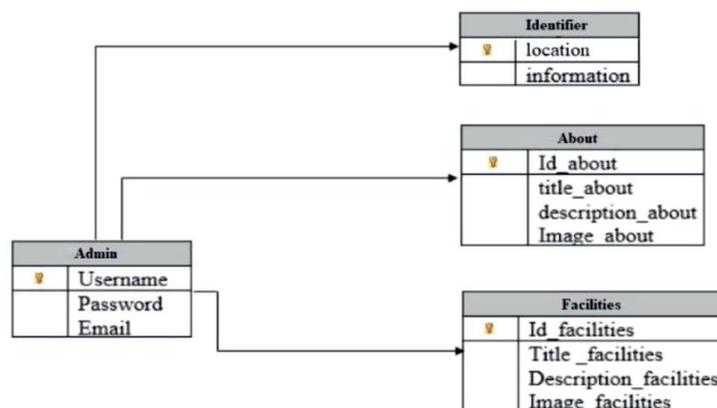


Рис. 2. Структура базы данных

Следующим шагом является разработка базы данных для хранения и обработки информации (рис. 2).

Таблица Admin содержит в себе имя пользователя, пароль и почту для входа в систему администратора. Таблица Identifier содержит в себе информацию о каждой локации и описания к ней. Таблица About и Facilities содержит в себе набор аудио- и фотоданных для каждой точки перемещения, из которой строится каждая локация.

Материалы, используемые для создания панорамных фотографий каждой сцены, выполнены с различных ракурсов (спереди, сзади, справа и слева, затем сверху и снизу) и соединены с другими локациями для по-

лучения полного представления обо всех корпусах. Звуковое сопровождение реализуется с помощью программного обеспечения Valabolka, которое может конвертировать набранный текст в речевые информационные данные. Подготовленное текстовое сопровождение вводится в Valabolka, после чего данные речевой информации сохраняются в формате wav.

Основным отличием нашего метода является то, что мы используем не камеру в 360 градусов, цена которой на данный момент весьма велика, а обычный зеркальный фотоаппарат, «сшивая» полученные изображения в панораму. Примеры фотографий показаны на рис. 3.

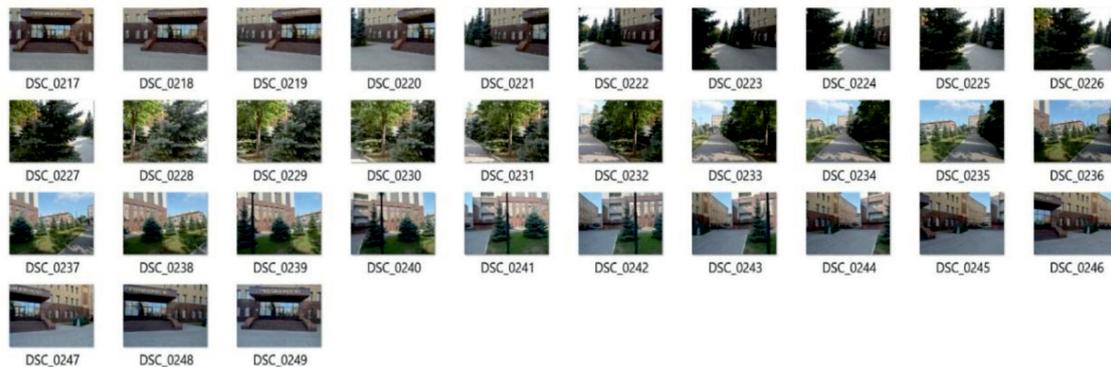


Рис. 3. Полученные фотографии



Рис. 4. Полученная панорама из набора снимков

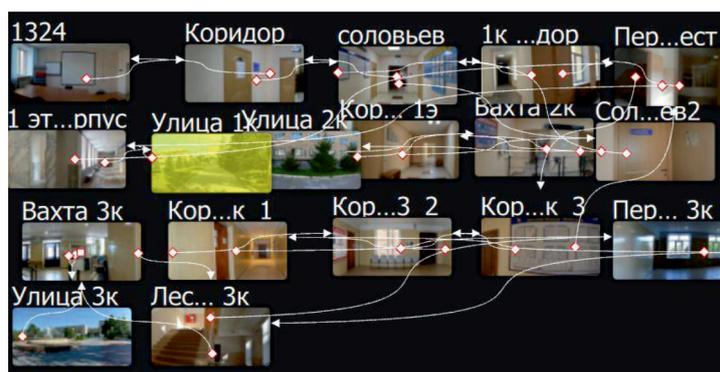


Рис. 5. Сценарий перемещения студента по вузу

На основе имеющихся фотографий составляется общая панорама сцены путем сшивания изображений (рис. 4).

После того, как к каждой сцене составлена панорама, формируется сценарий перемещения студента по вузу, показанный на рис. 5.

Представленный алгоритм работает, пытаясь минимизировать сумму расстояний, уже пройденных до узла n , который обычно называется $g(n)$, плюс расстояние, которое еще ожидается пройти до заданной цели, вычисляемое эвристической функцией $h(n)$, как показано в уравнении (1). В уравнении $f(n)$ – это функция, которую необходимо минимизировать:

$$f(n) = g(n) + h(n). \quad (1)$$

Для каждого возможного пути, который пройдет пользователь, создается дерево поиска от начального узла до целевого,

с целью оптимизации скорости обработки данных посредством определения оптимального маршрута пользователя. После чего для каждого узла n пути вычисляется функция f_j .

Приспособленность f каждого варианта j вычисляется как сумма расстояний d , вычисленных между каждыми двумя последовательными точками i , включая расстояние между последней и первой точками $d(n, 1)$. Для n точек она задается уравнением

$$f_j = \frac{1}{d(n, 1) + \sum_{i=1}^{n-1} d(i, i+1)}. \quad (2)$$

Данное решение позволит упростить поиск обучающимися требуемой аудитории, студент заранее сможет спланировать свой маршрут наиболее эффективно и не опоздать на занятие.

Время обработки данных (с)

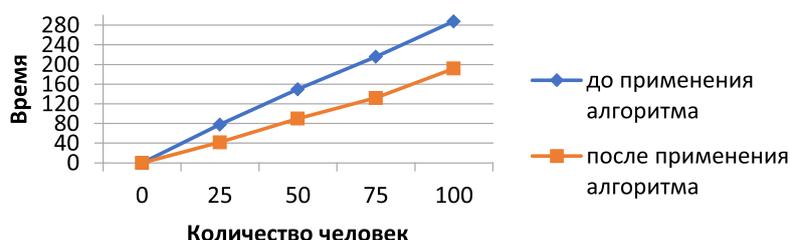


Рис. 6. Схема изменения времени обработки сцены

Поиск наиболее возможного маршрута движения позволит оптимизировать время предобработки данных, на рис. 6 показан график изменения времени обработки сцены на персональном компьютере пользователей.

Полученные результаты показали, что предложенный подход оптимизирует скорость обработки данных более чем на 30–35%.

По данным тестирования респондентов через онлайн-форму, виртуальный тур на основе применения технологии виртуальной реальности, а также спроектированный сценарий виртуального тура, полезен для помощи студентам-первокурсникам в поиске учебных аудиторий, с этим согласны большинство респондентов (97,4%) по критериям эффективности (96,5%) и удовлетворенность (93,2%).

Заключение

В работе мы предложили интуитивно понятную систему перемещения обучающихся по Оренбургскому государственному университету на основе применения технологии виртуальной реальности, также спроектирован сценарий виртуального тура. Количество точек перехода зависит от производительности и состояния потокового сервера. В дальнейшем мы планируем провести аудио- и видеовставки в виртуальный тур. Основываясь на результатах исследования, планируется обратная связь с пользователями.

Список литературы

1. Вишневецкая Е.В., Точко Е.В. Виртуальные туры как новый вид туризма // Вестник научных конференций. 2016. № 11–6 (15). С. 35–37.
2. Положихина М.А. Цифровая экономика как социально-экономический феномен // Экономические и социальные проблемы России. 2018. № 1. С. 8–38.
3. Русских В.А., Пирогова О.Е. Влияние информационных технологий на развитие сферы недвижимости // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2019. № 1 (35). С. 248–254.

4. Корнилова Л.А. Разработка интерактивного виртуального тура и сопутствующих графических материалов для ориентирования в медицинском учреждении // Гуманитарные науки: от вопросов к решениям: сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции (Томск, 25 октября 2016 г.). Томск: Федеральный центр науки и образования «Эвенсис», 2016. С. 12–15.

5. Малярова М.В., Жадаева А.П. Использование визуализации с AR для исследовательской деятельности: технология дополненной реальности в образовании // Информационные технологии в образовании «ИТО-Саратов-2017»: материалы IX Всероссийской научно-практической конференции (Саратов, 02–03 ноября 2017 г.). Саратов: Издательский центр «Наука», 2017. С. 258–260.

6. Зайцева А.В., Галиаскаров Э.Г. Исследование взаимодействий реальных и виртуальных объектов в AR // Проблемы экономики, финансов и управления производством: сборник научных трудов вузов России. Иваново: Издательство Ивановского государственного химико-технологического университета, 2020. С. 42–50.

7. Hesel R.A. Campus Visit Drives College Choice. Student Poll. 2004. Vol. 5. No. 5. P. 1–8.

8. Brown J.K. An examination of undergraduate student recruitment procedures and activities at a Midwestern State University. Enrollment Management Journal. 2010. Vol. 4. No. 3. P. 89–116.

9. Perdana D., Irawan A.I., Munadi R. Implementation of a web based campus virtual tour for introducing Telkom university building. International Journal of Simulation – Systems, Science & Technology. 2019. Vol. 20. No. 1. P. 1–6.

10. Hodgson P., Lee W.Y., Chan C.S., Tang S.Y., Chan L., Wong C. Immersive virtual reality (IVR) in higher education: Development and implementation. Augmented Reality and Virtual Reality. Progress in IS. Springer, Cham. 2019. P. 161–173. DOI: 10.1007/978-3-030-06246-0_12.

11. Setiawan Y., Erlanshari A., Yusa M., Purwandari E.P. Usability Testing to Measure Real Perception Generation Level in Introduction of Bengkulu University Building Based on Virtual Tour with 360° Object Modelling. Sriwijaya International Conference on Information Technology and Its Applications. Atlantis Press. 2020. P. 645–648. DOI: 10.2991/aisr.k.200424.097.

12. Suryanto T.L., Wibowo N.C. Developing and Evaluating a Jejakatua Virtual Campus Tour Prototype Using Auto-stitching Technique. Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing. 2020. Vol. 1569. No. 2. P. 022–055.

13. Osman A., Iskak N.I., Wahab N.A., Ibrahim N. Interactive Virtual Campus Tour using Panoramic Video: A Heuristic Evaluation. Journal of Computing Research and Innovation. 2020. Vol. 5. No. 4. P. 1–7.

14. Calingasan R.E., Ramos J.B., Espinosa E.J., Casipagan B.C., Alviar S.C. Into the Campus: Creating an Android-Based Interactive Virtual Tour of La Verdad Christian College – Apalit using Unity 3D. Innovatus. 2019. Vol. 2. No. 1. P. 1–6.

УДК 621.8.03

ПРИМЕНЕНИЕ СИНТЕЗ-ГАЗА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

¹Шартдинов А.Ш., ¹Квятковская А.С., ¹Эпимахов Н.Л., ²Силантьева Л.Я.

¹ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»,

Уфа, e-mail: shartdinov72@gmail.com, nikelon32@gmail.com;

²ООО НПЗ «Синтез», e-mail: npp-sintez@yandex.ru

В статье исследуются проблемы кризисной ситуации в области энергетических ресурсов и постоянно увеличивающихся объёмов промышленных и коммунальных отходов, которые ведут к постоянному ухудшению состояния окружающей среды. Поднимаются проблемы, связанные как с добычей биогаза, которая ведётся непосредственно на полигонах, отведенных под свалки, так и с мусоросжигающими заводами, при работе которых в атмосферу выделяются токсины. Для решения поставленных проблем предложен путь утилизации твердых бытовых отходов методом их газификации, за счет теплоразложения органики при неполном окислении кислородом воздуха и применения нанотехнологий с получением метана, содержащего газ с теплотворной способностью от 2400 до 4000 ккал/нм³ по сравнению с мировыми аналогами, теплотворная способность которых не превышает 1200 ккал/нм³. Проанализировано предложенное на рынке оборудование различных производителей для газификации твердых бытовых отходов. По результатам анализа сделан выбор в пользу производителя ООО НПЗ «Синтез», оборудование которого позволяет получать газ с наивысшей теплотворной способностью, расходуя при этом минимум средств на производство. Показаны преимущества использования полученного газа вместо природного газа, при работе в пароводяных котлах, в газопоршневых и газотурбинных электростанциях и при синтезе жидких углеводородов. Результаты исследования показывают, что применение синтез-газа для производства альтернативных источников энергии – весьма выгодное и перспективное направление, которое находится на ранних этапах развития в России.

Ключевые слова: синтез-газ, энергообеспечение, экологическая проблема, твердые коммунальные отходы, газификация, пиролиз, зольный остаток, метан

USE OF SYNTHESIS GAS FOR THE PRODUCTION OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES

¹Shartdinov A.Sh., ¹Kvyatkovskaya A.S., ¹Epimakhov N.L., ²Silanteva L.Ya.

¹Ufa State Aviation Technical University, Ufa, e-mail: shartdinov72@gmail.com, nikelon32@gmail.com;

²Research and Production Enterprise SINTEZ, LLC, e-mail: npp-sintez@yandex.ru

The article examines the problems of the crisis situation in the field of energy resources and constantly increasing volumes of industrial and municipal waste, which lead to a constant deterioration of the environment. Problems are raised both with the extraction of biogas, which is conducted directly on landfills designated for landfills, and with incineration plants, during which toxins are released into the atmosphere. To solve these problems, we propose a way to dispose of solid household waste by heating it, due to heat release during incomplete oxidation to produce high-calorie (2000÷4000 kcal/Nm³ compared to world analogues up to 1200 kcal/Nm³) methane containing synthetic gas. The article analyzes the equipment offered on the market for gasification of solid household waste from various manufacturers. According to the results of the analysis, a choice was made in favor of the manufacturer NPP Sintez LLC, whose equipment allows to obtain gas with the highest calorific value, while spending a minimum of money on production. The advantages of using the resulting gas instead of natural gas, when working in steam boilers, in gas-piston and gas-turbine power plants, and in the synthesis of liquid hydrocarbons are shown. The results of the study show that the use of syngas for the production of alternative energy sources is a very profitable and promising direction, which is at an early stage of development in Russia.

Keywords: synthesis gas, energy supply, environmental problem, municipal solid waste, gasification, pyrolysis, ash residue, methane

На сегодняшний день всё больший оборот набирают проблемы нехватки энергоресурсов и возрастающих объёмов твердых коммунальных отходов, приводящих к загрязнению окружающей среды. Потенциальным решением указанных проблем может стать путь переработки органических отходов в конечные полезные продукты.

Обращение с твердыми отходами и их обработка могут смягчить неблагоприятное воздействие на окружающую среду и здоровье человека, а также поддержать экономическое развитие и качество жизни. Ряд термохимических методов обработки отходов (то есть пути преобразования отходов в энергию,

такие как пиролиз, газификация и сжигание) могут преобразовывать твердые отходы в энергию, в то время как технология газификации обеспечивает эффективное и экологически безопасное решение для производства энергии в форме синтез-газа. Органические отходы содержат в себе два основных компонента – углерод и водород, которые могут подвергаться термохимическому разложению. Гниение твердых коммунальных отходов (далее – ТКО) происходит с выделением биогаза (свалочного газа) и фильтрата, имеющего большую концентрацию метана. Полигоны, выделенные под свалки, являются местами добычи данного газа [1].

Получение энергии из отходов – одна из лучших альтернатив экологически безопасному обращению с отходами. Массовое сжигание обычно является предпочтительным вариантом. Обычно это касается крупных объектов, где перерабатывается более 500 т отходов в сутки. Получение синтез-газа из отходов также имеет неоднозначный успех. Непосредственно перед использованием в когенерации на газопоршневых электростанциях добытый газ очищают. Известный метод добычи, заключающийся в сборе газа сверлением шурфов и установкой перфорированных ловушек, позволяет собрать объёмы биогаза только с 20% от общей массы захороненных ТКО. Оставшиеся 80% объёмов мусора приводят к парниковым выбросам, ядовитым стокам и выделению фильтрата [2]. Также для переработки коммунальных отходов используют мусоросжигательные заводы, которые по нормам должны быть оборудованы системой фильтрации для избегания выбросов токсинов в атмосферу. К тому же дополнительные проблемы возникают с зольным остатком, который концентрирует в себе активные формы тяжелых металлов [3]. Использование пиролизной технологии сопровождается двумя проблемами. Первая связана с неполным разложением органических веществ, что приводит к вновь синтезируемым токсинам, выделяемым в пиролизных котлах, вторая – с утилизацией коксового остатка, в котором содержатся активные формы тяжелых металлов [4]. Также пиролиз является весьма энергозатратным методом. Развивающимся направлением в переработке твердых бытовых отходов стал путь преобразования органической части топлива в горючие газы.

Цель исследования заключается в проведении анализа потенциального метода решения проблем нехватки энергоресурсов и постоянно возрастающих объёмов промышленных и коммунальных отходов за счет безотходной переработки органических отходов с помощью их превращения в полезные продукты, снижая вред окружающей среде.

Анализ литературных источников

Процессы газификации включают реакцию углеродсодержащего сырья с кислородсодержащим реагентом, обычно кислородом, воздухом, паром или диоксидом углерода, обычно при температурах выше 800 °С. Он включает частичное окисление вещества, что подразумевает добавление кислорода, но его количества недостаточно для полного окисления топлива и полного сгорания [5]. Основным продуктом является синтез-газ, который представляет собой смесь газов,

включая CO и H₂, которую можно использовать для производства топлива и химикатов или сжигать для выработки тепла или электричества. Некоторыми побочными продуктами являются зола и смолы, в зависимости от используемой технологии.

На рынке оборудования преобразования органической части топлива в горючие газы предлагаются газогенераторы на основе прямого процесса, которые вырабатывают генераторный газ, который не подлежит какой-либо очистке, и применяется на сегодняшний день только в отопительных системах. При сгорании данного газа выделяется тепло, количество которого не превышает 1100 Ккал/нм³ (рис. 1). Помимо тепла сжигание генераторного газа сопровождается выделением токсинов [4].

Одним из методов пиролиза является процесс использования расплава солей, где соли нагреваются до температуры близкой к 2000 °С, а затем данный агент проходит через слой органики, находящейся в процессе пиролиза. Данный процесс имеет недостатки: сложность технологии и большие затраты.

Метод прямой газификации является одним из методов газификации, который проводится под высоким давлением, где органика и окислительный агент движутся навстречу друг другу. Также способ прямой газификации допускает применение плазматронов, что приводит к увеличению затрат, при этом теплотворная способность не превышает 1100 ккал/нм³ [5].

Таким образом, необходимо выбрать наиболее подходящее оборудование для газификации органических отходов, которое позволит получать газ с наибольшим количеством теплоты, выделяемой при сгорании топлива, расходуя при этом минимальное количество средств на производство. В табл. 1 приведены различные производители подобного оборудования с его характеристиками.

Анализ табл. 1 показал, что наилучшим производителем оборудования для газификации является компания ООО НПП «Синтез». В сравнении с другими производителями данное оборудование отличается наивысшим показателем добычи как по виду, так и величине. Оборудование компании «Синтез» включает наибольшее количество видов перерабатываемого сырья, а также способно работать в автоматическом режиме. Теплотворная способность газа, производимого по технологии данной компании, в 3–4 раза выше, чем у остальных, по степени очистки газа данной компании нет аналогов в мире, к тому же оборудование отличается наименьшей тем-

пературой на выходе газогенератора (ниже в 13 раз). При работе отсутствуют вредные выбросы, что подтверждается сертифика-

том. Профилактические работы требуются один раз в год, в то время как у остальных необходимы раз в месяц [6].



Рис. 1. Комплекс оборудования прямой газификации ТКО: 1 – загрузочное устройство, 2 – газогенератор, 3 – бак с водой, 4 – циклон, 5 – бак распределитель, 6 – факел генераторного газа

Таблица 1

Характеристика оборудования различных производителей для газификации

Показатель	Производители			
	ЗАО «Перспектива»	НПО «Инверсия»	НПО «Салют»	ООО НПП «Синтез»
Добыча	По газу от 85 до 2800 м ³ /час, по энергии от 30 до 1000 кВт/час	По энергии от 8 до 1000 кВт/час	1000 кВт	По газу от 30 до 3000 м ³ /час, по энергии от 30 до 3000 кВт/час; по теплу от 3,3 до 3300 кВт
Вид топлива	Деревоотходы, биомасса, отходы растениеводства, уголь	Дрова, торф	ТКО	Деревоотходы, ТКО, биомасса, отходы растениеводства, торф, уголь, сланцы, иловые осадки очистных сооружений
Управление	Полуавтоматическое	Ручное	Периодического действия	Автоматическое
Теплотворная способность газа (ккал/м ³)	900–1100	900–1100	900–1100	2800–4000
Температура на выходе газогенератора	200°	400°	400°	30°
Вредные выбросы	Отсутствуют (сертификат)	Дым, смолистая жидкость	Выбросы в атмосферу	Отсутствуют (сертификат)
Отходы работы ГТТ	Зола (удобрение) 1% (заключение Ростехнадзора)	Зола	Зола	Зола (удобрение) 1% (заключение Ростехнадзора)
Степень очистки газа	Твердые частицы до 100 мкм (95%), смола не отделяется	Газ не очищается от мех. примесей и смол	Очистка отсутствует, невозможно применение в ГПЭ и в горелках	Твердые частицы до 10 мкм (95%) Смолосодержание 0,1 мг/м ³
Ресурс газопоршневой электростанции	5000 ч	5000 ч	Применение ГПЭ невозможно	20000–40000 ч
Профилактические работы	1 раз/мес	1 раз/мес	1 раз/мес	1 раз/год



Рис. 2. Комплекс газификации производства ООО «НПП «Синтез»: 1 – реактор газификации, 2 – теплообменник стабилизатор газа, 3 – рабочий сепаратор, 4 – газопоршневая электростанция в контейнере, 5 – трубопроводы, 6 – резервный сепаратор, 7 – шкаф управления

Такие преимущества оборудования предприятия ООО «НПП «Синтез» обуславливаются использованием принципа обратного автотермохимического процесса газификации, который заключается в возможности первичного генераторного газа преодолеть тот температурный промежуток, который вновь приводит к синтезу углеводородных токсинов. Затем генераторный газ проходит стадию синтеза метана, основанной на нанотехнологии производства большого количества метана без применения катализаторов, в результате увеличивая теплотворную способность при сгорании синтезированного газа, по сравнению с генераторным, в три раза (рис. 2).

Следующим этапом в процессе получения синтез-газа является очистка и остужение, способствующее выработке теплоносителя в виде горячей воды. Данный газ имеет приблизительно следующий состав: $\text{CO} = 15,4\%$; $\text{H}_2 = 11\%$; $\text{CH}_4 = 28\%$; $\text{C}_n\text{H}_m = 0,1\%$; $\text{N}_2 = 41\%$; $\text{CO}_2 = 4,5\%$. Количество теплоты, выделяемой при сгорании, колеблется от 2200 Ккал/м^3 до 4000 Ккал/м^3 . Применение синтез-газа в двигателях внутреннего сгорания с соответствующей модернизацией позволяет иметь потерю мощности менее 7% , относительно применения природного газа [4].

В дальнейшем предприятие ООО «НПП «Синтез» планирует применить метод автотермохимического процесса обратной газификации для мусороперерабатывающих заводов. Примером могут послужить два объекта. Первый построен в Белгородской области. Объект предполагает переработку ТКО с начальным объемом 100 тыс. т в год. Данный проект предлагает повторную пе-

реработку материала после сортировки, а оставшиеся технологические хвосты способствуют получению горючего синтез-газа при их переработке в топливные брикеты, подвергающиеся процессу газификации [7]. Полученный синтетический газ проходит определенный подготовительный процесс, а затем отправляется на получение электрической и тепловой энергии. Зольный остаток подвергается процессу разрушения токсинов. Стоимость 1 кВт электрической энергии при использовании данного метода составляет менее 20 копеек (мощность электростанции 14 МВт). Охлаждение синтетического газа позволяет получить попутный продукт в виде тепловой энергии. Прочим источником тепловой энергии станет охлаждение выхлопных газов, данный метод газификации соответствует стандарту ЕВРО – 5 [5]. Другими попутными продуктами являются дистиллированная вода, моноароматические углеводороды, гудрон. Благодаря низким параметрам затрат и колоссальным объемам выработки электроэнергии проект утилизации твердых бытовых отходов переходит в разряд высокодоходных. Реализация данного проекта позволит выполнить следующие задачи:

- полная безотходная переработка ТКО;
- снижение экологической нагрузки на экосистему;
- близкое к городу расположение предприятий;
- снижение коммунальных, транспортных и строительных расходов.

На втором объекте, расположенном в Болгарии, предприятие ООО «НПП «Синтез» поставило и запустило в эксплуатацию «Комплекс» с выработкой синтез-газа в ко-

личестве 1500 нм³/час, где топливом для газификации служит древесная щепа бука. Бук имеет более плотную древесину и высокую теплотворную способность, чем древесина сосны, березы, помимо этого бук имеет более высокую температуру термохимической реакции [8]. Это способствует протеканию реакции регенерации с наивысшим коэффициентом восстановления первичных негорючих газов до горючих, а также протеканию реакций синтеза метана. Количество метана в производимом синтез-газе достигает 45 %, что существенно повышает его теплотворную способность. Потенциал электрической мощности «Комплекса» 1,5 МВт [9]. Процесс обратной газификации органики позволяет получать жидкие углеводороды: синтетическую нефть, метанол, бензин, авиационный керосин, дизельное топливо [6].

Материалы и методы исследования

Предприятие ООО «НПП «Синтез» провело многочисленные исследования как в создании, так и усовершенствовании оборудования и технологии газификации

органических веществ различного происхождения. Был проведен комплекс научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в исследовании технологии переработки ТБО, подвергая его переработке в оборудовании ООО «НПП «Синтез».

Результаты исследования и их обсуждение

В результате исследований были получены результаты состава синтез-газа (табл. 2), результаты исследования зольного остатка (табл. 3), а также результаты выхлопа газопоршневой электростанции после использования синтез-газа в его работе (табл. 4).

Таким образом, применение синтез-газа позволяет решить проблемы кризисной ситуации в области энергоресурсов и возрастающих объёмов промышленных и коммунальных отходов. Результатом переработки ТКО с получением синтез-газа является производство тепловой и электрической энергии, жидких углеводородов, а также снижение вреда окружающей среде, путём переработки промышленных и коммунальных отходов.

Таблица 2

Состав синтез-газа при газификации

Дата отбора	Наименование источника	Нагрузка топлива	Наименование ингредиентов	Концентрация с указанием погрешности % об.
				После очистки
27.03.	Газогенератор КЭЭГ-500 ООО «НПП «Синтез»	Генераторный газ полученный из брикетов ТБО	Метан	
			Кислород	34
			Водород	0
			Сероводород	7,5
			Диоксид серы	0,0
			Окись азота	0,03
			Оксид углерода	12
			Диоксид углерода	4,9
			Азот	41,3
			Углеводороды C ₂ -C ₁₀	0,255

Таблица 3

Зольный остаток при газификации

Дата отбора	Наименование источника	Нагрузка топлива	Наименование ингредиентов	Концентрация с указанием погрешности % об.		Нормативная документация
				Норма ПДК	После очистки	
27.03.	Содержание токсичных материалов в золе после газификации брикетов ТБО	Полиграф ABC-1	Кадмий	0,5	0,01	ГОСТ Р 51301-99
			Медь	3,0	0,046	
			Цинк	23,0	4,67	
			Никель	4,0	0,09	
			Марганец	700,0	0,005	
			Хром	6,0	2,5	
Свинец	6,0	1,3				

Таблица 4

Выхлоп после газопоршневой электростанции

Наименование источника	Нагрузка топлива	Наименование ингредиентов	Концентрация с указанием погрешности % об.
			После очистки
Газогенератор КЭЭГ-500	Генераторный газ из брикетов ТБО – выхлоп после газопоршневой электростанции	Метан	
		Кислород	0
		Водород	4
		Сероводород	0
		Диоксид серы	0,001
		Окись азота	0,002
		Оксид углерода	0,0013
		Диоксид углерода	0,1
		Азот	17,857
		Углеводороды C ₂ -C ₁₀	78,0207
		0	

Заключение

Биогаз, молекула, которая приобретает все больший интерес как топливный вектор, на протяжении десятилетий рассматривалась как кандидат на перенос энергии, производство энергии и поддержку систем отопления. Однако особые характеристики молекулы всегда делали ее химическим веществом с низкой выгодой, если она вообще имела место, по сравнению с обычным ископаемым топливом. Тем не менее текущая потребность в декарбонизации нашей экономики делает решающим поиск новых методов использования химических веществ, таких как биогаз, которые можно производить и использовать без выбросов оксидов углерода. Таким образом, текущие усилия в этой области побуждают ученых, промышленность и правительства серьезно вкладывать усилия в разработку целостных решений, способных сделать аммиак жизнеспособным топливом для перехода к чистому будущему.

Список литературы

1. Ковалёв В.Е., Гусев А.Л., Шалимов Ю.Н. // Альтернативная энергетика и экология. 2010. № 6 (86). С. 20–25.

2. Елизарьев А.Н., Кияшко И.Ю., Фашевская Т.Б., Красногорская Н.Н. Оценка влияния свалочного фильтрата на водные объекты. Качественный аспект // Безопасность жизнедеятельности. 2013. № 4. С. 22–28.

3. Силантьева Л., Фёдоров Е. Как получить энергоресурсы из отходов // Комбикорма. 2016. № 2. С. 49–51.

4. Евро – 5 экологический стандарт, регулирующий содержание вредных веществ в выхлопных газах [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%B2%D1%80%D0%BE-5> (дата обращения: 11.03.2021).

5. Минаев В.И. Применение безотходных технологий в решении экологических, продовольственных и социальных проблем // Новые технологии газовой, нефтяной промышленности, энергетики и связи. 2015. Т. 22. С. 266–272.

6. Обороин П.К. Способы получения синтез-газа // Развитие дорожно-транспортного комплекса и строительной инфраструктуры на основе рационального природопользования: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (с международным участием). 2012. С. 349–352.

7. Скотт Стефен, Брюс Джон. Способ получения синтез-газа из реакционной газовой смеси, способ получения второго синтез-газа, способ получения химического продукта, использующего синтез-газ и использующего второй синтез-газ. Патент на изобретение RU 2161120 C2 27.12.2000.

8. Спиридонова А.В., Дрязьянова В.П. Пиролизный способ получения альтернативного моторного топлива // Вестник ИРГСХА. 2018. № 84. С. 150–156.

9. Косивцов Ю.Ю., Сульман Э.М. Технология пиролиза органических материалов: монография. Тверь: ТГТУ, 2010. 124 с.

УДК 62-50:681.51

МНОГОРЕЖИМНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ОСОБЕННОСТИ АППАРАТНОГО И ПРОГРАММНОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

Шахрай Е.А., Лубенцова Е.В., Лубенцов В.Ф.

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»,
Краснодар, e-mail: vf.lubentsov@yandex.ru*

Проведен анализ возможностей применения интеллектуальных аппаратных средств на основе нечеткой технологии и программного инструментария для разработки и моделирования многорежимных систем управления. Отмечены особенности динамических объектов для применения многорежимных систем управления (МСУ). На основании характерных особенностей функционирования объектов управления сформулированы требования для МСУ. Отмечено, что для систем с неполной информацией, а также при высокой сложности объектов управления целесообразно применение интеллектуальных МСУ на основе принципов аппроксимирующего и нечеткого регулирования. Уделено внимание практической реализации алгоритмов управления МСУ на основе нечеткой логики. Дана характеристика программным средствам моделирования процессов управления и регулирования. Анализ возможностей аппаратного и программного инструментария для разработки алгоритмов управления в МСУ показывает, что имеются возможности их построения и моделирования. Приведены результаты исследования двухрежимной нечеткой системы управления подачей воздуха с помощью растворенного в среде кислорода в биореакторе периодического действия при неконтролируемом действии внешнего возмущения. Результатами внедрения установлено, что использование в МСУ комбинации аппроксимирующего регулятора с фиксированной структурой для пускового режима и контроллера на нечеткой логике для установившегося режима позволило существенно повысить управляемость процесса и снизить колебания растворенного в среде кислорода по сравнению с использованием одного нелинейного регулятора для обоих режимов.

Ключевые слова: многорежимная система управления, аппаратные и программные средства, нечеткий регулятор, аппроксимирующий регулятор, переходные процессы

MULTI-MODE CONTROL SYSTEMS AND FEATURES OF HARDWARE AND SOFTWARE TOOLS FOR THEIR IMPLEMENTATION

Shakhrai E.A., Lubentsova E.V., Lubentsov V.F.

Kuban State Technological University, Krasnodar, e-mail: vf.lubentsov@yandex.ru

The analysis of the possibilities of using intelligent hardware based on fuzzy technology and software tools for the development and modeling of multi-mode control systems was carried out. The features of dynamic objects for the use of multi-mode control systems (MCS) are noted. Based on the characteristic features of the operation of control objects, the requirements for MCS are formulated. It is noted that for systems with incomplete information, as well as with a high complexity of control objects, it is advisable to use intelligent MCS based on the principles of approximating and fuzzy control. Attention is paid to the practical implementation of control algorithms for MCS based on fuzzy logic. The characteristic of software tools for modeling control and regulation processes is given. Analysis of the capabilities of hardware and software tools for the development of control algorithms in the MCS shows that there are opportunities for their construction and modeling. As an example of a successful application of a fuzzy logic controller, the results of the study of a two-mode air supply control system using oxygen dissolved in an environment in a bioreactor of periodic action under an uncontrolled action of external disturbance are given. The results of the implementation of the use of MCS combination of the approximating controller with a fixed structure for launcher mode controller and fuzzy logic for the steady-state conditions have significantly improved controllability of the process and to reduce fluctuations in dissolved oxygen compared with using a single non-linear controller for both modes.

Keywords: multi-mode control system, hardware and software, fuzzy controller, approximating controller, transients

При переключении режимов работы современного оборудования возникает необходимость реализации последовательности различных задач управления. Системы с фиксированной структурой, настраиваемые обычно на установившийся режим, не обеспечивают наилучшего качества управления в других режимах. Для оптимизации режимов работы системы по выбранному критерию (быстродействие, отсутствие переуправления и др.) в каждом из режимов работы системы при ограничении на управляющее воздействие следует использовать перестраиваемую структуру системы управления с реализацией локальных алгоритмов

управления. Повышение требований к качеству САУ техническими и технологическими объектами обуславливает необходимость решения задачи синтеза систем управления с учетом многорежимности их функционирования в априори неопределенных условиях. Многорежимность и неопределенность условий функционирования обуславливают необходимость решения проблемы синтеза многорежимных систем управления, основанных на интеллектуальных подходах. Универсальных методов решения задач синтеза многорежимных систем управления на основе интеллектуальных подходов в настоящее время не получено. Поэтому задача

разработки и исследования многорежимных систем управления объектами различного назначения, анализ возможностей аппаратных и программных средств их реализации являются актуальными.

Целью исследования являлся анализ возможностей аппаратных и программных средств для разработки и исследования многорежимной системы управления на основе комбинирования регулятора с нечеткой логикой и нелинейного регулятора с аппроксимирующим управлением.

Анализ особенностей промышленных объектов управления в условиях многорежимности их функционирования

Применение многорежимных систем управления (МСУ) оправдано, когда динамический объект характеризуется следующими особенностями:

- необходимость последовательности осуществления пусковых и установившихся режимов функционирования;
- неконтролируемое воздействие внешних факторов на управляемые объекты, проявляющихся в условиях неопределенности функционирования оборудования;
- ограниченный уровень управляющего воздействия и недопустимость смены его знака (например, наличие в системе охлаждения только хладагента и отсутствие теплоагента при выводе реактора на оптимальный температурный режим), а также чрезмерное снижение его (например, уменьшение расхода подаваемого воздуха на аэрацию из-за возможного лимитирования кислорода в биореакторах);
- последовательное осуществление после пускового режима режимов стабилизации и программного управления.

Наиболее полно все перечисленные особенности проявляются, например, при управлении базовыми объектами биотехнологических производств, объектами энергетики, подвижными объектами. С учетом вышеперечисленного можно сформулировать требования к многорежимным системам управления:

- алгоритмы управления должны обеспечивать максимальное быстродействие в переходных (пусковых) режимах либо заданную точность скорости изменения управляемого параметра в пусковом режиме и не допускать значительное перерегулирование на этапе перехода к установившемуся режиму;
- регулятор (алгоритм управления) должен быть реализован как регулятор (алгоритм управления) с переключаемой структурой с помощью совмещенных как минимум двух регуляторов, один из которых релей-

ный (либо квазирелейный с аппроксимирующим управлением [1]), а второй линейный с ограничением смены знака управляющего воздействия;

– многорежимный цифровой регулятор (МЦР) может быть использован как супервизорный регулятор в автоматизированной системе управления технологическим процессом (АСУ ТП).

Многообразие систем управления при любом варианте их реализации требует многомодульного аппаратного и программного обеспечения (ПО) для организации и проведения процесса управления и моделирования в диалоговом режиме [2]. На практике для реализации алгоритмов управления МСУ на базе интеллектуальной технологии, например на основе нечеткой логики, возможно использование нечетких алгоритмов с помощью нечетких контроллеров. Это обеспечивает существенное повышение быстродействия регуляторов с нечеткой логикой. Известен ряд поколений нечетких контроллеров [3]. К первым относятся контроллеры на основе аналоговых больших интегральных схем (Fuzzy Chips), представленных на рынке в 1987 г. В последующем (1990 г.) появились нечеткие регуляторы на основе сверхбольших интегральных схем (СБИС), интегрирующих в себе аналоговые и цифровые принципы работы. Примерами таких СБИС являются OMRON FP-3000, TOGAI-Infra Logic F 110. Впоследствии (1992 г.) разработанные нечеткие компьютеры (Fuzzy-Computers) или нечеткие процессоры (Fuzzy-Processors) повысили удобство реализации диалогового режима взаимодействия оператора и ЭВМ, а также обеспечили повышение скорости обработки поступающей информации.

Совместной разработкой фирм «Siemens» и «Inform» является процессор с нечеткой логикой FUZZY-166 на базе 16-разрядной микропроцессора фирмы «Inform». Реализация регулятора с нечеткой логикой возможна также на базе контроллера Siemens S7-300. Японская фирма «Omron» разработала для ПЛК нечеткий микропроцессор [4]. Корпорацией Klockner-Moeller (Австрия) был разработан специализированный ПЛК, сочетающий в себе fuzzy-логику и стандартные алгоритмы управления.

С введением в 1997 г. в действие ГОСТ Р МЭК 61131-7:2017 «Контроллеры программируемые. Часть 7. Программирование нечеткого управления», идентичного международному стандарту МЭК 61131-7:2000 «Контроллеры программируемые. Часть 7. Программирование нечеткого управления» (IEC 61131-7:2000 «Programmable controllers – Part 7: Fuzzy control

programming», IDT), производители микропроцессорных контроллеров широко интегрируют «нечеткие» элементы в АСУТП.

Разработка МСУ предполагает компьютерное моделирование. В настоящее время среди программ для разработки МСУ применимы следующие программы и программные продукты [2]:

- программа MexBIOS Development Studio для разработки и моделирования ПО систем управления технологическими процессами и микроконтроллерами STM32F10x, STM32F4XX;

- программные продукты «Standard PID Control» и «Modular PID Control», предназначенные для конфигурирования программируемых логических контроллеров (ПЛК) SIMATIC S7, а также «PID Self Tuner», позволяющий осуществлять автонастройку для систем с ПИД-регуляторами;

- пакет Matlab со средой моделирования Simulink и fuzzyTECH, предназначенный для имитационного моделирования динамических систем, включая нечеткое моделирование [5];

- программа VisSim («Visual Solution»), позволяющая осуществлять моделирование и проектирование систем управления и цифровую обработку сигналов;

- пакет компьютерного моделирования динамических технических систем Sim-InTech [6], предназначенный для создания и эксплуатации автоматических систем регулирования. Отличительной особенностью программного обеспечения данного пакета является наличие программных средств моделирования систем с нечеткой логикой и нейросетевых систем.

Таким образом, разработчикам современных систем управления в настоящее время доступен широкий инструментальный реализация нечетких алгоритмов управления.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим применение нечеткого контроллера в многорежимной системе управления подачей воздуха на аэрацию с помощью растворенного в жидкости кислорода (pO_2) в биореакторе периодического действия. Реализуем уравнение закона управления МСУ в следующем виде [7]:

$$U(\varepsilon) = \left[\frac{M_1}{1 + \exp(-\lambda \cdot \varepsilon)} - \frac{M_1}{1 + \exp(\lambda \cdot \varepsilon)} \right] + \left[\frac{M_2}{1 + \exp[-\lambda \cdot (\varepsilon - a)]} - \frac{M_2}{1 + \exp[\lambda \cdot (\varepsilon + a)]} \right], \quad (1)$$

где M_1, M_2 – коэффициенты для регулирующего воздействия соответственно на участ-

ке с зоной нечувствительности (ЗН) и за ее пределами; ε – ошибка регулирования; λ – коэффициент усиления нелинейности; $2a$ – величина ЗН.

Для проектирования системы воспользуемся инструментариумом нечеткой логики Fuzzy Logic Toolbox, входящим в пакет программ MatLab [5]. Для входных лингвистических переменных НР ошибки регулирования и ее производной используем следующие термы: М – малое, Н – норма, В – высокое. Для выходной лингвистической переменной НР используем следующие термы: СМ – сильно уменьшить, М – уменьшить, Н – норма, В – увеличить, СВ – сильно увеличить. База нечетких правил для определения коррекции расхода воздуха по содержанию концентрации растворенного в жидкости кислорода pO_2 с использованием приведенных термов приведена в таблице.

База правил определения коррекции расхода аэрирующего воздуха в биореактор

Ошибка ε_{pO_2}	Производная ошибки $d\varepsilon_{pO_2}/dt$		
М	СМ	М	Н
Н	М	Н	В
В	Н	В	СВ

Важную роль в процессе синтеза НР играет выбор функции принадлежности (ФП). Поэтому при синтезе НР предварительно проведен анализ использования фаззификации треугольными и гауссовыми функциями принадлежности. Ошибка обучения нейро-нечеткой сети, полученная при различных ФП и разном числе эпох, показала, что при наименьшем числе эпох, равном 34, ошибка при треугольной ФП равна 0,075882; при числе эпох, равном 140, ошибка при двухсторонней гауссовской ФП наименьшая и равна 0,003283. Функции принадлежности значений переменных НР соответствующим термам для заданных диапазонов их изменения представлены на рис. 1. Результаты синтеза алгоритма построения нечеткого регулятора представлены на рис. 1.

Как показал анализ поверхностей вывода регулирующего воздействия нечеткого регулятора от входных переменных, результаты с обеими ФП идентичны (рис. 1, 3). Поэтому синтез НР осуществлен с использованием наиболее простых треугольных функций принадлежности и алгоритма Мамдани [8]. Дефаззификация переменных произведена с помощью метода центра тяжести [5].

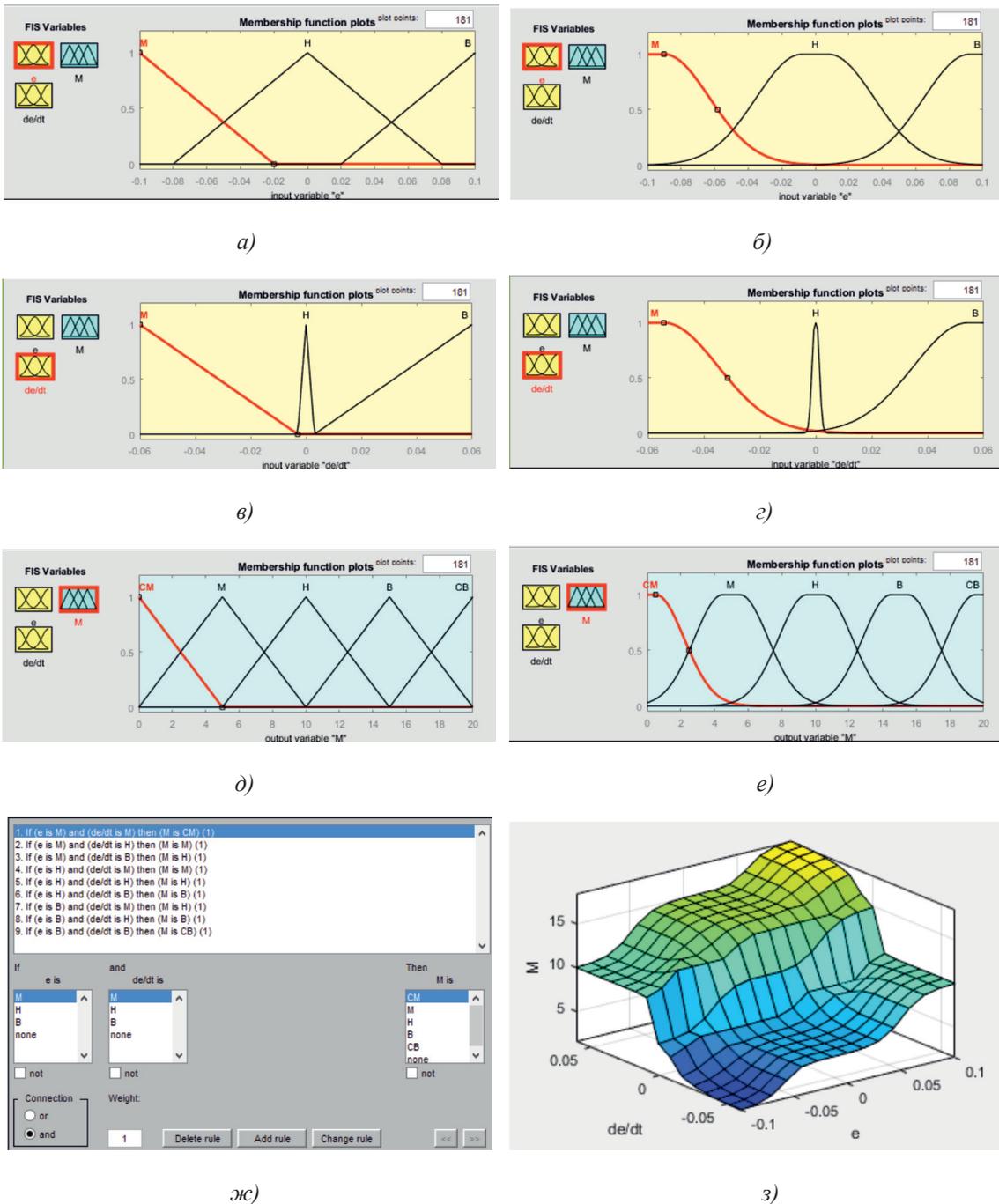


Рис. 1. Результаты синтеза алгоритма НР с треугольными (а, в, д) и гауссовыми двухсторонними (б, г, е) функциями принадлежности

При исследовании свойств системы использован интервальный подход в условиях неопределенности [9]. Согласно этому подходу рациональной моделью объекта управления по каналу регулирования pO_2 в биореакторе является передаточная функция, параметры которой записываются границами интервалов их изменения и представлены в следующем виде

$$W(p) = K_{06} \cdot \exp(-\tau p) / (T_2^2 \cdot p^2 + T_1 \cdot p + 1) = [k_{06}, \bar{k}_{06}] \exp(-[\underline{\tau}, \bar{\tau}]p) / ([T_2, \bar{T}_2]^2 \cdot p^2 + [T_1, \bar{T}_1] \cdot p + 1), \quad (2)$$

где K_{06} – коэффициент передачи, $0,029 \leq k_{06} \leq 0,375$, %/м³/ч; T_1, T_2 – постоянные времени $10,19 \leq T_1 \leq 14,8$ мин; $41,49 \leq T_2^2 \leq 101,53$ мин²; τ – время запаздывания $2,7 \leq \tau \leq 7,5$ мин.

На рис. 2 представлены переходные процессы в двухрежимной САУ с нелинейным регулятором (1) при скачкообразном действии задания на входе регулятора (кривые 1–6) и одновременном действии задания и возмущения на входе объекта в пусковом режиме (кривая 7). Причем параметры моделируемого объекта в системе с переходными процессами 1–7 соответствовали различному их сочетанию из интервалов неопределенности. В ходе экспериментов получены следующие значения параметров настройки регулятора (1): $M_1 = 7$, $M_2 = 14$, $\lambda = 0,25$, $a = 0,1$. Как видно из рис. 2, система сохраняет устойчивость, но не устраняет колебания в режиме стабилизации: амплитуда автоколебаний при действии возмущения на входе объекта в пусковом режиме составляет более 10% задания.

Далее рассмотрено устранение колебаний регулируемой переменной в установившемся режиме с помощью НР [8]. При исследовании систем управления в условиях параметрической неопределенности целесообразно объект управления моделировать номинальной моделью с параметрами со среднеинтервальными значениями [10]. С учетом этого параметры номинальной модели объекта были заданы в виде

$$[k_{06}] = [\underline{k}_{06}, \overline{k}_{06}] = mid[k_{06}] =$$

$$= (\underline{k} + \overline{k}) / 2 = 0,202 \text{ [\%}/\text{м}^3/\text{ч}];$$

$$[\tau] = [\underline{\tau}, \overline{\tau}] = mid[\tau] = (\underline{\tau} + \overline{\tau}) / 2 = 5,1 \text{ мин};$$

$$[T_1] = [\underline{T}_1, \overline{T}_1] = mid[T_1] =$$

$$= (\underline{T}_1 + \overline{T}_1) / 2 = 12,49 \text{ мин};$$

$$[T_2] = [\underline{T}_2, \overline{T}_2] = mid[T_2] =$$

$$= (\underline{T}_2 + \overline{T}_2) / 2 = 11,51 \text{ мин},$$

где $\underline{k}_i, \overline{k}_i, \underline{T}_{1i}, \overline{T}_{1i}, \underline{T}_{2i}, \overline{T}_{2i}, \underline{\tau}_i, \overline{\tau}_i$ – нижнее и верхнее значения коэффициента передачи объекта k_i , постоянных времени T_{1i}, T_{2i} и времени запаздывания объекта τ_i соответственно; $mid[v_i]$ – середина интервального параметра $[v_i]$, $i = 1, \dots, N$.

С использованием среднеинтервальных параметров объекта осуществлена настройка нечеткого регулятора для установившегося режима. Переходный процесс в САУ с нечетким регулятором представлен на рис. 3. Из графика переходного процесса видно, что максимальная динамическая ошибка значительно уменьшилась, а недопустимые колебания полностью устранены и время их устранения не превышает времени переходных процессов 1–6 на рис. 2.

Таким образом, рассмотренную систему с нелинейным аппроксимирующим регулятором нет необходимости настраивать отдельно для переходного и установившегося режимов, что в условиях неопределенности параметров динамических характеристик объекта управления и при непредсказуемом действии возмущения затруднительно.

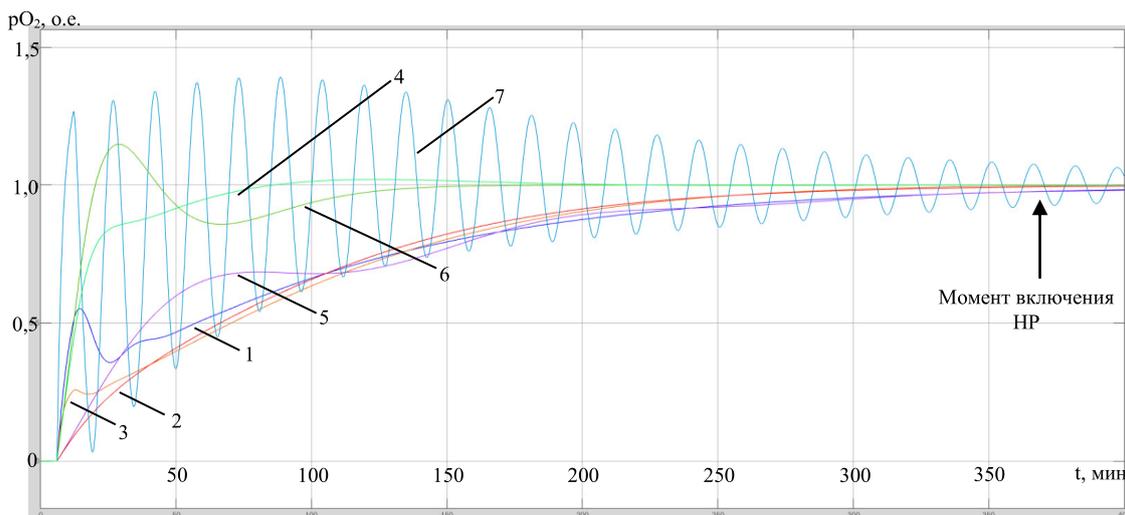


Рис. 2. Переходные процессы в САУ с нелинейным регулятором при вариальности параметров объекта управления (кривые 1–6) и действии возмущения на входе объекта в пусковом режиме (кривая 7)

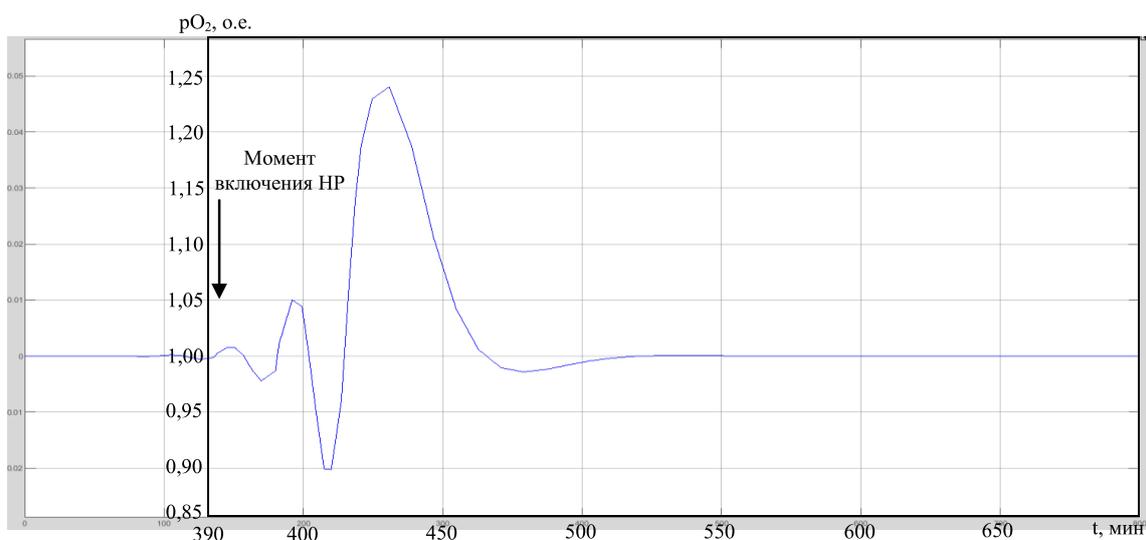


Рис. 3. Кривая переходного процесса в САУ при включении НР в установившемся режиме

Достаточно после пускового режима включать нечеткий регулятор. Реализуемая система управления с переключением регуляторов более устойчива и нечувствительна к параметрическим и внешним возмущениям на объект по сравнению с системой с одним аппроксимирующим регулятором.

Заключение

При проектировании САУ необходимо учитывать то, что для многих промышленных объектов отсутствуют точные математические модели и для них характерны многорежимность, чрезмерная сложность, запаздывание и нелинейность. Для систем с неполной информацией, а также при высокой сложности объекта управления необходимо применение интеллектуальных САУ и, как рациональный их вариант, — комбинация переключаемых структур на основе принципов аппроксимирующего и нечеткого регулирования. Рациональное решение может быть достигнуто при системном подходе к управлению, предусматривающем решение задачи выбора структуры системы управления с учетом всех режимов работы объекта. В результате этого возникает задача разработки многорежимной системы управления, решение которой потребовало в данном случае комбинации принципов аппроксимирующего и нечеткого регулирования и, как следствие, нового алгоритма управления.

Анализ возможностей аппаратного и программного инструментария для разработки комбинированных алгоритмов управ-

ления в МСУ показывает, что, несмотря на отмеченные достоинства, они не содержат готового инструментария для конструирования алгоритмов регулирования в многорежимных системах управления с переключаемой структурой, но дают возможность их построения и моделирования. На примере двухрежимной САУ показано эффективное управление на основе комбинации аппроксимирующего и нечеткого регулятора с минимальной базой правил. Исследования многорежимной САУ процессом азрации с помощью растворенного в реакторе кислорода проведены с использованием отечественного программного инструментария Matlab со средой моделирования Simulink и fuzzyTECH. Следовательно, актуальная задача разработки и исследования многорежимных систем управления объектами различного назначения может быть эффективно решена.

Список литературы

1. Лубенцова Е.В., Лубенцов В.Ф. Метод синтеза нелинейных систем с аппроксимирующими законами управления // Вестник СКФУ. 2015. № 6 (51). С. 14–21.
2. Захарова О.В., Раков В.И. О программном инструментарии для конструирования алгоритмов цифрового регулирования // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 11–2. С. 255–259.
3. Программная и аппаратная реализация нечетких регуляторов. [Электронный ресурс]. URL: <https://sci.house/avtomatizatsiya-scibook/programmnaaya-apparatnaya-realizatsiya-74709.html> (дата обращения: 08.03.2021).
4. Использование нечёткой логики в системах автоматического управления. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bestreferat.ru/referat-140658.html> (дата обращения: 08.03.2021).

5. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление / пер. с англ., 2-е изд., электрон. М.: Лаборатория знаний, 2013. 798 с.

6. Карташов Б.А. Среда динамического моделирования технических систем SimInTech. **Практикум по моделированию автоматических систем регулирования**. М.: ДМК Пресс, 2017. 424 с.

7. Лубенцова Е.В., Володин А.А. Метод аппроксимирующих преобразований в решении задач управления и моделирования биосистем // Информационные системы и технологии. 2013. № 4. С. 26–35.

8. Lubentsova E.V., Lubentsov V.F., Koldaev A.I., Evdokimov A.A., Samoilenko D.V. Fuzzy temperature controller of the exothermic fermentation processes. **International Journal of Applied Engineering Research**. 2015. Т. 10. № 21. P. 42753–42757.

9. Левин В.И. Интервальный подход к оптимизации в условиях неопределенности // Системы управления, связи и безопасности. 2015. № 4. С. 123–141.

10. Торгашев А.Ю. Синтез систем управления для массообменных технологических процессов в условиях неопределенности: автореф. дис. ... докт. техн. наук. Москва, 2010. 44 с.

УДК 004:66.011

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКИМ ПРОИЗВОДСТВОМ В ИНДУСТРИИ 4.0

Шинкевич А.И., Нургалиев Р.К.

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань,
e-mail: ashinkevich@mail.ru, NurgalievR1967@yandex.ru

Статья посвящена актуальным вопросам управления нефтехимическим производством в условиях индустрии 4.0. В статье проведена оценка уровня использования потенциала индустрии 4.0 в управлении нефтехимическими предприятиями: систематизированы тренды в сфере разработки и использования передовых производственных технологий в российской промышленности и нефтехимическом комплексе; проведен анализ структуры используемых передовых производственных технологий в российской промышленности и нефтехимическом комплексе по срокам и типам разработок; проведена кластеризация используемых передовых производственных технологий нефтехимической промышленности по показателям индустрии 4.0. Установлено, что более половины используемых передовых производственных технологий на нефтехимических предприятиях были приобретены у других компаний, что указывает на развитие открытых моделей сотрудничества на принципах совместной кооперации. На нефтехимических предприятиях в управлении процессом производства нефтехимической продукции доминировали технологии возраста свыше шести лет, разработанные собственными силами организаций; наряду с этим в управлении процессами в цепях распределения готовой продукции и сырьевых цепях снабжения нефтехимического производства отмечалось присутствие как новых технологий сроком как до одного года, так и свыше шести лет, приобретенных у отечественных и зарубежных предприятий-партнеров. Результаты проведенного исследования являются попыткой обобщения методических подходов к оценке особенностей управления нефтехимическим производством в индустрии 4.0 и могут быть применены как исходная статистическая и теоретико-методическая база при разработке плана мероприятий по развитию нефтехимического производства, отвечающего новым технологическим вызовам с учетом специфических особенностей технологической вооруженности нефтехимической промышленности в целом.

Ключевые слова: индустрия 4.0, нефтехимическое производство, передовые производственные технологии, цифровизация, кооперация, кластеры

FEATURES OF THE MANAGEMENT OF PETROCHEMICAL PRODUCTION IN INDUSTRY 4.0

Shinkevich A.I., Nurgaliev R.K.

Kazan National Research Technological University, Kazan,
e-mail: ashinkevich@mail.ru, NurgalievR1967@yandex.ru

The article is devoted to topical issues of petrochemical production management in the context of Industry 4.0. The article assesses the level of use of the potential of Industry 4.0 in the management of petrochemical enterprises: trends in the development and use of advanced production technologies in the Russian industry and the petrochemical complex are systematized; the analysis of the structure of the advanced production technologies used in the Russian industry and the petrochemical complex by the terms and types of development; Clustering of the used advanced production technologies of the petrochemical industry was carried out according to industry 4.0 indicators. It was found that more than half of the advanced production technologies used at petrochemical enterprises were purchased from other companies, which indicates the development of open cooperation models based on the principles of joint cooperation. At petrochemical enterprises, technologies over 6 years old, developed by the organizations' own forces, dominated in the management of petrochemical production processes; Along with this, in the management of processes in distribution chains of finished products and raw material supply chains of petrochemical production, the presence of both new technologies for a period of up to 1 year and over 6 years, acquired from domestic and foreign partner enterprises, was noted. The results of the study are an attempt to generalize methodological approaches to assessing the features of the management of petrochemical production in Industry 4.0 and can be used as an initial statistical and theoretical-methodological base when developing an action plan for the development of petrochemical production that meets new technological challenges, taking into account the specific features of the technological equipment of the petrochemical industry generally.

Keywords: industry 4.0, petrochemical manufacturing, advanced manufacturing technologies, digitalization, cooperation, clusters

В условиях развития индустрии 4.0 значительно изменяются требования к организационным формам в управлении промышленными предприятиями. Для бизнеса дискуссионным вопросом продолжает оставаться достижение баланса между участием в промышленных платформах, либо владение собственными базовыми активами. В настоящее время иерархические организационные структуры, использующие

принцип управления «сверху вниз»; ориентация на финансовые результаты производственно-хозяйственной деятельности; закрытые инновации; отсутствие гибкости в процессах производства и управления; наличие большого штата сотрудников и активов в собственности уступают место открытым инновациям, гибким организационным структурам управления с минимальным штатом сотрудников; использова-

ние для достижения своих целей внешних ресурсов; интеграции онлайн-овых и офлайн-овых сообществ; использованию объектов инновационной, производственной и логистической инфраструктуры и т.п. В этой связи основным направлением стратегического развития промышленности должно стать обеспечение интеграции различных секторов экономики, включая создание новых бизнес-моделей и сквозных цифровых процессов, трансграничную кооперацию видов экономической деятельности. Обозначенные тренды являются актуальными и для нефтехимического производства, выступающего не только как самостоятельная отрасль промышленности, но и как обеспечивающая сырьем другие сектора экономики при создании высокотехнологичной и наукоемкой продукции высоких переделов.

В научной литературе проблематика повышения качества управления в индустрии 4.0 находит отражение в таких аспектах, как повышение конкурентоспособности промышленных предприятий в эпоху четвертой промышленной революции [1, 2], робототехника в управлении производством [3], системные эффекты [4], риски трансформации промышленности [5], оценка инноваций [6], управление большими данными [7], умные фабрики [8], логистическое обеспечение предприятий в условиях новых технологических вызовов [9, 10] и т.п. Однако недостаточно внимания уделяется особенностям управления промышленными предприятиями в индустрии 4.0 в зависимости от отраслевой принадлежности, в частности в нефтехимической промышленности, что предопределило выбор тематики исследования, постановку цели и задач.

Цель статьи заключается в оценке уровня использования потенциала индустрии 4.0 в управлении нефтехимическими предприятиями. Цель статьи конкретизируется в решении следующих задач:

- изучение трендов разработки и использования передовых производственных технологий в российской промышленности и нефтехимическом комплексе;

- анализ структуры используемых передовых производственных технологий в российской промышленности и нефтехимическом комплексе по срокам и типам разработок.

Материалы и методы исследования

В качестве методов исследования в статье применены:

- методы описания и графического анализа, раскрывающие тренды и структуру используемых передовых производственных технологий в российской промышленности и нефтехимическом комплексе;

- метод иерархической кластеризации, позволяющий определить оптимальное количество групп кластеризации передовых производственных технологий;

- метод кластерного анализа K-средних (K-means), отражающий дескриптивные статистики кластеризации и уровень их статистической значимости (достоверности).

В качестве программного обеспечения при проведении расчетов применен пакет Statistica.

Результаты исследования и их обсуждение

В настоящий момент отсутствуют статистические динамические ряды, характеризующие развитие индустрии 4.0 в секторах промышленности в силу ее новизны и начального этапа распространения. В этой связи для оценки влияния процессов четвертой промышленной революции на специфику управления нефтехимической промышленностью предлагаем использовать показатели по передовым производственным технологиям, внедряемым в сфере производства, как индикаторов зрелости и восприимчивости промышленных видов экономической деятельности к вызовам индустрии 4.0.

Ежегодно в российской промышленной сфере отмечается увеличение числа разработанных передовых производственных технологий, количество которых увеличилось с 688 в 2000 г., 864 в 2010 г. до 1620 в 2019 г. (среднегодовой темп прироста в 2000–2019 гг. составлял 5,9%). В структуре разработанных передовых производственных технологий наибольшую долю составляли: производство, обработка и сборка – 31,5%; проектирование и инжиниринг – 28,5%; связь и управление – 19,5%. При этом наиболее высокие среднегодовые темпы прироста отмечались по таким направлениям разработанных передовых производственных технологий, как производственная информационная система – 10,5%; связь и управление – 8,7% и проектирование и инжиниринг – 7%. Динамика основных направлений разработанных передовых производственных технологий отражена на рис. 1 [11].

Ежегодная тенденция роста в российской промышленности отмечается также по числу используемых передовых производственных технологий, число которых увеличилось с 70,1 тыс. единиц в 2000 г., 203,3 тыс. единиц в 2010 г. до 262,6 тыс. единиц в 2019 г. Наибольшую долю в их структуре составляли аналогично разрабатываемых передовым производственным технологиям: связь и управление – 41,2%; производство, обработка и сборка – 31,2%; проектирование и инжиниринг – 16%.

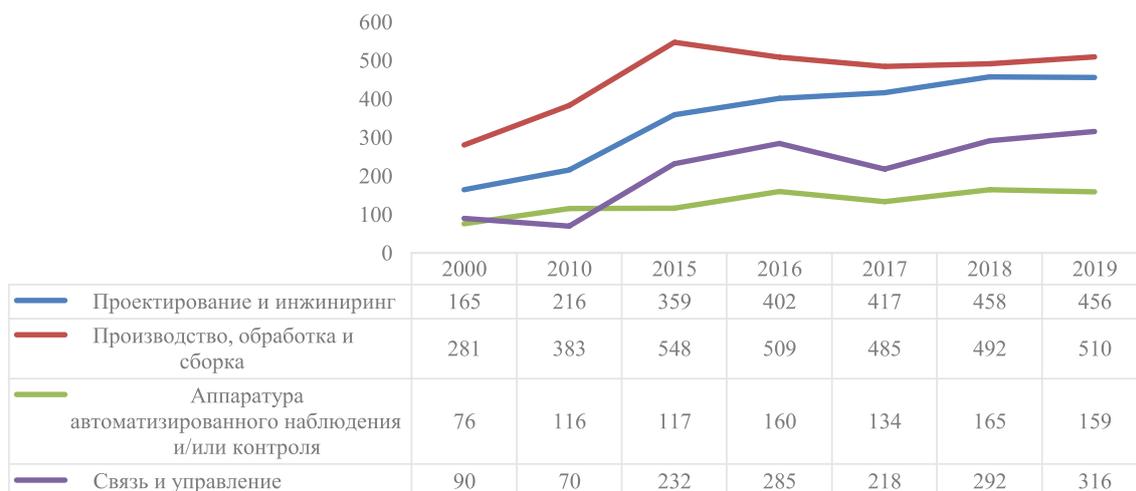


Рис. 1. Динамика разработанных передовых производственных технологий (в единицах)

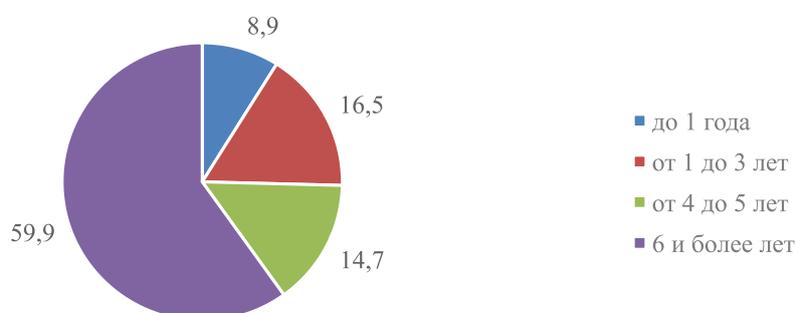


Рис. 2. Структура используемых производственных технологий по возрасту в нефтехимической промышленности (в процентах)

По итогам 2019 г. число организаций, разрабатывавших передовые производственные технологии, составило 713 единиц, из которых на долю предприятий нефтехимической промышленности приходилось 1,7% – 12 единиц, из них 41,7% разрабатывали передовые производственные технологии в сфере проектирования и инжиниринга; по 33,3% – в сфере компьютерного проектирования и/или выполнения инженерно-консультационных услуг; производства, обработки и сборки; гибких производственных элементов или систем; 25% – в области связи и управления. Число разработанных передовых производственных технологий предприятий нефтехимической промышленности составило 21 единицу, из которых 85,7% были отнесены к новым технологиям для российской промышленности, в их структуре также абсолютное большинство приходилось на производство, обработку и сборку; гибкие производственные элементы или системы – по 33,3%.

В структуре используемых передовых производственных технологий нефтехимическими предприятиями более половины составляли технологии возрастом свыше 6 лет – 59,9%, от 1 до 3 лет – 16,5%, от 4 до 5 лет – 14,7%, до 1 года – 8,7% (рис. 2) [11].

Примечательным является то, что свыше половины используемых передовых производственных технологий в нефтехимическом секторе были приобретенными у других предприятий – 55,7%, 5,1% – были разработаны в собственной организации и 39,2% – приобретены за рубежом. В целом данная особенность характерна для всех промышленных предприятий (соотношение между ними составило соответственно 52,1%, 18,1% и 29,7%). Указанная характеристика используемых передовых производственных технологий позволяет говорить о повышении уровня межсекторальной кооперации в промышленности и развитии открытых бизнес-моделей, открытых инноваций

с использованием механизмов сетевого взаимодействия.

Для выявления особенностей управления производственными и управленческими бизнес-процессами в нефтехимической промышленности в условиях индустрии 4.0 нами проведен кластерный анализ используемых передовых производственных технологий по их группам. Переменными для кластеризации выбраны следующие:

X1 – число используемых передовых производственных технологий возрастом до 1 года;

X2 – число используемых передовых производственных технологий возрастом свыше 6 лет;

X3 – число используемых передовых производственных технологий, разработанных в собственной организации;

X4 – число используемых передовых производственных технологий, приобретенных в России;

X5 – число используемых передовых производственных технологий, приобретенных за рубежом.

Выбор данного перечня показателей для кластеризации обусловлен, во-первых, длительными динамическими рядами; во-вторых, входением их в форму федерального статистического наблюдения «Сведения о разработке и (или) использовании передовых производственных технологий (форма N 1-технология)», отражающей тренды технологического развития секторов экономики.

Состав используемых передовых производственных технологий в нефтехимической промышленности включал 18 видов. На основе метода иерархической кластеризации была определена целесообразность разделения используемых передовых производственных технологий на 5 кластеров (рис. 3).

В состав первого кластера вошли две группы технологий, отличающиеся максимальными средними значениями по возрасту применения, здесь представлены производственные технологии как новые, так и возрастом свыше шести лет – программируемые логические контроллеры и компьютеры, используемые для управления оборудованием, установленным в структурном подразделении предприятия; также максимальное значение имеет средний показатель по числу технологий, приобретенных в России и за рубежом, однако количество технологий, которые разработаны в собственной организации, уступает другим группам.

Во втором кластере представлены передовые производственные технологии, особенностью которых является возраст свыше шести лет, а также характеризующийся высокими показателями как по разработке в собственной организации, так и приобретенные у других российских компаний – локальная компьютерная сеть для обмена технической, проектно-конструкторской, технологической информацией и локальная компьютерная сеть предприятия.

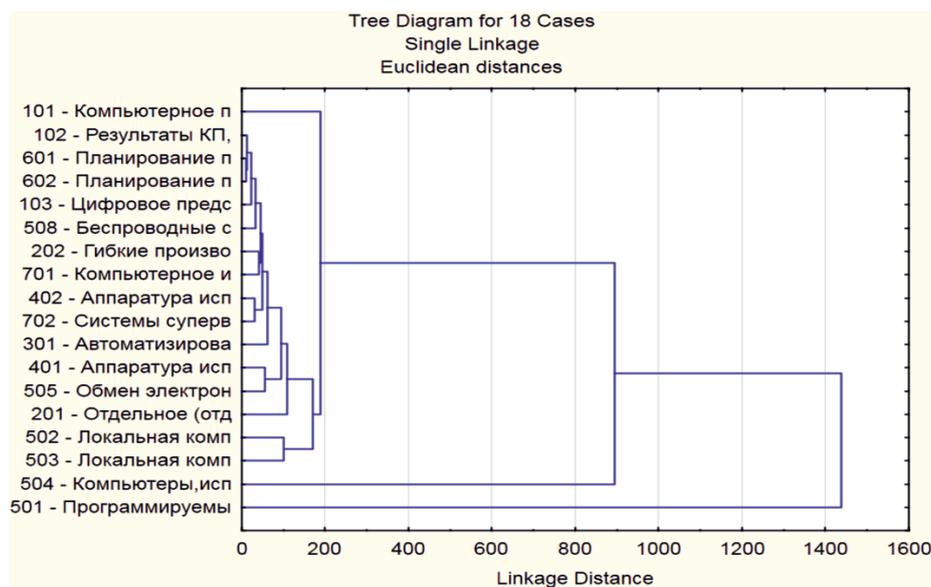


Рис. 3. Дендрограмма кластеризации используемых передовых производственных технологий на нефтехимических предприятиях (составлено автором)

В третий кластер вошли технологии, имеющие возраст свыше шести лет и приобретенные в основном у других российских предприятий, а также у зарубежных компаний – компьютерное проектирование и/или выполнение инженерно-консультационных услуг; отдельное (отдельно стоящее) оборудование (машины); аппаратура, используемая для осмотра поступающих материалов или осуществления контроля в процессе работы и обмен электронной информацией.

В четвертом кластере сосредоточены технологии с самым низким значением новых используемых передовых технологий при относительно высоких показателях приобретаемых технологий у других российских промышленных предприятий – результаты компьютерного проектирования, используемые с целью контроля за производственным оборудованием, машинами; цифровое представление результатов компьютерного проектирования, используемое в заготовительной (снабженческой) деятельности; беспроводные системы связи; планирование потребности в сырье и материалах (MRP-системы); планирование производственных ресурсов (ERP-системы).

В состав пятого кластера вошли технологии, с самым низким средним значением приобретаемых технологий у других российских предприятий с относительно высокими показателями используемых передовых производственных технологий возрастом до одного года и одновременно старше шести лет – гибкие производственные элементы (системы); автоматизированные

системы хранения (складирования) и поиска; аппаратура, используемая для контроля готовых изделий (конечного продукта); компьютерное интегрированное производство; системы супервизорного управления и системы сбора и накопления информации. Средние значения показателей по кластерам используемых передовых производственных технологий в нефтехимической промышленности представлены в табл. 1.

Представленные результаты кластеризации позволяют говорить об их статистической достоверности, что подтверждено Р-значением анализируемых показателей, уровень статистической значимости которых составил менее 0,05 – $P \leq 0,05$ (табл. 2).

Таким образом, в результате кластеризации установлено, что в нефтехимическом комплексе российской промышленности среди систем управления производственными процессами преобладают технологии возраста свыше шести лет, разработанные собственными силами организаций, в то время как процессы управления снабжением сырьем и распределением готовой продукции обеспечены как новыми технологиями сроком до одного года, так и свыше шести лет, приобретенные как у других, так и у зарубежных компаний. Выявленные особенности позволяют сделать вывод о преобладании бизнес-моделей управления производственными процессами на основе закрытых технологий управления с интеграцией в единые цепи проектирования и распределения нефтехимической продукции в бизнес-модели открытого типа.

Таблица 1

Средние значения показателей по кластерам используемых передовых производственных технологий в нефтехимической промышленности (составлено автором)

Показатель	Кластеры используемых передовых производственных технологий				
	1	2	3	4	5
X1	145,5	28,0	48,0	8,6	21,6
X2	1283,5	322,0	169,8	48,2	81,6
X3	36,5	56,5	14,5	13,6	14,0
X4	1208,5	298,5	176,5	57,6	51,8
X5	880,5	91,0	144,3	14,2	74,4

Таблица 2

Оценка статистической значимости итогов кластеризации используемых передовых производственных технологий в нефтехимической промышленности (составлено автором)

Показатель	Between	df	Within	df	F	signif.
X1	32042	5	14042,40	12	5,476	0,007461
X2	2925402	5	5658,50	12	1240,782	0,000000
X3	3700	5	1622,70	12	5,473	0,007478
X4	2848348	5	10131,44	12	674,734	0,000000
X5	1209158	5	33992,78	12	85,370	0,000000

Заключение

При изучении особенностей управления нефтехимическим производством в индустрии 4.0 были сделаны следующие выводы:

1) отмечается ежегодное увеличение числа разработанных и используемых передовых производственных технологий в нефтехимической промышленности с максимальным приростом по таким технологиям, как производственная информационная система; связь и управление; проектирование и инжиниринг;

2) в структуре используемых передовых производственных технологий нефтехимическими предприятиями более половины составляли технологии возрастом свыше шести лет; доля технологий с возрастом до одного года не превышала 10%;

3) более половины используемых передовых производственных технологий на нефтехимических предприятиях были приобретены у других компаний, что указывает на развитие открытых моделей сотрудничества на принципах совместной кооперации;

4) на нефтехимических предприятиях в управлении процессами производства нефтехимической продукции доминировали технологии возраста свыше шести лет, разработанные собственными силами организаций; наряду с этим в управлении процессами в цепях распределения готовой продукции и сырьевых цепях снабжения нефтехимического производства отмечалось присутствие как новых технологий сроком до одного года, так и свыше шести лет, приобретенных у отечественных и зарубежных предприятий-партнеров.

Результаты проведенного исследования являются попыткой обобщения методических подходов к оценке особенностей управления нефтехимическим производством в индустрии 4.0 и могут быть применены при разработке мероприятий по развитию нефтехимического производ-

ства, отвечающего новым технологическим вызовам с учетом специфических особенностей технологической вооруженности нефтехимической промышленности в целом.

Исследование выполнено в рамках гранта Президента РФ по государственной поддержке ведущих научных школ РФ № НШ-2600.2020.6.

Список литературы

1. Воронин С.М., Морозова Н.Н. Повышение конкурентоспособности промышленности на основе концепции «индустрия 4.0» // Проблемы управления (Минск). 2019. № 1 (71). С. 15–20.
2. Дравица В., Курбацкий А. Промышленная революция Industry 4.0 // Наука и инновации. 2016. № 3 (157). С. 13–16.
3. Гринберг В., Казанцева О. Проблемы и решения научно-технический форум «технологии обработки материалов, робототехника и индустрия 4.0» // Станкоинструмент. 2019. № 3 (16). С. 36–41.
4. Фролов В.Г., Захаров В.Я., Каминченко Д.И., Павлова А.А. Системные эффекты развития сложных экономических систем в соответствии с концепцией «индустрия 4.0» // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2018. № 4 (52). С. 40–47.
5. Malik S.A., Holt B. Factors that affect the adoption of Enterprise Risk Management (ERM). OR Insight. 2013. Vol. 26, 4. P. 253–269.
6. Shinkevich A.I., Kudryavtseva S.S., Rajskaya M.V., Zimina I.V., Dyrdonova A.N., Misbakhova C.A. Integral technique for analyzing of national innovation systems development. Espacios. 2018. T. 39. № 22. P. 6.
7. Niesen T., Houy C., Fettke P., Loos P. Towards an integrative big data analysis framework for datadriven risk management in Industry 4.0. 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). 2016. P. 5065–5074.
8. Lucke D., Constantinescu C., Westkämper E. Smart factory – A step towards the next generation of manufacturing. Manufacturing Systems and Technologies for the New Frontiers. London: Springer London, 2008. P. 115–118.
9. Кудрявцева С.С., Шинкевич А.И. Применение логического подхода в моделировании открытых инноваций // Экономика, управление и инвестиции. 2014. № 1 (3). С. 6.
10. Барсегян Н.В. Факторы инновационного развития экономических систем // Инновационное развитие российской экономики: материалы X Международной научно-практической конференции: в 5 томах. 2017. С. 19–23.
11. Росстат [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/14477> (дата обращения: 05.03.2021).

СТАТЬИ

УДК 378.147.88:372.851

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫПУСКНОЙ
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРОВ
ПО МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ****Аргунова Н.В., Макарова С.М., Попова А.М.***ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», Якутск,
e-mail: nargunova@yandex.ru, sarmi_@mail.ru, poalmi@list.ru*

Статья посвящена актуальной проблеме формирования профессионально-методической компетентности будущих учителей математики. Одним из показателей формирования профессионально-методической компетентности является повышение качества разработки выпускных квалификационных работ бакалаврами педагогического образования математического профиля. Подготовка выпускной квалификационной работы позволяет студенту совершенствовать профессиональные знания и умения, познакомиться с реальным процессом обучения математике в школе, самостоятельно определить пути решения профессиональных задач и практически проверить полученные результаты, работая с конкретным предметным содержанием. В условиях решения проблем методического характера в национальных школах, выпускная квалификационная работа должна учитывать исторические, национальные и культурные особенности региона. В работе даны практические рекомендации по выбору темы исследования по методике обучения математике на примере Республики Саха (Якутия), по изложению элементов методологического аппарата: актуальности, на основе выявления противоречия и постановки проблемы исследования; объекта и предмета исследования; цели и задач для разрешения поставленной научной проблемы исследования; методов теоретического и эмпирического исследования, практической значимости результатов выпускной квалификационной работы бакалавров. Изучение методологических основ выпускной квалификационной работы по методике обучения математике на основе этноориентированного подхода позволит сформировать профессионально-методическую компетентность будущих учителей математики.

Ключевые слова: формирование профессионально-методической компетентности, требования к выпускной квалификационной работе, методологические основы, бакалавр, методика обучения математике

**METHODOLOGICAL BASES OF BACHELOR'S FINAL QUALIFICATION
WORK IN MATHEMATICS TEACHING METHODS****Argunova N.V., Makarova S.M., Popova A.M.***North-Eastern Federal University, Yakutsk,
e-mail: nargunova@yandex.ru, sarmi_@mail.ru, poalmi@list.ru*

The article is devoted to building professional and methodical competence of mathematics teachers. One of the indicators of building professional and methodical competence is the bachelor degree senior thesis quality improvement of the mathematics pedagogical education profile graduates. The senior thesis preparation allows to improve professional knowledge and skills, get acquainted with the real process of learning mathematics in school, independently determine ways to solve professional problems and practically test the results, working with a specific subject content. In terms of the methodological issues in national schools, the senior thesis should take into account historical, national and cultural peculiarities of the region. The paper gives practical recommendations for a selection of the mathematics teaching methodology research topics (case of the Republic of Sakha (Yakutia)) and methodological statements such as relevance, based on the identification of contradiction and a research thesis; research objects and aims; goals and objectives for resolving scientific issues; theoretical and empirical methods, practical significance of bachelor thesis results. The thesis methodology study on the basis of ethnocentric approach will allow to develop professional and methodical competence of mathematics teachers.

Keywords: requirements for the final qualifying work, methodological bases, bachelor's degree, methods of teaching mathematics

Выпускная квалификационная работа по методике обучения математике представляет собой поиск путей и способов выявления и решения научно-методической проблемы на основе анализа литературы и обобщения передового педагогического опыта ученых и учителей математики, собственного опыта, в котором выпускник демонстрирует сформированные компетенции, соответствующие теме разделов математики и психолого-педагогических дисциплин.

Анализ современного состояния изученности данной проблемы показывает

интерес к ней со стороны многих исследователей. Так, например, в книге А.М. Новикова, Д.А. Новикова [1] изложены основы методологии научного исследования, И.М. Смирнова [2] рассматривает методологический аспект подготовки выпускной квалификационной работы студента педагогического вуза, А.И. Бокарев и др. [3] отмечают низкий уровень методологической грамотности выполнения выпускной квалификационной работы.

Несомненно, эти исследования важны и являются качественными, но проблем раз-

работки методологического аппарата выпускной квалификационной работы по методике обучения математике, учитывающей региональные особенности, не затрагивают. Непроработанность этих вопросов отрицательно сказывается на практике обучения и доставляет проблемы в образовательном процессе национальных школ, и этим определяется актуальность заявленной тематики и диктует необходимость более детальной ее разработки.

Цель статьи – дать конкретные рекомендации и руководство к решению проблем, которые возникают в процессе подготовки выпускной квалификационной работы по методике обучения математике, учитывающей региональные особенности.

Материалы и методы исследования

В исследовании отправной точкой стала проблема формирования профессиональной компетентности будущего учителя математики. Анализ психолого-педагогической, научно-методической литературы показывает, что к определению понятия профессиональной компетентности исследователи подходят по-разному. А.В. Хуторской определяет это понятие как «совокупность взаимосвязанных качеств личности (знаний, умений, навыков, способов деятельности), задаваемых по отношению к определенному кругу вопросов и необходимых, чтобы качественно продуктивно действовать по отношению к ним», Э.Ф. Зеер, О.Н. Шахматова и др. – «совокупность профессиональных знаний, умений, способов выполнения профессиональной деятельности» [2].

В отечественной психолого-педагогической литературе часто используют следующее определение: «профессиональная компетентность – это качество, свойство или состояние специалиста, обеспечивающее вместе или в отдельности его физическое, психическое и духовное соответствие необходимости, потребности, требованиям определенной профессии, специальности, специализации, стандартам квалификации, занимаемой или исполняемой служебной должности» [4].

В своей работе Т.С. Мамонтова рассматривает понятие профессионально-методической компетентности будущего учителя математики как «владение совокупностью профессионально-методических компетенций, означающей его готовность к осознанному и качественному выполнению профессионально-методической деятельности» [5].

По нашему мнению, в качестве составляющих профессионально-методической компетентности учителя математики явля-

ются следующие компетентности: математическая, педагогическая, психологическая, методическая и методологическая.

Формирование профессионально-методической компетентности будущих педагогов к обучению школьников математике на основе этноориентированного подхода основывается на одном из требований Профессионального стандарта педагога, таком как выполнение учителем трудовых действий по «организации деятельности обучающихся с учетом возможностей историко-культурного своеобразия региона» [6].

В исследовании использованы такие методы, как теоретический анализ научно-методической литературы, рефлексивный и эмпирический анализ инновационного и собственного педагогического опыта.

Результаты исследования и их обсуждение

Одним из показателей формирования профессионально-методической компетентности является повышение качества разработки выпускных квалификационных работ.

Научно-исследовательская работа, в частности выпускная квалификационная работа бакалавра, начинается с выбора темы. В работе И.М. Смирновой выдвинуты основные требования к формулировке темы исследования по методике обучения. Остановимся на одном из основных требований к формулировке темы: «тема должна содержать проблему методического исследования, то есть отражать решение одного из актуальных, современных вопросов обучения, перспективы его развития, специфику авторского подхода» [2]. В этой связи хотелось бы добавить, что в условиях решения проблем методического характера в национальных школах тема должна быть сформулирована с учетом региональных, национальных и этнокультурных особенностей обучения математике.

Приведем примеры тем, соответствующих выдвинутым требованиям:

– Разработка курса внеурочной деятельности «Математика и якутские национальные узоры из бисера» в контексте развития творческого мышления учащихся 5 класса.

– Дидактическая игра «Мир Олонхо» как средство формирования конструктивных умений обучающихся 7 класса на уроках геометрии.

Актуальность любого исследования определяется значимостью выбранной темы в современных условиях модернизации российского образования, ее важностью в развитии образования. Для научного исследования по методике обучения матема-

тике актуальность характеризуется, с одной стороны, задачами, которые стоят перед методикой обучения и нацелены на дальнейшее инновационное развитие образования в условиях реализации стандартов образования, а с другой – внутренними потребностями и закономерностями развития методики обучения, в частности, математике. На основании противоречия, выявленного в этих условиях, формулируется проблема исследования. Приведем примеры:

– В первой теме проблема исследования заключается в выявлении путей развития творческого мышления учащихся 5 класса с учетом этнокультурных особенностей региона во внеурочной деятельности по математике.

– Для второй темы проблему исследования можно сформулировать следующим образом: каковы возможности дидактической игры, обеспечивающей этноориентированное обучение математике при формировании конструктивных умений обучающихся 7 класса на уроках геометрии.

После постановки проблемы исследования определяются его объект и предмет. Объект – это область, в рамках которой осуществляется исследовательская деятельность. В частности, объектом исследования по методике обучения математике являются различные аспекты теории обучения, а предмет исследования является составной частью объекта. Для представленных выше тем выпускных квалификационных работ их объекты и предметы могут быть соответственно сформулированы следующим образом:

– В первой теме: объект – процесс обучения математике во внеурочное время учащихся 5 класса; предмет – курс внеурочной деятельности «Математика и якутские национальные узоры из бисера».

– Для второй темы объект и предмет исследования можно определить следующим образом: объектом исследования является процесс обучения геометрии в основной школе; предметом исследования – дидактическая игра «Мир Олонхо» в процессе изучения планиметрии как средство формирования конструктивных умений обучающихся 7 класса.

Для решения выдвинутой научной проблемы ставится цель исследования, которая является важной составляющей структуры научно-исследовательской работы и направлена на конечный результат всего научного исследования. Приведем примеры формулирования цели исследования выше названных тем:

– Изучение возможностей развития творческого мышления учащихся 5 класса

в процессе внеурочной деятельности «Математика и якутские национальные узоры из бисера».

– Разработка методики проведения дидактической игры «Мир Олонхо», способствующей формированию конструктивных умений обучающихся 7 класса.

Цель определяет задачи исследования и подразделяется на более частные, конкретные. Назовем наиболее характерные задачи исследования выпускной квалификационной работы:

1. Изучить (или определить, проанализировать) теоретические (или психолого-педагогические, методические) основы рассматриваемой проблемы.

2. Определить (или выявить, сформулировать, конкретизировать) педагогические (или психологические, методические) особенности (или условия) исследуемого явления.

3. Обосновать и разработать (или подготовить, сконструировать) конкретные учебно-методические материалы (уроки, внеурочные занятия, комплекс задач или упражнений, контролирующие материалы).

4. Экспериментально проверить разработанные материалы и привести результаты исследования.

После того как определены цели и задачи, формулируется рабочая гипотеза исследования, которая в процессе исследовательской работы будет развиваться и приобретать более четкие контуры по мере изучения поставленной проблемы. Приведем примеры формулировок гипотез исследований, темы которых даны, соответственно, выше:

– Развитие творческого мышления обучающихся 5 класса будет эффективным, если учитывать этнокультурные особенности региона в процессе внеурочной деятельности по математике.

– Формирование конструктивных умений обучающихся 7 класса на уроках геометрии будет более результативным, если разработать и реализовать игры, содержательную основу которых составляют дидактические материалы, обеспечивающие этноориентированное обучение.

Выбор методов исследования обуславливается особенностями решаемых задач, своеобразием поставленной проблемы и возможностями самого исследователя. Ниже приведем примеры наиболее типичных методов, используемых при выполнении выпускной квалификационной работы (безотносительно темы).

Для достижения цели и проверки гипотезы использовались следующие методы:

1. Теоретические: анализ психолого-педагогической, научно-методической, учебной и учебно-методической литературы, обобщение, сравнение, систематизация теоретических и эмпирических данных, полученных в ходе исследования.

2. Эмпирические: наблюдение, беседа, анкетирование, тестирование с помощью комплекса тестовых методик, мониторинг, диагностирующие контрольные работы, методы математической обработки (для более объективной оценки получаемых экспериментальных данных применяются методы математической статистики).

Перечисленные методологические параметры педагогического исследования должны быть описаны во введении выпускной квалификационной работы бакалавра.

В практической значимости результатов описывается применение материалов или даются рекомендации по использованию результатов данного исследования на практике.

К результатам практического использования в области методики обучения математике относятся новые методы, способы, приемы, методики или технологии, которые могут быть использованы в реальном учебном процессе. Практическое использование результатов исследований может быть оформлено справкой с учебного заведения, на базе которого осуществлялось исследование. В справке должны быть указаны вид учебных занятий и количество часов, выделенных на контактную работу с обучающимися, а также результаты исследовательской работы, использованные на уроках математики, на внеурочных или факультативных занятиях. Кроме того, практическое использование результатов исследования может быть подтверждено их включением в изданную учебную или учебно-методическую литературу (рабочие тетради, учебные и методические пособия, задачки, учебно-наглядные пособия и т.д.), что подтверждается справками от учебных заведений (издательств) или наличием публикации утвержденного в качестве данного вида издания.

Приведем пример одного из возможных вариантов введения исследовательской работы на тему «Использование математических задач краеведческого содержания на уроках математики в 6 классе (на примере изучения темы «Десятичные дроби»)».

Введение. Краеведение – изучение своего родного края. У каждого населенного пункта, у каждой местности, независимо от типа населенного пункта и месторасположения, всегда есть своя история.

Важность использования краеведческого материала в воспитании и обра-

зовании получила педагогическое обоснование в трудах Я.А. Коменского, Ж.-Ж. Руссо, М.В. Ломоносова, К.Д. Ушинского, А.Я. Герда, В.П. Бехтерева и др.

К.Д. Ушинский дал обоснование целесообразности использования в обучении своеобразия каждого народа, исходящее из его исторического развития, географических и природных условий. А.Я. Герд впервые ввел в практику обучения экскурсии как метод обучения и призывал использовать на уроках натуральные объекты. Профессор А.С. Барков отстаивал идею научно-го и всестороннего познания своего края.

Е.А. Звягинцев предложил идею, суть которой состояла в том, что в любом учебном предмете можно найти место для изучения местного материала и надо обеспечить знание его учащимися. Однако в школьных учебниках, в частности в учебниках математики, практически не представлен краеведческий материал. Поэтому учет региональных особенностей (культуры населения, экономических и географических условий, специфики языка общения) при формулировке условия математических задач и использование их на уроках математики на данный момент весьма актуальны.

Объектом исследования является процесс обучения математике в 6 классе. Предметом исследования – использование комплекса математических задач краеведческого содержания на уроках математики в 6 классе.

Цель исследования – разработка комплекса задач краеведческого содержания для учащихся 6 класса и использование его на уроках математики.

Гипотеза исследования заключается в том, что разработанные задачи краеведческого содержания будут способствовать повышению уровня достижения планируемых результатов обучения.

Задачи исследования:

1. Изучить содержание основных понятий, используемых в работе.

2. Выявить особенности использования задач с краеведческим содержанием на уроках математики в 6 классе.

3. Разработать комплекс математических задач с краеведческим содержанием.

4. Составить фрагменты уроков с использованием математических задач с краеведческим содержанием.

5. Экспериментально проверить разработанные материалы и привести результаты эксперимента.

Практическая значимость исследования состоит в том, что разработанные задачи краеведческого содержания по теме «Десятичные дроби» могут быть использованы учителями на уроках математики в 6 классе.

На защиту выносятся: комплекс задач краеведческого содержания для учащихся 6 класса (на примере изучения темы «Десятичные дроби»); фрагменты уроков для учителей по использованию математических задач краеведческого содержания при преподавании данной темы.

Методы исследования: теоретический анализ литературы по теме исследования, изучение школьных учебников, анкетирование учащихся, беседа с учителями, проведение констатирующего, формирующего и контрольного этапов педагогического эксперимента, обработка результатов эксперимента.

Заключение

Данные конкретные рекомендации разработки методологического аппарата выпускной квалификационной работы по методике обучения математике, учитывающей региональные особенности, позволят бакалаврам изучать и использовать методологические основы научных исследований, и это

обеспечит качество подготовки бакалавров педагогического образования и готовность решать профессиональные задачи в реальном процессе обучения математике в школе.

Список литературы

1. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология научного исследования. М.: Либроком, 2010. 280 с.
2. Смирнова И.М. Основные этапы научно-методического исследования // Наука и школа. 2016. № 4. С. 165–172.
3. Бокарев А.И., Игнатович И.А., Денисова Е.С. Методологические элементы выпускной квалификационной работы и их разработка для качественной подготовки специалистов к профессиональной деятельности // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=29102> (дата обращения: 25.02.2021).
4. Смирнова И.М. Требования к формулировке темы научно-методического исследования // Наука и Школа. 2015. № 4. С. 70–76.
5. Мамонтова Т.С. Профессионально-методическая компетентность будущего учителя математики // Омский научный вестник. 2008. № 5. С. 222–224.
6. Профессиональный стандарт педагога [Электронный ресурс]. URL: <https://rusjurist.ru/blanks/profstandart-pedagoga/> (дата обращения: 25.02.2021).

УДК 378:372.854

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ ВАРИАТИВНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Голянская С.А., Агейкина О.В.

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: golyanskaya.sv@yandex.ru

В работе проведен анализ аспектов, определяющих вариативность образовательных дисциплин подготовки бакалавров технико-технологической направленности. Подробно рассмотрено проектирование технологии обучения вариативной химической дисциплине с учетом инженерной направленности обучения, реализуемой в Тюменском индустриальном университете. Рассмотрен подход к разработке и обучению новой дисциплине на технологической основе. Изложены концептуальные принципы проектирования технологии обучения основам инженерной химии, используемые для формирования профессиональных компетенций обучающихся направления «Техносферная безопасность». Подробно рассмотрены применяемые методы, средства обучения и показана значимость наглядно-практической деятельности при организации различных форм учебного процесса. Обозначены дидактические возможности разработанной технологии обучения в реализуемой дисциплине. Приведены примеры преемственности тем в параллельно изучаемых химических дисциплинах. Показаны приемы организации учебно-познавательной деятельности, необходимые для активизации процесса обучения и формирования инженерного мышления. Представлено содержание самостоятельной работы обучающихся с примерами формулировок заданий. Перечислены применяемые формы контроля знаний по дисциплине. Анализ анкетных данных обучающихся второго курса показал значимость дисциплины «Основы инженерной химии» для профессиональной деятельности, отмечая среднюю сложность дисциплины, актуальность и прикладную направленность полученных знаний.

Ключевые слова: основы инженерной химии, профессионально-ориентированное образование, инженерная направленность, техносферная безопасность, технология обучения

DESIGN OF TECHNOLOGY FOR TEACHING VARIABLE CHEMICAL DISCIPLINE

Golyanskaya S.A., Ageykina O.V.

Tyumen Industrial University, Tyumen, e-mail: golyanskaya.sv@yandex.ru

An analysis of aspects of educational disciplines determining the variability of training bachelors of a technical and technological orientation was carried out in the work. The design of the technology of teaching a variable chemical discipline taking into account the engineering orientation of training implemented at the Tyumen Industrial University was considered in detail. The approach to development and training of a new discipline on a technological basis is considered. The conceptual principles of engineering chemistry training technology design used for formation of professional competencies of trainees in the area of Technosphere Safety are presented. The applied methods, means of training are discussed in detail and the significance of visual and practical activities in organizing various forms of the educational process is shown. The didactic possibilities of the developed training technology in the implemented discipline are indicated. Examples of the continuity of topics in parallel chemical disciplines are given. The techniques of organization of educational and cognitive activity necessary for activation of the process of training and formation of engineering thinking are shown. The content of independent work of trainees with examples of tasks wording is presented. The applied forms of knowledge control by discipline are listed. Analysis of the background data of students of the second year showed the significance of the discipline «Fundamentals of Engineering Chemistry» for professional activity, noting the average complexity of the discipline, relevance and applied orientation of the knowledge obtained.

Keywords: fundamentals of engineering chemistry, vocational education, engineering focus, technosphere safety, training technology

При разработке образовательных программ и педагогического сопровождения учебного процесса независимо от уровня образования первостепенными считаются вопросы: «чему и как учить». Ориентиром современного образования при ответе на данные дидактические вопросы является целенаправленное формирование у обучающихся определенных компетенций.

Профессиональная деятельность в области безопасности предполагает владение компетенциями в вопросах сложной системы «человек – машина – среда». Поэтому одним из важнейших и определяющих элементов профессиональной подготовки

в этом направлении должно быть изучение техники и технологии как источников опасных и вредных факторов и методов снижения уровней опасности, которые также обеспечиваются техническими средствами. В связи с чем для выполнения профессиональных задач необходимо базовое инженерное образование [1].

В соответствии с ФГОС третьего поколения профессиональные компетенции ОПОП вузов определяются по видам профессиональной деятельности на основе профессиональных стандартов. Анализ отдельных обобщенных трудовых функций профстандартов, рекомендуемых ФГОС по направле-

нию 20.03.01 «Техносферная безопасность», показывает, что для их выполнения необходимы знания об источниках вредных и опасных факторов производственной среды, основах технологических процессов, принципах работы оборудования, применяемом сырье и материалах. Среди умений можно отметить умение применять методы идентификации опасностей, анализировать результаты оценки условий труда, пользоваться справочными информационными базами [2].

Таким образом, наряду с общекультурными, универсальными компетенциями при подготовке будущих бакалавров по направлению «Техносферная безопасность» представляется важным формирование именно инженерных компетенций как составляющей части общепрофессиональных и профессиональных.

Основой для формирования инженерного мышления являются политехнические знания, умение планировать последовательность действий. При этом важно развивать способность принимать решение в условиях избыточности информации. В условиях быстроразвивающейся техносферы, узкоспециализированные технические знания устаревают так же быстро, поэтому важны и актуальны фундаментальные знания, базирующиеся на естественнонаучных основах, необходимых для понимания самого принципа работы и устройства технических объектов [3].

В силу специфики инженерной деятельности важное место в естественнонаучной подготовке бакалавров технико-технологических направлений занимает комплекс химических знаний, а компетенции, формируемые при изучении химических дисциплин, являются неотъемлемым вкладом в профессиональные [4, 5].

Вышеперечисленные аспекты определяют вариативность образовательных про-

грамм и требуют согласования процесса обучения, содержания дисциплин и технологий обучения в целом с инженерно-технологическим профилем.

Цель исследования заключалась в разработке и апробации технологии обучения вариативной химической дисциплине «Основы инженерной химии» для профессиональной подготовки бакалавров направления 20.03.01 «Техносферная безопасность».

Материалы и методы исследования

В исследовании использовались общетеоретические и социологические методы: анализ, синтез, классификация, анкетирование, изучение и обобщение педагогического опыта, анализ специализированной литературы, анализ образовательной практики химической подготовки.

Результаты исследования и их обсуждение

Новая химическая дисциплина «Основы инженерной химии» («ОИХ») относится к вариативному циклу дисциплин ОПОП подготовки бакалавров направления 20.03.01 «Техносферная безопасность». Согласно учебному плану, изучение данной дисциплины начинается параллельно с изучением второй части дисциплины «Химия». Распределение дидактических единиц химических дисциплин по семестрам показано в предыдущей работе [6].

Современный подход в разработке и обучении новой дисциплине заключался в построении её на технологической основе. При проектировании «Основ инженерной химии» тщательно разрабатывалась содержательная часть, апробировались различные формы организации учебного процесса (УП), подбирались методы и средства обучения (рис. 1).



Рис. 1. Проектирование технологии обучения новой химической дисциплине



Рис. 2. Концепции проектирования технологии обучения основам инженерной химии

С точки зрения педагогических технологий понятие «технология обучения» является очень разноплановым. Но большинство взглядов сводятся к тому, что технология обучения связана с оптимальным построением и реализацией учебного процесса с учетом гарантированного достижения дидактических целей, исходя из заданных установок: социальный заказ, образовательный ориентир, цели и содержание обучения [7, 8].

Для дисциплины «Основы инженерной химии» такой установкой является обеспечение формирования профессиональных компетенций [6], а образовательными ориентирами при формировании инженерной направленности курса являются следующие принципы (рис. 2).

Представленная схема включает комбинацию фундаментальных и прикладных знаний, умений и навыков, дидактические принципы обучения химическим и техническим дисциплинам, такие как научность и профессиональная направленность, системность и систематичность и др. Выбор концептуальных принципов определяет дальнейшие подходы к проектированию учебного процесса дисциплины.

Для повышения качества обучения необходимо применять современные образовательные технологии. Многие авторы считают эффективным сочетание в учебном процессе различных образовательных технологий, например одновременное применение модульного, контекстного, проблемного обучения и организации самостоятельной работы или комплексное использование в инновационном образовании контекстного обучения, компетентностного, практико-ориентированного, проблемно-ориентированного метода, проектно-организованных технологий [9, 10].

Остановимся подробнее на реализации применяемых методов и выборе средств обучения в соответствии с формами организации учебного процесса.

Лекционные занятия, являясь эффективным инструментом образовательного процесса, предусмотрены раз в две недели и проводятся с использованием современных электронных средств обучения (мультимедийные презентации, демонстрация видеороликов, видеофрагментов и др. средств для облегчения визуального восприятия учебного материала). С точки зрения инженерной направленности пред-

ставляется важным использовать в качестве наглядного материала графики, диаграммы, отражающие результат реальных экспериментов, а также фотографии конкретных производственных процессов, которые дополнительно играют роль «виртуальной экскурсии» на предприятия региона.

Для лекционных занятий проводится отбор и структурирование наиболее значимого учебного материала по разделам дисциплины, остальную информацию обучающиеся находят самостоятельно для углубления знаний и подготовки к другим видам занятий. Для создания эффекта интерактивности при чтении лекций, подача материала ведётся в диалоговом режиме для поддержания постоянной обратной связи с обучающимися. С целью активизации внимания, мышления, познавательной деятельности обучающихся в конце занятия традиционно задаются один или несколько контрольных вопросов по теме лекции. Опрос проводится с использованием сервиса Google Forms, содержащего закрытые и открытые вопросы. При этом обучающиеся могут творчески подойти к формулировке своего варианта вопроса по лекционному материалу. После ответов на вопросы проводится их краткое обсуждение для рефлексивного осознания усвоенного материала. Немаловажен и анализ преподавателем результатов опроса (в табличных или графических формах сервиса), поскольку позволяет контролировать усвоение материала и отметить присутствующих на занятии, что особенно удобно для контроля посещаемости обучающихся больших потоков.

Лабораторный практикум является важным элементом учебного процесса, направленным на развитие практических навыков. Апробация новой дисциплины показала, что для формирования навыков в проведении химического эксперимента использование практических занятий является недостаточной эффективной формой обучения, даже при наличии презентации демонстрационного эксперимента. Поэтому потребовалась корректировка учебного плана дисциплины с заменой практических работ лабораторными.

Лабораторный практикум выстроен таким образом, чтобы обеспечить усвоение знаний, полученных на лекционных занятиях, и направлен на развитие навыков самостоятельной работы обучающихся.

Темагика лабораторных работ связана с будущей практической деятельностью, а именно с методами производственного контроля и защиты окружающей среды. Изучаемые понятия, процессы и методы в дальнейшем могут быть применены

при выполнении научно-исследовательских работ в вузе, выпускной квалификационной работы, в профессиональной деятельности.

Работы лабораторного практикума достаточно объёмны, но не сложны по выполнению и подобраны таким образом, чтобы обеспечить преемственность тем по параллельно изучаемым химическим дисциплинам. Например, знания, полученные по теме «Окислительно-восстановительные реакции» в курсе химии (2 часть), обучающиеся активно применяют при проведении лабораторной работы по теме «Окислительно-восстановительное титрование. Определение перманганатной окисляемости воды» в курсе основ инженерной химии. Это подчеркивает практическую значимость получаемых фундаментальных знаний и даёт понимание, почему определение данного показателя качества воды проводят именно в кислой среде. А, например, при проведении лабораторной работы «Потенциометрический метод анализа», в соответствии с заданием лабораторного практикума, обучающимся необходимо сделать вывод о совпадении или несовпадении результатов прогнозируемого и измеренного значений рН исследуемых растворов. Прогнозирование измеряемых значений рН вносит в занятие элемент интерактивности, позволяет повторить теоретические вопросы и расчётные формулы темы «Равновесие в растворах электролитов» курса химии (1 часть). Одновременно с этим изучение принципа работы прибора иономера основывается на знании электрохимических процессов, полученных в начале семестра, при изучении химии (2 часть). В ходе проведения работ также делается акцент на значимости измеряемых параметров для окружающей среды и контроля технологических сред.

Ряд лабораторных работ ориентирован на использование нормативных документов. Так, например, по результатам определения жесткости, окисляемости, показателя рН исследуемой воды, необходимо сделать вывод о ее качестве в соответствии с ГОСТ.

При выполнении лабораторного практикума должны формироваться общенаучные и общеинженерные навыки [8]. При изучении дисциплины «ОИХ» в качестве общеинженерных, формируются навыки правильного выбора оборудования, мерной посуды, химических реактивов, калибровки приборов, умения использовать справочные данные, обрабатывать результаты эксперимента. Формулировка заданий в работах способствует принятию решений в условиях избыточной или недостающей информации. Например, для приготовления раствора или определения его концен-

трации требуется самостоятельный выбор оборудования и реагентов из предложенного перечня, самостоятельное планирование последовательности действий, умение ориентироваться в поиске справочных данных, приводить рассчитанные значения к определенным единицам измерения.

Для организации лабораторных занятий используются классические фронтальные формы обучения и работа в команде, активизирующая учебную практическую деятельность.

Самостоятельная работа обучающихся является не менее важной формой организации учебного процесса, трудоемкость которой составляет половину зачетных единиц дисциплины. Для организации самостоятельной работы по дисциплине «ОИХ» используются следующие средства обучения: задачи с контекстным содержанием, нормативно-методические документы, проектные работы. При этом задания направлены не только на репродукцию и обобщение, но и на поиск новой информации.

Расчетные и ситуационные задачи, как правило, сопровождаются дополнительными вопросами на понимание сущности явления, процесса, его значимости, применимости. Либо предлагаются задания на распознавание метода по его описанию, наглядное изображение процесса в виде схемы и т.п. Пример формулировки задания: объясните, почему многие дисперсные системы, например туман, речная и водопроводная вода, имеют голубоватый оттенок. Как называется данное явление и как можно его использовать для дисперсионного анализа?

При изучении отдельных тем обучающимся предлагается провести анализ содержания методик контроля окружающей среды. Например, после проведения лабораторной работы «Фотометрический анализ» необходимо проанализировать конкретную методику фотометрического определения компонента по ГОСТ с указанием объекта исследования, описания пробоподготовки, обоснования выбора длины волны, а также привести алгоритм измерения. Выбор методики определяется вариантом задания в учебном пособии по дисциплине. В зависимости от профиля обучения рекомендованы различные техносферные среды. Подобные задания способствуют углублению и закреплению знаний, приобретению практического опыта работы с нормативно-технической документацией и показывают значимость изучаемой темы в профессиональном плане.

Для обобщения полученных знаний по курсу «ОИХ» при изучении последнего

раздела «Характеристика основных загрязнителей техносферы и методов их обезвреживания» предусмотрено написание реферата и подготовка презентации для выступления с докладом по выбранной теме.

При выполнении данного задания обучающиеся объединяются в мини-группы, проводят поиск специализированной информации, анализируют технические разработки. В работе требуется раскрыть химические и инженерные вопросы выбранной темы, принимая во внимание технологичность, экологичность, экономичность, ресурсосбережение и другие критерии. Такой вид самостоятельной работы стимулирует активную учебно-познавательную деятельность обучающихся, способствует раскрытию их творческого потенциала, учит излагать мысли с применением профессиональных терминов, позволяет продемонстрировать уровень теоретической подготовки.

Следует отметить, что самостоятельная работа также является составляющей системы контроля знаний.

Контроль знаний используется во всех формах организации учебного процесса и выполняет различные функции. Так, на лабораторных занятиях регулярно применяются различные виды контроля обучения. Для систематического закрепления пройденного материала в начале каждой лабораторной работы проводится текущий индивидуальный контроль обучающихся в письменной форме на 5–10 мин, который выполняет ещё и диагностическую функцию выявления недоработанных, неосвоенных разделов проверяемой (контролируемой) темы. При подготовке к данному виду проверки знаний обучающиеся проводят самоконтроль, отвечая на предложенные контрольные вопросы в конце лабораторной работы. Перед выполнением новой лабораторной работы проводится устный фронтальный опрос обучающихся для контроля их подготовки к текущему занятию.

Для обобщения и систематизации пройденного учебного материала (раздела дисциплины, нескольких тем) периодически проводится тематический (промежуточный) контроль. Рубежный контроль знаний осуществляется в письменной форме в виде индивидуальных заданий (контрольной работы), либо посредством тестирования в электронном курсе дисциплины на платформе информационно-образовательной среды. Прогностическая функция данного контроля заключается в получении представления о сформированности знаний, умений и навыков для усвоения последующих разделов (тем) дисциплины и, если

требуется, дальнейшей корректировки учебного процесса.

Интегрирующим контролем с углубленным обобщением и систематизацией изученного материала по курсу является итоговый контроль в форме зачета во втором и в виде экзамена в третьем семестре. Данная форма контроля нацелена на проверку конкретных результатов обучения и выполняет в первую очередь развивающую функцию интеллектуальных умений и навыков обучающихся.

Мониторинг качественной успеваемости обучающихся по химическим дисциплинам показал, что итоговый средний балл по дисциплине «ОИХ» выше среднего балла по дисциплине «Химия». Это объясняется повышенным интересом к вариативной дисциплине и коррелирует с результатами анкетного опроса обучающихся второго курса, закончивших изучать цикл химических дисциплин.

Среди работающих, и планирующих работу по направлению обучения (82%) отметили значимость дисциплины «Основы инженерной химии» для профессиональной деятельности на уровне «средний и выше» 90%, актуальность и прикладную направленность полученных знаний – 52% обучающихся. При этом 47% считают, что дисциплина воспринималась как дисциплина средней сложности.

Выводы

Таким образом, спроектирована и апробирована технология обучения новой вариативной дисциплине «Основы инженерной химии», для этого:

– Сформированы концептуальные основы проектирования технологии обучения вариативной дисциплине.

– Проведена оптимизация форм организации учебного процесса.

– Усилена профессиональная направленность дисциплины за счет вовлечения обучающихся в наглядно-практическую де-

ятельность с применением информационно-технических средств обучения.

Профессионально-ориентированная мотивация обучающихся способствует активизации учебной деятельности и развитию профессиональных компетенций.

Список литературы

1. Девисилов В.А. Подготовка кадров по безопасности труда в рамках направления «Техносферная безопасность» // Безопасность в техносфере. 2015. № 1 (52). С. 59–67.

2. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 августа 2014 г. № 524н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист в области охраны труда» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70631928/> (дата обращения: 10.02.2021).

3. Усольцев А.П., Шмало Т.Н. О понятии «Инженерное мышление» // Формирование инженерного мышления в процессе обучения: материалы международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 7–8 апреля 2015 г.). Екатеринбург: Издательство Уральского государственного педагогического университета, 2015. С. 3–9.

4. Березина С.Л., Горячева В.Н., Елисева Е.А., Слынько Л.Е. Формирование профессиональных компетенций студентов технического вуза в процессе обучения химии // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 2. С. 122–126.

5. ХарнUTOва Е.П. Особенности преподавания химических дисциплин при подготовке инженеров-бакалавров по направлению «Техносферная безопасность» // Практика высшей школы. Вестник высшей школы. 2019. № 7. С. 96–97.

6. Голянская С.А., Агейкина О.В. Проектирование содержания новой химической дисциплины с учетом инженерной направленности // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 10. С. 153–158.

7. Осипов Д.Л., Груздев Д.А. Технологии обучения в высшей школе: понятие, сущность, содержание, структура // Санкт-Петербургский образовательный вестник. 2018. № 6 (22). С. 11–17.

8. Образцов П.И., Уман А.И., Виленский М.Я. Технология профессионально-ориентированного обучения в высшей школе: учебное пособие. М.: Издательство «Юрайт», 2018. 258 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://urait.ru/bcode/422978> (дата обращения: 03.02.2021).

9. Девисилов В.А. Принципы построения образовательных программ и технологии обучения по направлению «Техносферная безопасность» // Безопасность в техносфере. 2010. № 6. С. 54–62.

10. Боровков А.И., Бурдаков С.Ф., Клявин О.И., Мельникова М.П., Пальмов В.А., Силина Е.Н. Современное инженерное образование: учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. 80 с.

УДК 378.147

ПРОБЛЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ МАТЕМАТИКЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ СРЕДСТВАМИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

¹Далингер В.А., ²Шаруха А.С.

¹ФГБОУ ВО «Омский государственный педагогический университет»,
Омск, e-mail: dalinger@omgpu.ru;

²Омский автобронетанковый инженерный институт, Омск, e-mail: sharuha_as@mail.ru

В России как в гражданских, так и в военных вузах намечен стремительный рост числа иностранных обучаемых. В статье затрагивается актуальная проблема образования: подготовка высококачественных иностранных военных специалистов. Отражена специфика образовательного процесса в военном вузе, выявлены проблемы, влияющие на успешное усвоение учебных программ по математике иностранными военнослужащими. Описана организация подготовительного курса по русскому языку для иностранных граждан в целях подготовки к освоению образовательной программы на русском языке в военном вузе. Обозначена проблема недостатка часов, выделенных для изучения лексики по математике на подготовительном курсе. Обоснована необходимость поиска новых эффективных технологий обучения математике с учетом языкового барьера и низким уровнем базовой подготовки обучаемых. В статье раскрывается значимость применения средств визуализации учебного материала как метода активизации учебно-познавательной деятельности иностранных военнослужащих при обучении математике. Проведен анализ опыта применения различных средств визуализации учебного материала: учебной литературы, мультимедийных презентаций, тетради с печатной основой, интерактивных математических сред. Выявлены проблемы применения данных средств визуализации при обучении математике с учетом специфики обучаемых. Предложены методы решения проблем эффективности визуализации учебного материала при обучении иностранных военнослужащих, требующие дальнейшего исследования.

Ключевые слова: визуализация учебного материала, обучение иностранных военнослужащих, обучение математике, активизация познавательной деятельности

PROBLEMS OF TEACHING FOREIGN MILITARY PERSONNEL MATHEMATICS AND WAYS TO SOLVE THEM BY MEANS OF VISUALIZATION OF EDUCATIONAL MATERIAL

¹Dalinger V.A., ²Sharukha A.S.

¹Omsk State Pedagogic University, Omsk, e-mail: dalinger@omgpu.ru;

²Omsk Tank-Automotive Engineering Institute, Omsk, e-mail: sharuha_as@mail.ru

In Russia, both in civil and military universities, a rapid growth of foreign students is planned. The article deals with the actual problem of education, training of high-quality foreign military specialists. The article reflects the specifics of the educational process in a military university, identifies problems that affect the successful assimilation of educational programs in mathematics by foreign military personnel. The organization of a preparatory course in the Russian language for foreign citizens in order to prepare for the development of an educational program in Russian at a military university is described. The problem of the lack of hours allocated for the study of vocabulary in mathematics in the preparatory course is outlined. The necessity of searching for new effective technologies for teaching mathematics, taking into account the language barrier and a low level of basic training of students, has been substantiated. The article reveals the importance of the use of visualization tools for educational material as a method of enhancing the educational and cognitive activity of foreign servicemen in teaching mathematics. The analysis of the experience of using various means of visualization of educational material: educational literature, multimedia presentations, notebooks with a printed basis, interactive mathematical tools. The problems of using these visualization tools in teaching mathematics are identified, taking into account the specifics of the students. Methods for solving the problems of the effectiveness of visualization of educational material in the training of foreign military personnel are proposed, requiring further research.

Keywords: visualization of educational material, training of foreign military personnel, teaching mathematics, activation of cognitive activity

В настоящее время, в связи с расширением международного военного сотрудничества с зарубежными странами и ростом экспортных поставок российского вооружения в различные страны мира, возникает необходимость в подготовке иностранных военнослужащих (ИВС) российскими специалистами. В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 Министерству обороны Рос-

сии до 2024 г. необходимо увеличить число ИВС, обучающихся в военных вузах [1].

В 2019 г. более 5500 военнослужащих из 43 зарубежных стран проходили подготовку в вузах Вооруженных сил Российской Федерации. На сегодняшний день число ИВС продолжает расти. На брифинге 27 августа в рамках форума «Армия-2020» начальник Главного управления кадров Минобороны РФ генерал-полковник

В.П. Горемыкин отметил, что заключены контракты на обучение более 10 тысяч военнослужащих из 83 государств мира.

Таким образом, перед системой высшего военного образования стоит задача подготовки квалифицированных военных кадров иностранных государств. При этом обучение военных и военно-технических специалистов по русскоязычным программам вызывает ряд проблем, связанных с различиями в системах образования, уровнем подготовки обучаемых, языковым барьером, адаптацией, ограниченным доступом к интернет-ресурсам.

В военно-инженерном вузе, в отличие от гражданского, учебно-воспитательный процесс идет более интенсивно, так как за период обучения ИВС должен получить инженерную и командную подготовку. Без снижения требований к качеству знаний идет передача большого объема учебной информации курсантам.

Информационная насыщенность образовательного процесса в военном вузе требует особого подбора методов и средств представления учебной информации, способных ускорить процесс изучения и запоминания нового материала. Для решения этих задач преподаватель должен владеть навыками поиска, анализа, обработки необходимой информации и умением грамотного представления учебного материала с использованием средств визуализации [2].

Цель исследования – выявление проблем, влияющих на успешное усвоение учебных программ по математике иностранными военнослужащими, анализ и обоснование целесообразности использования средств визуализации учебного материала при решении выявленных проблем.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели исследование проводилось с применением таких методов, как теоретический анализ научной литературы по теме исследования, анализ нормативно-правовых документов по организации обучения иностранных военнослужащих, систематизация и обобщение, наблюдение, беседа, анализ полученного педагогического опыта работы с иностранными военнослужащими.

Результаты исследования и их обсуждение

На обучение по программам с полной военно-специальной подготовкой принимаются ИВС, имеющие образование, соответствующее российскому среднему общему образованию.

Иностранные курсанты обучаются тем же специальностям и по тем же образовательным программам, которые предусмотрены для военнослужащих Вооруженных сил Российской Федерации. В целях подготовки иностранных граждан к освоению образовательной программы на русском языке вуз обеспечивает организацию и проведение подготовительного курса по русскому языку [3]. В военном вузе курс освоения языка для дальнейшего обучения по специальности длится до десяти месяцев.

В Омском автобронетанковом инженерном институте (ОАБИИ) проходят обучение ИВС ближнего и дальнего зарубежья по специальности 23.05.02 «Транспортные средства специального назначения».

В системе подготовки военного инженера важная роль отводится математике, так как без математических знаний невозможно изучение технических дисциплин. При этом обучение иностранных курсантов математике имеет ряд особенностей, что связано в первую очередь с языковым барьером и разным уровнем базовой подготовки по математике [4].

В ОАБИИ для освоения образовательной программы инженерно-технической направленности подготовительный курс включает в себя дополнительную общеобразовательную программу, объемом 1944 ч, касающуюся изучения русского языка. В рамках дисциплины «Русский язык как иностранный» в разделе «Вводный терминологический курс» ИВС изучают лексику по черчению, математике, информатике, химии, физике, тактике, конструкции военных гусеничных машин.

На изучение лексики по математике отводится всего лишь 99 ч. В рамках этих часов проверяется уровень довузовской подготовки, с которой обучающиеся прибыли на учебу. Дается терминология, которая пригодится при изучении высшей математики на первом и втором курсах. После освоения подготовительного курса ИВС должны владеть русским языком как иностранным на первом уровне ТРКИ-1/В1 [5]. Что позволяет слушать лекции и приобретать знания по математике посредством накопленного запаса русского языка [6].

Учебный год для ИВС на подготовительном курсе должен начинаться 1 октября, но в большинстве случаев ИВС прибывают к месту обучения несвоевременно, что влечет за собой сокращение бюджета учебного времени. Сокращение производится, как правило, за счет часов, отведенных на «Вводный терминологический курс» общеобразовательных дисциплин, для освоения которых необходимо как минимум

предварительное достижение базового уровня языкового владения ТБУ/А2 [5].

Опыт работы с ИВС показывает снижение уровня базовой подготовки поступающих. Отмечается низкий уровень знания русского языка и слабая математическая подготовка. Все больше ИВС, неспособных работать самостоятельно с литературой на русском языке, выделять главное из текста, запоминать большой объем информации [7]. С этим связаны дальнейшие проблемы в понимании математических терминов и понятий, а также смысла текстов, вопросов и формулировок изучаемой дисциплины. Таким образом, возникает необходимость совершенствовать учебный процесс для повышения качества подготовки иностранных военно-технических специалистов. При этом необходимо учесть, что качество подготовки будущего специалиста напрямую зависит от используемых методик и технологии обучения.

Дуализм мышления человека подтвержден множеством научных исследований по нейрофизиологии и психологии, из которых следует, что сознание человека использует два механизма мышления. Правое полушарие головного мозга человека отвечает за образное (интуитивное, геометрическое, художественное) мышление, а левое полушарие обеспечивает логическое (алгебраическое, символическое) мышление. Исследования также подтверждают тот факт, что именно через зрительный анализатор человек получает большую часть информации. При этом на зрительное восприятие информации оказывают влияние как индивидуальные, так и национально обусловленные особенности человека. Таким образом, можно сделать вывод, что в основе познавательной деятельности человека лежит визуальное восприятие информации.

Несмотря на это, анализ процесса обучения математике как в школе, так и в вузах показывает, что технологии преподавания данной дисциплины направлены на развитие левого полушария обучаемого, иначе говоря, имеет место «левополушарный крен». К примеру, курсанты, решая дивергентные задачи, в большинстве случаев используют аналитический способ решения, при наличии более рационального графического, что свидетельствует о неразвитом визуальном мышлении, «математическом зрении». То есть преподаватели делают упор на логическое мышление обучаемого, не учитывая возможности образного [8].

Следовательно, возникает необходимость организации обучения математике, основанного на сбалансированной работе полушарий головного мозга, на продук-

тивном сочетании образного и логического мышления. Данный подход реализуется с помощью целенаправленного использования когнитивной функции визуализации учебного материала.

Стремительное развитие информационных технологий, информатизация и цифровизация образования дают новые возможности и средства визуализации учебного материала. При этом важно не просто демонстрировать информацию, а подбирать такие дидактические средства визуализации, которые способствуют активизации учебно-познавательной деятельности и развитию визуального мышления, позволяющего продуктивно воспринимать учебный материал обучаемыми с недостаточным уровнем знания русского языка.

В рамках данного исследования был проведен анализ опыта применения средств визуализации учебного материала при обучении ИВС математике.

На кафедре физико-математических дисциплин ОАБИИ при обучении ИВС математике применяются как традиционные, так и современные средства визуализации учебной информации: учебные пособия, плакаты, тетрадь с печатной основой, мультимедийные презентации, электронные учебники [9], интерактивная доска [10], документ-камера и т.п.

ИВС проходят обучение по дисциплинам «Общий курс математики» и «Высшая математика», используя основную и дополнительную литературу предназначенную для курсантов РФ. Незначительное отличие наблюдается только в дополнительной литературе, это сборники самостоятельных и контрольных работ, разработанные и изданные на базе ОАБИИ. Таким образом, освоение дисциплины ведется по неадаптированным для иностранных обучаемых учебникам.

Анализ учебной литературы показал: отсутствие упрощения языка изложения учебного материала, минимальный иллюстративный ряд изданий, использование формульного способа подачи информации, недостаток визуализированных задач. Несмотря на то, что язык математики универсален и понятен во всем мире, ИВС испытывают затруднения в восприятии учебного материала, пользуясь данными учебниками и учебными пособиями.

На втором курсе, при изучении раздела «Теория вероятностей и математическая статистика», ИВС сталкиваются с большим объемом теоретического материала, в изложении которого доминирует текстовая форма представления информации, в отличие от других разделов математики.

Задачи теории вероятностей вызывают особое затруднение у обучаемых, так как носят текстовый характер. В ходе подбора метода решения требуется детальный разбор и осмысление вероятностной задачи. При этом отсутствие визуальных опор в учебном пособии и небогатый словарный запас не позволяют курсантам справиться с решением задачи без основательной помощи преподавателя.

Таким образом, при подборе и разработке учебной литературы для ИВС следует учитывать, что информация, представленная в виде графиков, схем, математических формул и символов, является более понятной, четко структурированной, интересной и легкой для обработки и запоминания, что очень важно при обучении математике ИВС с языковым барьером.

Мультимедийная презентация как средство визуализации учебной информации имеет широкое применение в образовательном процессе вуза, позволяет интенсифицировать учебно-познавательную деятельность курсантов. На кафедре все учебно-методические комплексы математических дисциплин содержат мультимедийные презентации, разработанные в соответствии с тематическим планом.

При восприятии устного сообщения во время занятия ИВС не могут индивидуально регулировать темп поступления учебной информации, исключить помехи, вернуться к уже сказанному, не хватает времени на обращение к словарям. Сложность восприятия устного сообщения значительно затрудняет познавательную деятельность курсанта. При этом следует отметить, что использование в обучении ИВС мультимедийных средств визуализации информации позволяет минимизировать трудности восприятия иноязычной речи на слух, так как изображение обладает функцией сопоставления слова и образа.

Анализ применения мультимедийных презентаций в обучении ИВС математике показывает, что преподаватели из-за недостатка времени на более качественную подготовку к занятиям с учетом специфики обучаемых, как правило, за основу берут презентации, разработанные для российских курсантов. Данные презентации перегружены текстовой информацией, что затрудняет восприятие учебного материала, а также замедляет ведение конспекта иностранными обучаемыми во время лекции.

Таким образом, преобладание незнакомого текста на слайдах презентации ведет к рассмотрению учебных вопросов в неполном объеме, лектор не успевает изложить весь учебный материал. Для решения этой

проблемы преподаватели прибегают к сокращению количества слайдов, упрощению текстов лекций, что приводит к поверхностным знаниям дисциплины ИВС.

Считаем, что необходимо сохранять объем и сложность изучаемого материала, делая акцент в адаптации учебной информации на применение средств визуализации: графиков, схем, инфографики и т.п. Так как использование наглядных образов позволяет: интерпретировать определение понятия сложного для восприятия; сократить словесное описание объекта; акцентировать внимание на скрытых закономерностях; ввести новое понятие с помощью специального образа; показать взаимосвязь между математическими понятиями; выявить подсказку к решению задачи.

Тетрадь с печатной основой, разработанная по аналогии школьной рабочей тетради, также применяется для активизации учебно-познавательной деятельности ИВС при обучении математике на занятиях и в часы самостоятельной подготовки. Структура тетради с печатной основой по математике включает в себя: контрольные вопросы и задания, необходимые для проработки теоретического материала по теме, и задания для самостоятельной работы, направленные на формирование умений и навыков.

При подготовке к практическому занятию ИВС необходимо повторить теоретический материал, используя конспект лекции или учебную литературу (учебно-методический материал электронного контента), затем ответить на контрольные вопросы в тетради с печатной основой, что позволит им закрепить полученные знания, правильно выполнить задания самостоятельной работы, а также принимать активное участие в решении задач на практическом занятии.

При повторении теоретического материала по теме занятия в каждом учебном вопросе проводится теоретический опрос в виде фронтального собеседования по контрольным вопросам лекции, используя тетрадь с печатной основой. Курсанты должны давать четкие ответы на контрольные вопросы. Если ответа на вопрос нет, преподавателю необходимо добиваться правильного ответа, используя наводящие вопросы.

Заметим, что фронтальная проверка ответов на контрольные вопросы вызывает затруднение у курсантов с языковым барьером, так как обучаемые слабо воспринимают информацию на слух и плохо ориентируются в тексте, при этом требуется помощь преподавателя, тратится учебное

время на указание места заполнения тетради. Считаем, что необходимо в данном случае осуществлять теоретический опрос с использованием средств визуализации, таких как мультимедийная презентация, интерактивная доска, документ-камера.

При заполнении тетради ИВС самостоятельно ведут поиск информации, проводят анализ и обработку данных, приобретают навыки работы с литературой, таблицами, графиками, что способствует развитию визуального мышления.

В настоящее время набирают популярность интерактивные математические среды: «Живая математика», «Математический конструктор», «GeoGebra», «GeoNext», применяемые на разных уровнях образования и успешно реализующие принцип визуализации учебного материала. Однако в военных вузах введены ограничения на доступ в сеть Интернет во время занятия, на использование смартфонов на территории вуза, ограничен перечень разрешенных средств программного обеспечения. В ОАБ ИИ разрешены к применению на автоматизированных рабочих местах вуза следующие математические программы: MatLab, MatCAD, AutoCAD.

Анализ использования данного программного обеспечения при обучении ИВС математике показал, что преподаватели используют **MatCAD в основном как графический редактор**. Так как данная программа позволяет быстро и легко выполнить построение графиков любого типа (графики в декартовых или полярных координатах, точечные, линии уровня, векторные поля, поверхности, гистограммы и т.д.) и затем использовать их в мультимедийной презентации при объяснении учебного материала.

Заключение

Проведенное исследование позволило выявить ряд проблем, возникающих при обучении ИВС математике, связанных с языковым барьером иностранных граждан и спецификой обучения в военном вузе.

Анализ научной литературы показал, что проблеме наглядности и визуализации процесса обучения в теории и методике обучения математике посвящено много исследований, которые привели к выводам о необходимости усиления роли визуализации в процессе обучения математике.

В результате анализа полученного педагогического опыта работы с ИВС можно сделать вывод, что применение средств визуализации учебного материала с учетом специфики обучаемых способствует: активизации учебно-познавательной деятельности, повышению эффективности восприятия учебного материала, экономии учебного времени.

Список литературы

1. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс]. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения: 12.01.2021).
2. Федосова О.А., Соколова Е.Н. О значении визуализации учебной информации // Проблемы педагогики. 2018. № 3 (35) [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-znachenii-vizualizatsii-uchebnoy-informatsii> (дата обращения: 30.01.2021).
3. Приложение к приказу МОН РФ от 3 октября 2014 г. № 1304 «Об утверждении требований к освоению дополнительных общеобразовательных программ, обеспечивающих подготовку иностранных граждан и лиц без гражданства к освоению профессиональных образовательных программ на русском языке» [Электронный ресурс]. URL: <http://minjust.consultant.ru/documents/12275> (дата обращения: 20.01.2021).
4. Енекова И.В., Радаева И.Н., Галимова А.Ф. Особенности методики проведения занятий по математике на факультете обучения иностранных студентов // Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук. 2015. Т. 9. № 5–1–1. С. 64–67.
5. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 апреля 2014 г. № 255 «Об утверждении уровней владения русским языком как иностранным языком и требований к ним» [Электронный ресурс]. URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-minobrnauki-rossii-ot-01042014-n-255/> (дата обращения: 12.01.2021).
6. Скосарева Е.П. Особенности проведения занятий по математике с иностранными военнослужащими // Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук. 2016. Т. 10с–3. С. 68–70.
7. Ефремова О.Н., Глазырина Е.Д. Особенности преподавания математики иностранным слушателям, обучающимся на неродном языке // Успехи современного естествознания. 2015. № 3. С. 177–180.
8. Далингер В.А. Теоретические основы когнитивно-визуального подхода к обучению математике: монография. Омск: Изд-во ОмГПУ, 2006. 143 с.
9. Черникова Н.А., Тривер Т.А., Шаруха А.С. Электронный учебник как формирующий компонент профессионально-ориентированной компетентности военного инженера // Актуальные проблемы преподавания математики в техническом вузе. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2017. № 5. С. 141–146.
10. Сливко С.В., Шаруха А.С. Интерактивная доска как средство повышения познавательной деятельности курсантов // Методика преподавания математических и естественнонаучных дисциплин. Современные проблемы и тенденции развития: материалы V Всероссийской научно-практической конференции. Омск: ОмГУ, 2018. С. 98–101.

УДК 378:372.8

АКТИВИЗАЦИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЛУШАТЕЛЕЙ НА ЗАНЯТИЯХ «ОСНОВЫ РУССКОГО ЖЕСТОВОГО ЯЗЫКА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ И МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ

Довгань Е.А.

*Ростовский юридический институт МВД России, Волгодонской филиал,
Волгодонск, e-mail: polykovatat@yandex.ru*

В статье рассматриваются методы и приемы активизации познавательной деятельности обучающихся на занятиях «Основы русского жестового языка». Автор знакомит с основными видами деятельности инновационных технологий обучения невербальной речи. Объектом исследования являются основные виды деятельности слушателей на занятиях «Основы русского жестового языка». Актуальность темы исследования заключается в том, что на сегодняшний день сотрудникам органов внутренних дел при раскрытии и расследовании преступлений очень важно суметь установить контакт и оперативно получить значимую информацию, например приметы подозреваемого. Данные технологии ставят в центр всей образовательной системы личность обучаемого, что способствует повышению уровня владения слушателями русским жестовым языком и развивает природный потенциал обучающихся. Целью статьи является экстраполяция полученных результатов в процессе применения современных методов и приемов обучения на занятиях «Основы русского жестового языка». В работе были использованы методы, которые позволили объективно оценить процесс овладения основами русского жестового языка: общенаучные – анализ, синтез, обобщение; специальные – внутренняя реконструкция, экспериментально-фонетические исследования, психолингвистика. В статье представлен опыт педагога в применении разработанных заданий, которые формируют навыки русского жестового языка. Поэтому необходимо педагогу делать упор в образовательном процессе на подготовку полицейского к практической деятельности, которая повышает компетентность каждого обучающегося. Апробация инновационных технологий проводилась в процессе изучения обучающимися ОРЖЯ. В заключение автор приходит к мысли, что применение слушателями знаний, умений и навыков, приобретенных при изучении русского жестового языка, повышение мотивации обучающихся при выполнении заданий, развитие творческих способностей повышает конкурентоспособность будущего сотрудника ОВД. Результаты научно-исследовательской работы могут быть использованы в образовательном процессе и применены на практике в оперативно-служебной деятельности полицейского.

Ключевые слова: русский жестовый язык, образовательный процесс, основной вид деятельности

ACTIVATION OF COGNITIVE ACTIVITY OF STUDENTS IN THE CLASSES «FUNDAMENTALS OF RUSSIAN SIGN LANGUAGE» USING VARIOUS FORMS AND METHODS OF TEACHING

Dovgan E.A.

Rostov law Institute of MIA of Russia, Volgodonsk branch, Volgodonsk, e-mail: polykovatat@yandex.ru

The article discusses methods and techniques for activating the cognitive activity of students in the classes «Fundamentals of Russian Sign language». The author introduces the main types of activity of innovative technologies of training of non-verbal speech. The object of the study is the main activities of students in the classes «Fundamentals of Russian sign language». The relevance of the research topic lies in the fact that today it is very important for employees of the internal affairs bodies to be able to establish contact and quickly obtain significant information, for example, the signs of a suspect, when solving and investigating crimes. These technologies put the personality of the student at the center of the entire educational system, which contributes to improving the level of students' proficiency in Russian sign language and develops the natural potential of students. The purpose of the article is to extrapolate the results obtained in the process of applying modern methods and techniques of teaching in the classroom «Fundamentals of Russian sign language». The methods used in the work allowed to objectively evaluate the process of mastering the basics of the Russian sign language: general scientific-analysis, synthesis, generalization; special-internal reconstruction, experimental phonetic research, psycholinguistics. The article presents the experience of the teacher in the application of the developed tasks that form the skills of the Russian sign language. Therefore, it is necessary for the teacher to focus in the educational process on preparing the police officer for practical activities that increase the competence of each student. Approbation of innovative technologies was carried out in the process of studying the students of the PCM. In conclusion, the author comes to the conclusion that the use of students' knowledge, skills and abilities acquired in the study of Russian sign language, increasing the motivation of students in completing tasks, the development of creative abilities; all this increases the competitiveness of the future employee of the Department of Internal Affairs. The results of the research work can be used in the educational process and applied in practice in the operational and official activities of the police.

Keywords: Russian sign language, educational process, main activity

Актуальность темы исследования предопределена тем, что на сегодняшний день сотрудникам органов внутренних дел при раскрытии и расследовании преступлений, очень важно суметь установить

контакт и оперативно получить значимую информацию, например приметы подозреваемого. С такой работой сотрудники соответствующих служб и подразделений органов внутренних дел сталкиваются

ежедневно, и особой сложности это не вызывает. Однако, согласно данным Всероссийского общества глухих, в России около 13 миллионов людей имеют проблемы со слухом, 300 тысяч из них – глухие. Довольно велика вероятность встретить человека с нарушениями слуха при решении оперативных задач. Получению необходимой значимой информации по горячим следам может помешать языковой барьер. Проводимые мероприятия по изучению сотрудниками МВД русского жестового языка позволяют поднять на новый качественный уровень не только процесс выявления, предупреждения и пресечения преступлений, но и профессиональное обучение сотрудников органов внутренних дел в образовательных организациях МВД России. Также позволяют сформировать профессиональные компетенции, способствующие успешному выполнению оперативно-служебных задач.

Современный специалист органов внутренних дел должен отличаться высоким уровнем профессиональной подготовки не только в юридическом аспекте, но и в коммуникативном. В связи с обновлением Закона о полиции, каждый сотрудник органов внутренних дел РФ должен уверенно общаться со всеми гражданами Российской Федерации. Поэтому приоритетная задача дисциплины «Основы русского жестового языка» – научить владеть дактильной речью, систематизировать полученные знания, а также совершенствовать умения правильно оформлять процесс коммуникации, используя основные жесты в общении.

Цель исследования: 1) представить педагогические технологии, использование которых приемлемо на занятиях «Основы русского жестового языка» (далее ОРЖЯ) и позволяет активизировать познавательную деятельность слушателей; 2) продемонстрировать методические разработки занятий с применением данных технологий; 3) экстраполировать полученные результаты в дальнейшей работе.

Злободневность раскрываемой проблемы обусловлена тем, что сегодня сотрудник МВД должен владеть основами русского жестового языка. Поэтому педагогу необходимо делать упор в образовательном процессе на подготовку полицейского к практической деятельности, которая повышает компетентность каждого обучающегося. Апробация инновационных технологий проводилась в процессе изучения обучающимися ОРЖЯ.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ современных тенденций и изменений в законодательстве свидетельствует

о том, что процесс обучения основам русского жестового языка слушателей МВД, как сотрудников социальных сфер, стоит наиболее остро в настоящее время. Этому посвящены единицы исследований, создана программа «Доступная среда» и изданы нормативные документы.

1. Приказ Министерства внутренних дел России от 12 мая 2015 г. № 544 «Об утверждении порядка определения должностей в органах внутренних дел Российской Федерации, исполнение обязанностей по которым требует владения сотрудниками органов внутренних дел Российской Федерации навыками русского жестового языка» [1].

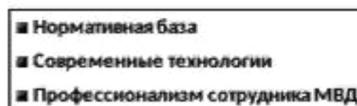
2. Приказ Министерства внутренних дел России, Минобрнауки России от 15 июня 2015 г. № 681/587 «Об объеме владения навыками русского жестового языка сотрудниками органов внутренних дел Российской Федерации, замещающими отдельные должности в органах внутренних дел Российской Федерации» [2].

Согласно данным нормативным документам полицейские обязаны владеть ОРЖЯ на уровне собеседника, в связи с чем потребуется постоянная их адаптация, повышение умственной и логической активности, обновление имеющихся знаний, приобретение практических навыков и умений в общении с людьми с ограниченными возможностями слуха.

Проблемы активизации познавательной деятельности обучающихся высших учебных заведений нашли свое отражение в трудах А. Пиз [3], В.С. Агеева [4], И.Г. Белкова [5], Р.Л. Кричевского [6], В.А. Лабунской [7]. Большой интерес в изучаемом вопросе представляют научные труды И.С. Якиманской [8]. В своих работах она отмечает, что каждый преподаватель должен повышать уровень подготовки, свою педагогическую интуицию и творческий потенциал, уровень освоения инновационных технологий, которые направлены на активизацию познавательной деятельности обучающихся.

На основе изученной и проанализированной литературы [9] и нормативной базы можем сделать вывод: для того чтобы каждый обучающийся свободно владел дактильной речью, преподавателю необходимо использовать в своей практике три основополагающих компонента: правовая основа, инновационные формы обучения, востребованность на рынке труда профессионалов (рисунок).

Попытаемся раскрыть уникальность некоторых форм обучения, которые отвечают данным требованиям.



Модель базисных аспектов в преподавании дисциплины «Основы русского жестового языка»

Итак, первая технология, которую мы использовали в исследовательской работе, – проблемно-диалогическое обучение. Данная технология является универсальной, так как используются методы и приемы, которые применяются на разных видах занятий. Достоинства проблемно-диалогического обучения: во-первых, учит решать поставленные задачи; во-вторых, развивает критическое мышление; в-третьих, совершенствует навыки самостоятельной работы; в-четвертых, формирует коммуникативную компетенцию. Для успешного овладения данными навыками целесообразно строить занятия в форме диалога. Так, в процессе изучения нового материала выполнять два этапа: во-первых, определить глубину проблемы, во-вторых, неверный путь решений. Каждый обучающийся самостоятельно определяет проблему и круг решаемых задач. Преподаватель использует метод диалога, который побуждает обучающихся к поиску верного решения проблемы. Для успешной реализации первого этапа занятия, педагог должен давать оценку каждой высказанной мысли слушателей, так как мотивирует обучающихся к дальнейшему творческому выполнению заданий. На этапе постановки проблемы этот метод выглядит следующим образом. Сначала педагогом создается проблемная ситуация, а затем произносятся специальные реплики для осознания противоречия и формулирования проблемы обучающимся. Следующий шаг – поиск решений. Преподаватель предлагает слушателям выдвинуть и проверить гипотезу. Следующий шаг – организация и проведение подводящего диалога, который представляет собой систему вопросов и заданий, которые направлены на активизацию познавательной деятельности слушателей. На этапе постановки проблемы: педагог подводит обучающихся к определению темы. После поиска решения обнаруживается логическая связь между новым и данным материалом. Таким образом, занятия

с использованием проблемно-диалогической технологии помогают раскрыть тему. Затем преподаватель с помощью диалога организует поиск решения.

Рассмотрим проблемно-диалогические методы обучения.

Тема: «Речевые жесты: установление контакта, приветствие, знакомство, вопросительные местоимения».

Цели: выработать умение правильно использовать в речи невербальные средства.

Тип урока: комбинированный.

Методы обучения: побуждающий от проблемной ситуации диалог

Первая позиция: «Почему речевые жесты «вопросительное местоимение» – это доминанты невербального общения». Аргументы «за»:

а) различать жесты, которые отличаются стилиевой окрашенностью, например: здравствуйте – здравия желаю; будьте здоровы – до новых встреч»;

б) необходимость заменить словосочетание одним жестом (я Вас приветствую);

в) дактильные жесты, обозначающие прощание, например: до свидания – прощайте, до новых встреч.

Вторая позиция: «Коммуникативные жесты – это необходимость...?» Аргументы «за» и «против»:

а) процесс коммуникации становится неконтролируемым, возникает проблема непонимания: значения многозначных жестов просто неизвестны;

б) уместность использования приветственных жестов;

в) неоднозначность использования жестов-заменителей;

г) при употреблении данного жеста: «С моих слов записано верно и мною подписано» не должно быть двусмысленности.

Следующий шаг занятия – формирование вывода слушателями. Использование жестов законодательного подстиля характеризуется точностью и уместностью. Если не соблюдать данные требования, возникают юридические ошибки.

Закрепление по теме (этап выражения решения и реализации продукта) представляет собой выполнение упражнений по устранению ошибок. На этапе можно предложить слушателям дактилировать полные названия сложносокращенных слов. Например: А) Госстандарт. Завуч. Зарплата. Избирком. Колдоговор. Комбат. Ликбез. Минздрав. Минфин. Нацпроект. Полпред. Сельхозпродукты. Соцзащита. Спорткомитет. Б) ВОГ. ВУЗ. ВФГ. ВТО. ГИБДД. ЕГЭ. ЖКХ. МГТС. МОК. МПС. МРОТ. МСЭ. МЧС. НЛО. ОАО. ОВИР. ОМОН. ООН. РАН. РЖД. РФ. СМИ. СНГ. УВД. ФСБ. ЦБР. ЧОП.

На занятии «Речевые жесты: установление контакта, приветствие, знакомство, вопросительные местоимения» с использованием проблемно-диалогических методов были успешно достигнуты цели. Успешность таких уроков с использованием данной технологии зависит от мастерства педагога и стремления слушателей. В методической копилке преподавателя есть целый ряд заданий для проведения следующих занятий с использованием проблемно-диалогической технологии: «Вербальные и невербальные средства коммуникации», «Дактилология как знаковая система», «Профессиональные жесты».

Следующая технология, которая активизирует познавательную деятельность слушателей на занятиях «Основы русского жестового языка», – предметно-ориентированная. Она формирует профессиональную компетенцию слушателей. В ее основе лежит процесс взаимодействия всех участников учебного процесса. Каждый слушатель является активным участником занятия. Уникальность данной технологии состоит в том, что она обеспечивает высокий уровень предметных знаний, умений и навыков слушателей. В данное время главные темы и идеи реализуются в системе лично-ориентированной технологии обучения. Цель – создать условия для активизации познавательной деятельности слушателей. Признание обучающегося главной действующей фигурой всего образовательного процесса составляет основу данной технологии. Актуальность данного обучения заключается в организации учебного процесса с изменением содержательной стороны занятия. Данная технология формирует у обучающихся приемы самостоятельного поиска новых знаний, развивает когнитивную активность. Все это приводит к внутренней мотивации и пробуждению интереса освоения знаний. Данные положения определяют основные принципы деятельности педагога, которые являются

необходимым условием для развития и совершенствования личности обучающегося: во-первых, использование опыта из профессиональной сферы слушателя; во-вторых, актуализация имеющегося опыта и знаний, которые способствуют пониманию и введению нового; в-третьих, вариативность заданий, предоставление слушателю свободы выбора при их выполнении и решении задач, использование наиболее значимых для него способов проработки учебного материала; в-четвертых, обеспечение на занятии лично значимого эмоционального контакта педагога и слушателей на основе сотрудничества, сотворчества, мотивации достижения успеха через анализ не только результата, но и процесса его достижения; в-пятых, создание ситуации успеха и благоприятной атмосферы для продуктивной поисковой деятельности.

Поэтому на занятиях «Основы жестового языка» мы используем профессионально-ориентированные задания. Именно такие задания вырабатывают интерес к области изучаемого предмета, повышают качество знаний.

Задание 1.

Гаврилов Александр Николаевич 20 июня 2018 года примерно в 06 часов 05 минут, находясь в состоянии алкогольного опьянения, на основании акта 61 АА 171893 от 01.06.2018, согласно которому установлено состояние алкогольного опьянения 0,306 мг/л, являясь лицом, подвергнутым административному наказанию на основании постановления по делу об административном правонарушении № 5-2-333/16 от 21.12.2015 мирового судьи судебного участка № 2 Шахтинского судебного района Ростовской области, вступившего в законную силу 18.01.2016 года, по ч. 1 ст. 12.8 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях, в виде административного штрафа в размере 30 000 рублей с лишением права управления транспортными средствами сроком на 1 год 6 месяцев, управлял транспортным средством – автомобилем FIAT ALBEA с государственным регистрационным знаком С143АА 161 rus, передвигаясь на указанном автомобиле по автодороге «Невинномысск», когда на 236 км указанной автодороги его действия были пресечены инспектором ДПС по городу Невинномыску взвода старшим лейтенантом полиции Петросян Е.Г.

Такие задания предоставляют свободу обучающимся, т.е. каждый выбирает наиболее интересные задания по содержанию, виду, форме и тем самым активизирует свои когнитивные способности. Обучение ос-

новам жестового языка направлено на развитие каждого обучающегося как внутренней свободной личности, ищущей свое место в обществе в соответствии со своими задатками.

Контроль знаний и умений слушателей – необходимая составная часть учебного процесса, от правильной организации которого зависит качество подготовки специалиста. Поэтому, для того чтобы все слушатели овладели жестовым языком, необходимо диагностировать и отслеживать знания в данной сфере общения.

Для того чтобы проверить уровень обученности каждого слушателя, педагог должен последовательно использовать следующие принципы: первый – индивидуальный подход к каждому обучающемуся; второй – овладение каждым слушателем основными жестами дактильной речи; третий – практическая направленность невербальных средств в профессиональной сфере.

Результаты диагностики уровня знаний обучающимися на каждом этапе обучения позволяют педагогу оптимально выбирать приемы и методы обучения, а также формы коррекции ошибок и пробелов в усвоении учебного материала. Разработка теста – сложный, длительный и трудоемкий процесс. Тестирование как метод имеет свою погрешность, свой диапазон применимости. Это не панацея от всего в процессе обучения. Им не нужно злоупотреблять. Его нельзя недооценивать. Образование по принципу «натаскивания на тестах» приводит лишь к знаниям справочного характера, не является полноценным учебным процессом, но качественные тесты очень полезны для контроля обученности, для самообучения. В системе занятий по дисциплине «Основы русского жестового языка» преподаватель может планировать тест на одном из заключительных уроков как итоговый контроль знаний, тест после изучения основных разделов курса как текущий контроль. Тест «Профессионал – дактильная речь» как предварительный контроль знаний целесообразно провести на занятии, предшествующем изучению жестов общепотребительных.

Преподаватель подбирает разнообразный дидактический материал, от которого зависит результативность практической работы. Практические занятия по дисциплине играют большую роль в усвоении слушателями основ жестового языка.

Преподаватель добивается высоких результатов в работе, грамотно используя инновационные технологии в сочетании с традиционными методами, решая на каждом занятии конкретные образовательные задачи.

Заключение

Использование на занятиях «Основы русского жестового языка» современных технологий развивает не только обучающегося, но и педагога.

Таким образом, на таких занятиях складывается сотрудничество. Результаты научно-исследовательской работы могут быть использованы в образовательном процессе и применены на практике в оперативно-служебной деятельности полицейского.

Список литературы

1. Приказ МВД РФ от 12.05.2015 № 544 «Об утверждении порядка определения должностей в органах внутренних дел Российской Федерации, исполнение обязанностей по которым требует владения сотрудниками органов внутренних дел Российской Федерации навыками русского жестового языка».
2. Приказ МВД России и Министерства образования и науки РФ от 15 июня 2015 г. № 681/587 «Об объеме владения навыками русского жестового языка сотрудниками органов внутренних дел Российской Федерации, замещающими отдельные должности в органах внутренних дел Российской Федерации».
3. Пиз А. Язык телодвижений. Как читать мысли других по их жестам. М., 2010. 142 с.
4. Агеев В.С. Межгрупповые взаимодействия. М., 2014. 239 с.
5. Белков И.Г. Личность руководителя и стиль управления. М., 2012. 297 с.
6. Кричевский Р.Л. Если вы руководитель. М., 2016. 352 с.
7. Лабунская В.А. Невербальное поведение. Ростов н/Д., 2012. 471 с.
8. Якиманская И.С. Развивающее обучение. М., 2015. 144 с.
9. Липина Е.А. Из опыта преподавания русского жестового языка сотрудникам полиции // Психопедагогика в правоохранительных органах. 2018. № 1 (72). С. 79.

УДК 796.332

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА, НАПРАВЛЕННОГО НА РАЗВИТИЕ СКОРОСТНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ФУТБОЛИСТОВ НА ЭТАПЕ СПОРТИВНОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Зуйков Д.С., Николаев Е.В., Гладких А.С.

ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград,
e-mail: sport@vstu.ru

Быстрота в футболе – это не только скорость локомоций, но и скорость сложных двигательных реакций, которые будут определять «футбольный интеллект» игрока, а также скорость работы с мячом. Такие факторы, как быстрота рывково-тормозящих движений, быстрота исполнения технико-тактических приемов и быстрота переключения с одного действия на другое, значительно усложняют совершенствование данного физического качества в процессе тренировочной деятельности футболистов. Периоды тренировки быстроты отличаются друг от друга составом средств и методов в зависимости от целей тренировочного или соревновательного этапов подготовки. Поэтому целью исследования являлось повышение эффективности тренировочного процесса для оптимальной положительной динамики скоростных способностей футболистов 17–18 лет. В работе была предпринята попытка оптимизировать учебно-тренировочный процесс футболистов таким образом, чтобы получить максимальные результаты при тренировке всех основных компонентов быстроты, подобраны средства и методы тренировки скоростных способностей футболистов на основе использования нестандартных исходных положений и разработана программа для их улучшения. Представлены результаты тестирования показателей, отражающих различные аспекты проявления скоростных способностей футболистов, до и после проведения экспериментальной части исследования. В результате проведенного эксперимента была подтверждена эффективность разработанной программы на основе использования повторного метода с применением нестандартных исходных положений и даны рекомендации к ее применению в тренировочном процессе футболистов.

Ключевые слова: быстрота, скоростные способности, спортивное совершенствование, тренировочный процесс футболистов, повторный метод, нестандартные исходные положения

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE TRAINING PROCESS AIMED AT DEVELOPING PLAYERS' SPEED ABILITIES AT THE STAGE OF SPORTS IMPROVEMENT

Zuykov D.S., Nikolaev E.V., Gladkikh A.S.

Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: sport@vstu.ru

Speed in football is not only the speed of locomotion, but also the speed of complex motor reactions that will determine the «football intelligence» of the player, as well as the speed of working with the ball. Such factors as the speed of jerky-braking movements, the speed of execution of technical and tactical techniques and the speed of switching from one action to another, significantly complicate the improvement of this physical quality in the course of training activities of football players. Periods of speed training differ from each other in the composition of means and methods, depending on the goals of the training or competitive stages of training. Therefore, the aim of the study was to increase the effectiveness of the training process for optimal positive dynamics of the speed abilities of football players aged 17-18 years. In the work an attempt was made to optimize the training process of footballers so in order to get maximum results when training all major components of speed, chosen means and methods of speed training ability of players through the use of non-standard starting positions and developed a program to improve them. The results of testing indicators reflecting various aspects of the manifestation of speed abilities of football players, before and after the experimental part of the study, are presented. As a result of the experiment, the effectiveness of the developed program was confirmed based on the use of a repeated method with the use of non-standard starting positions and recommendations for its use in the training process of football players were given.

Keywords: speed, speed abilities, sports improvement, football players' training process, repeated method, non-standard starting positions

В связи с тем, что быстрота футболистов – многогранный и комплексный показатель двигательной деятельности, её развитие должно происходить в течение всего годового тренировочного цикла [1]. Периоды тренировки быстроты будут отличаться один от другого составом упражнений и способами их выполнения и соотноситься с целями тренировочного или соревновательного этапов подготовки [2].

Быстрота, как локомоционное качество спортсменов, специализирующихся в игро-

вых видах спорта, включает в себя определённый набор компонентов, определяющих степень её тренированности в целом. В их число входят:

- уровень стартовой скорости;
- показатель дистанционной скорости;
- мощность рывково-тормозящих действий;
- скорость однократного исполнения технического действия;
- скорость «реакции выбора» при выполнении технико-тактических действий.

Эти компоненты имеют определяющее значение для эффективной тренировочной и соревновательной деятельности футболистов. Стоит отметить, что каждый из них относительно самостоятелен и нуждается в специальной тренировке с помощью воздействия как специфических, так и неспецифических упражнений и методов их выполнения [3].

Немаловажным обстоятельством является то, как специфичность двигательной деятельности футболиста влияет на динамические характеристики бега игрока. На протяжении тренировочного занятия или соревновательной деятельности ему необходимо выполнять большое количество тормозящих движений в сочетании с моментальной сменой направления движения по отношению к ранее выполненному [4]. Все движения, направленные на максимально быстрое преодоление инерции собственного тела, предъявляют большие требования к суставно-связочному и мышечному аппарату пояса нижних конечностей, вынужденному функционировать в уступающе-преодолевающем режиме [5]. Поэтому более жесткая фаза амортизации при тормозящем движении обуславливает её более короткий временной интервал и, соответственно, более мощное растяжение работающих мышц, что, в свою очередь, является фундаментом для максимально быстрой смены направления движения в соответствии с меняющейся игровой обстановкой [6].

Одним из основных показателей эффективности двигательной деятельности в современном футболе является уровень владения мячом на высокой скорости [7]. Кроме того, в условиях игры, а особенно при реализации того или иного тактического действия, большое значение приобретает не только быстрота его выполнения, но и способность быстро принимать верные решения из нескольких вариантов либо защитных, либо атакующих и контратакующих действий [8]. То есть в этом случае уже речь идёт об уровне развития одной из «сложных» форм проявления быстроты – реакции выбора, которая может оцениваться как интегральный показатель «футбольного интеллекта» игрока.

Развитие скоростных способностей футболистов происходит неравномерно на всех этапах подготовки. Максимальный рост показателей быстроты локомоций происходит до 13–15 лет, после чего наступает период относительной стабилизации с незначительной положительной динамикой. В 15–16 лет происходит снижение темпов роста морфофункциональных показателей, являющихся фунда-

ментом прироста быстроты. На основании этого снижается эффективность выполнения скоростных и скоростно-силовых упражнений, с тенденцией к стабилизации скоростных показателей на достигнутом уровне. Дальнейший эффективный рост быстроты как локомоционной функции будет во многом обусловлен наследственными факторами [9].

Материалы и методы исследования

Учитывая тот факт, что скоростные способности являются во многом определяющим физическим качеством футболиста, цель нашего исследования сформулирована как оптимизация тренировочного процесса при развитии скоростных способностей футболистов на этапе их спортивного совершенствования.

Исследование проводилось на базе спортивно-оздоровительного центра Волгоградского государственного технического университета в течение трёх месяцев. В эксперименте принимали участие футболисты волгоградских СДЮШОР № 19 «Олимпия» и СДЮШОР № 11 «Зенит». Семь человек из «Олимпии» составили контрольную группу, а такое же количество игроков «Зенита» – экспериментальную группу. Исследование проводилось в условиях развивающего мезоцикла, а перед проведением исследования испытуемые игроки прошли два восстановительно-подводящих микроцикла, тренируясь в общей группе.

До начала и после окончания эксперимента было проведено педагогическое тестирование скоростных способностей. Тестирование предполагало определение возможной динамики скоростных способностей футболистов экспериментальной группы. В качестве тестов использовались следующие упражнения:

– бег на 15 м (с) с высокого старта, показатель способности к стартовому ускорению;

– бег на 30 м (с) с высокого старта, показатель способности к стартовому ускорению;

– бег на 15 м (с) с хода, показатель, отражающий дистанционную (абсолютную) скорость;

– бег на 30 м (с) с хода, показатель, отражающий дистанционную (абсолютную) скорость;

– бег 60 м (с), показатель, отражающий способность к стартовому разгону в сочетании с дистанционной (абсолютной) скоростью;

– челночный бег 3x10 м (с), показатель, отражающий способность к быстрому выполнению рывково-тормозящих действий.

Педагогический эксперимент. Тренировки в экспериментальной группе проводились шесть раз в неделю (со вторника по воскресенье, понедельник – день отдыха). Характерными особенностями экспериментальной программы было то, что мы использовали повторный метод с применением нестандартных исходных положений. Три раза в неделю, по вторникам, четвергам и субботам, мы использовали экспериментальную программу развития скоростных способностей. Программа применялась в начале основной части занятия, после тщательной разминки. Продолжительность применения программы на одной тренировке составляла около 20–30 мин.

Результаты исследования и их обсуждение

В табл. 1–3 представлены основные средства, используемые на протяжении трёх мезоциклов экспериментальной программы в каждом тренировочном занятии недельного микроцикла.

Дозирование нагрузки происходило по принципу «волнообразного изменения», то есть на второй неделе происходило увеличение объёма нагрузки (количество серий) без изменения интенсивности. В третью неделю увеличивалась интенсивность нагрузки (длина отрезков бега) без увеличения объёма. В четвёртой неделе происходило увеличение объёма нагрузки при уже увеличенной интенсивности.

Таблица 1

Содержание первого мезоцикла программы развития скоростных способностей

№ п/п	Средства тренировки	Объём тренировочных воздействий в рамках недельных микроциклов (кол-во повторений/дистанция/паузы отдыха)			
		Неделя 1	Неделя 2	Неделя 3	Неделя 4
1	Рывок из И.П.стоя спиной к финишу	4/15 м/60 с	6/15 м/60 с	4/20 м/60 с	6/20 м/60 с
2	Рывки из И.П. стоя правым-левым боком к финишу	по 3/10 м/90 с после каждой пары	по 5/10 м/90 с после каждой пары	по 3/15 м/90 с после каждой пары	по 5/15 м/90 с после каждой пары
3	Рывок из И.П. сидя лицом к финишу	3/10 м/ 90 с	5/10 м/90 с	3/15 м/90 с	5/15 м/90 с

Таблица 2

Содержание второго мезоцикла программы развития скоростных способностей

№ п/п	Средства тренировки	Объём тренировочных воздействий в рамках недельных микроциклов (кол-во повторений/дистанция/паузы отдыха)			
		Неделя 1	Неделя 2	Неделя 3	Неделя 4
1	Рывок из И.П.сидя спиной к финишу	5/15 м/60 с	7/15 м/60 с	5/20 м/60 с	7/20 м/60 с
2	Рывок из И.П. лёжа в упоре на руках лицом к финишу	4/15 м/90 с	6/15 м/90 с	4/20 м/90 с	6/20 м/90 с
3	Рывок из И.П. лёжа в упоре на руках спиной к финишу	4/10 м/ 90 с	6/10 м/90 с	4/15 м/90 с	6/15 м/90 с

Таблица 3

Содержание третьего мезоцикла программы развития скоростных способностей

№ п/п	Средства тренировки	Объём тренировочных воздействий в рамках недельных микроциклов (кол-во повторений/дистанция/паузы отдыха)			
		Неделя 1	Неделя 2	Неделя 3	Неделя 4
1	Рывок после бега по «координационной лестнице» лицом вперёд	6/20 м/90 с	8/20 м/90 с	6/25 м/90 с	8/25 м/90 с
2	Рывки после бега по «координационной лестнице» правым-левым боком	по 3/15 м/90 с после каждой пары	по 5 /15 м/90 с после каждой пары	по 3/20 м/90 с после каждой пары	по 5/20 м/90 с после каждой пары
3	Рывки после прыгивания «в глубину» с тумбы (40 см)	5/15 м/ 120 с	7/15 м/120 с	5/20 м/120 с	7/20 м/120 с

Таблица 4

Показатели предварительного и итогового тестирования в контрольной группе

Контрольные упражнения	До эксперимента	После эксперимента	t	P
	X ± m	X ± m		
Бег на 15 м с высокого старта (с)	2,5 ± 0,1	2,4 ± 0,1	1,4	> 0,05
Бег на 30 м с высокого старта (с)	5,1 ± 0,1	4,9 ± 0,1	2,3	> 0,05
Бег на 15 м с хода (с)	2,2 ± 0,1	2,1 ± 0,1	2,6	> 0,05
Бег на 30 м с хода (с)	4,6 ± 0,1	4,5 ± 0,1	2,6	> 0,05
Бег 60 м (с)	9,1 ± 0,2	8,7 ± 0,2	2,7	> 0,05
Челночный бег 3x10 м (с)	7,6 ± 0,2	7,3 ± 0,2	2,1	> 0,05

Таблица 5

Показатели предварительного и итогового тестирования в экспериментальной группе

Контрольные упражнения	До эксперимента	После эксперимента	t	P
	X ± m	X ± m		
Бег на 15 м с высокого старта (с)	2,6 ± 0,1	2,4 ± 0,1	1,4	> 0,05
Бег на 30 м с высокого старта (с)	4,8 ± 0,1	4,4 ± 0,1	2,3	< 0,05
Бег на 15 м с хода (с)	2,2 ± 0,1	2,0 ± 0,1	2,6	< 0,05
Бег на 30 м с хода (с)	4,4 ± 0,1	4,0 ± 0,1	2,6	< 0,05
Бег 60 м (с)	9,3 ± 0,2	8,6 ± 0,2	2,7	< 0,05
Челночный бег 3x10 м (с)	7,8 ± 0,2	7,3 ± 0,2	2,1	< 0,05

Главным требованием к используемым средствам тренировки было то, что все упражнения должны были выполняться с максимально возможной индивидуальной скоростью. Отдых между упражнениями мог незначительно отклоняться от указанного в таблице и зависел от динамики восстановления каждого игрока. Если ЧСС к началу упражнения выше 120 уд/мин, то отдых продлевается.

Все упражнения выполняются с использованием соревновательного метода. То есть никогда упражнение не выполнялось индивидуально, только в парах или группах и не предусматривали сопряженную тренировку техники владения мячом. После выполнения тренировочной программы футболисты экспериментальной группы присоединялись к партнёрам по команде и участвовали в общем тренировочном процессе.

Цифровые значения, представленные в табл. 4 и 5, показывают статистический анализ результатов тестирования обеих групп до и после эксперимента.

Результаты, представленные в таблице, свидетельствуют о том, что по итогам проведённого педагогического эксперимента выявлена положительная и значимая динамика практически всех параметров развития скоростных способностей.

Из всех тестов только в одном произошедшие улучшения не являются достоверными ($P > 0,05$) – это бег на 15 м с высоко-

го старта, отражающий уровень развития стартовой скорости. С учётом того, что этот показатель в значительной мере зависит от степени тренированности скоростно-силовых качеств, а особенно «взрывной силы», можно сделать заключение о том, что в экспериментальной группе уделялось недостаточно внимания скоростно-силовой тренировке в рамках процесса общефизической и специальной подготовки.

Положительные и достоверные изменения в остальных тестах ($P < 0,05$) позволяют сделать вывод о том, что предложенная нами программа оказалась эффективной для развития скоростных способностей футболистов 17 лет. При этом наиболее существенные изменения мы наблюдаем в показателях, отражающих дистанционную скорость. Об этом свидетельствуют результаты в таких тестах, как бег на 15 и 30 м с хода.

Выводы

1. Данные математической обработки результатов тестирования позволяют сделать заключение об эффективности повторного метода в нестандартных условиях для развития основных форм скоростных способностей футболистов 17–18 лет.

2. Достоверные положительные изменения в пяти тестах из шести позволяют сделать вывод о том, что предложенная нами программа оказалась эффективной для развития скоростных способностей футболистов на этапе спортивного совершенствования.

3. Результат теста бег на 15 м с высоко-го старта свидетельствует о необходимости целенаправленного развития скоростно-силовых способностей и «взрывной» силы футболистов на данном этапе подготовки.

Список литературы

1. Злыгостев О.В. Эффективность технической подготовки юных футболистов с учетом компонентной структуры развития скоростно-силовых способностей // Теория и практика физической культуры. 2016. № 1. С. 64–66.
2. Перевозник В.И. Динамика развития скоростных способностей юных футболистов 12–14 лет // Слобожанский научно-спортивный вестник. 2014. № 4. С. 50–53.
3. Потужний А.В. Уровень развития скоростных и скоростно-силовых качеств у юных футболистов разных игровых амплуа // Современные здоровьесберегающие технологии. 2017. № 1. С. 171–177.
4. Киркендалл Д. Анатомия футбола / Пер. с англ. С.Э. Борич. Минск: Попурри, 2012. 240 с.
5. Ткаченко П.В., Панько А.Ю., Сидаш А.Л., Чаплыгин А.С. Использование локальных отягощений для развития скоростных способностей в учебно-тренировочном процессе юных футболистов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2018. № 10 (164). С. 316–319.
6. Антипов А.В., Кулишенко И.В. Анализ параметров двигательных действий юных футболистов с учетом их возраста // Теория и практика физической культуры. 2016. № 6. С. 51–54.
7. Губа В.П., Шамардин А.А. Комплексный контроль интегральной физической подготовленности футболистов. М.: Советский спорт, 2015. 282 с.
8. Стула А., Губа В.П., Скрипко А.Д. Тестирование и контроль подготовленности футболистов: монография. М.: Спорт, 2016.
9. Губа В.П., Стула А.А. Методология подготовки юных футболистов. М.: Человек, 2015. 236 с.

УДК 378.1

АКТИВИЗАЦИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО САМОРАЗВИТИЯ БУДУЩИХ БАКАЛАВРОВ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ

Каргаполов В.П., Симонов А.П., Колесникова А.П.

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», Хабаровск, e-mail: ancha-74@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы профессионального саморазвития будущих бакалавров физической культуры и спорта. Цель исследования – разработать новые формы, средства и методы профессионального саморазвития будущих бакалавров физической культуры и спорта. Предполагалось, что внедрение модели профессионального саморазвития будет способствовать улучшению учебного процесса. В исследовании использовались следующие методы: анализ и обобщение литературных источников, педагогические наблюдения, опрос (анкетирование), интервьюирование, тестирование, методы математической статистики. Исследование проходило в Тихоокеанском государственном университете на факультете физической культуры. Всего в исследовании приняло участие 150 студентов 1–4 курсов. Авторами рассмотрены факторы, мешающие профессиональному саморазвитию, а также мотивы саморазвития и самообучения у студентов факультета физической культуры. Прилагается спецкурс профессионального саморазвития, направленный на изучение проблем человеческого становления. Данный спецкурс дал возможность студентам изучить наиболее популярные подходы для решения задач профессионального саморазвития. Профессиональное саморазвитие студентов, будущих бакалавров физической культуры и спорта, связано с высоким уровнем их культуры и образованности, которые являются основными факторами профессионального саморазвития, самообучения. Разработанная модель профессионального саморазвития позволила выделить три этапа в саморазвитии будущих бакалавров физической культуры и спорта. Использование новых форм, средств и методов позволило улучшить процесс профессионального саморазвития.

Ключевые слова: профессиональное саморазвитие, бакалавр, физическая культура и спорт, мотивы, спецкурс

ACTIVATION OF PROFESSIONAL SELF-DEVELOPMENT OF FUTURE BACHELORS IN PHYSICAL CULTURE AND SPORTS

Kargapolov V.P., Simonov A.P., Kolesnikova A.P.

Pacific State University, Khabarovsk, e-mail: ancha-74@mail.ru

The article deals with the issues of professional self-development of future bachelors of physical culture and sports. The purpose of the research is to develop new forms, means and methods of professional self-development of future bachelors of physical culture and sports. It was assumed that the introduction of a model of professional self-development will help improve the educational process. The research used the following methods: analysis and generalization of literary sources, pedagogical observations, survey (questionnaire), interviewing, testing, methods of mathematical statistics. The study took place at the Pacific State University in the Physical Education Department. In total, 150 students of 1-4 courses took part in the research. The authors considered the factors that hinder professional self-development, as well as the motives of self-development and self-study among students of the Faculty of Physical Education. A special course of professional self-development is attached, aimed at studying the problems of human development. This special course made it possible for students to study the most popular approaches to solving problems of professional self-development. Professional self-development of students, future bachelors of physical culture and sports, is associated with a high level of their culture and education, which are the main factors of professional self-development, self-study. The developed model of professional self-development made it possible to distinguish three stages in the self-development of future bachelors of physical culture and sports. The use of new forms, means and methods has improved the process of professional self-development.

Keywords: professional self-development, bachelor's degree, physical culture and sports, motives, special course

На современном этапе общество испытывает огромную потребность в подготовке высококвалифицированных педагогических кадров, способных к активному саморазвитию, творческому решению нестандартных жизненных ситуаций, реализации своей уникальной, неповторимой человеческой индивидуальности. И особенно это возрастает в связи с тем, что в мире бушует пандемия, образование переходит на дистанционное обучение, где самообучение, саморазвитие играют решающую роль.

Вопросы личностного саморазвития были рассмотрены многими авторами [1]. Однако они не были связаны с конкрет-

ной специальностью. Пандемия пройдет. Образование вернется на традиционные формы обучения, но определенные формы дистанционного образования останутся, что определяет и актуализирует процесс саморазвития, а это в свою очередь разработку новых форм, методов, технологий [2]. Все это и определяет актуальность настоящего исследования.

Цель исследования – разработать новые формы, средства и методы профессионального саморазвития будущих бакалавров физической культуры и спорта.

Гипотеза: предполагалось, что внедрение модели профессионального саморазви-

тия будет способствовать улучшению учебного процесса.

Материалы и методы исследования

В исследовании использовались следующие методы: анализ и обобщение литературных источников, педагогические наблюдения, опрос (анкетирование), интервьюирование, тестирование, методы математической статистики. Исследование проходило в Тихоокеанском государственном университете на факультете физической культуры. Всего в исследовании приняло участие 150 студентов 1-4 курсов. Исследование длилось один учебный год.

Результаты исследования и их результаты

Чтобы проверить справедливость гипотезы исследования, нам необходимо было выявить исходный уровень состояния проблемы профессионального саморазвития, гуманизации в современной педагогической науке, в практике подготовки специалистов в области физической культуры и спорта и выявить уровень мотивации саморазвития и ориентированных компонентов, образующих личностно-профессиональное мировоззрение студентов, обучающихся на факультете физической культуры.

Как показывает исследование, на сегодняшний день в системе высшего образования не просматривается четкой системности в осуществлении качественного гуманистического личностно ориентированного образования будущего педагога по физической культуре и спорту. Педагог по физической культуре – это, прежде всего, практик, владеющий новыми методиками по укреплению здоровья своих воспитанников, а также

навыками постоянного профессионального самообучения и саморазвития [3].

Практика подготовки специалистов в области физической культуры и спорта приводит нас к мысли о том, что сегодня нам нужен не только учитель-профессионал, но и педагог-гуманист, содержательный, яркий, самореализующийся, саморазвивающаяся личность, способная предьявить ученикам глубокое уважение к людям, к культуре (в том числе и физической), увлечение своим профессиональным делом, а также предстать перед учениками как личность, сориентированная на гуманистические общения и взаимодействия как в профессиональном труде, так и в жизни [4].

Проведенный нами анализ состояния проблемы гуманизации в современной педагогической науке дает обоснование полагать, что на теоретическом уровне вопросы, связанные со становлением личностно-профессионального саморазвития в системе вузовского образования, еще не нашли своего должного внимания.

Основными факторами, мешающими саморазвитию студентов, как показывают исследования, являются: мало времени на самообучение (40,2% – юноши, 50,8% – девушки), отсутствие навыков саморазвития, самообучения (40,0% – юноши, 32,8% – девушки) и слабая школьная подготовка в саморазвитии (24,1% – юноши, 15,8% – девушки), а также много времени уходит на повышение спортивного мастерства (23,1% – юноши, 15,4% – девушки) (табл. 1).

Таким образом, следствием вышеназванных фактов является и недостаточно сформулированная мотивация на профессиональное саморазвитие и самообучение.

Таблица 1

Факторы, мешающие саморазвитию студентов, %

Отрицательные мотивы	Общая, n = 150	Пол студентов	
		мужской, n = 100	женский, n = 50
Мало времени на самообучение, большая нагрузка	42,3	40,2	50,8
Отсутствие навыков саморазвития, самообучения	38,3	40,0	32,8
Слабая школьная подготовка в саморазвитии	24,2	24,1	15,8
Много времени уходит на повышение спортивного мастерства	22,5	23,1	15,4
Неполадки, конфликты с родными, с товарищами по группе	6,9	6,5	10,1
Много занимаюсь общественной деятельностью	3,5	3,1	1,8
Нет способности к самообучению	3,2	3,5	1,6
Конфликт с преподавателями	2,6	2,4	6,8
Слабая профессиональная направленность	0,8	0,2	0,4
Большой объем требований	-	-	-

Для разработки форм активизации профессионального саморазвития и самообучения мы изучали мотивы деятельности. В теории и практике под мотивами деятельности подразумеваются причины, побуждающие личность к определенной деятельности. Мотивы учебной деятельности в литературе подразделяются на познавательные (интерес к содержанию учебного материала, учебному процессу, способам деятельности и другие) и социальные (чувство долга, желание хорошо подготовиться к выбранной профессии) [5]. Нас интересовали обе группы мотивов.

Мотивы саморазвития и самообучения будущих бакалавров физической культуры и спорта представлены в табл. 2.

Как показывают наши исследования, основными мотивами профессионального саморазвития, самообучения являются стремление получить высшее образование (юноши – 45,4%, девушки – 46,1%), самовыражение в будущей профессиональной деятельности (юноши – 38,6%, девушки – 45,1%).

Развертывание любой деятельности и ее продуктивность в сильной степени зависят от того, на каком личностном фоне она происходит. Если у студента сформирована мотивация на получение качественного образования, то, как показывают исследования, процесс профессионального саморазвития, самообучения у него достаточно высок. Такой студент стремится получить знания. Он много занимается индивидуально

и в вузе. У него мотив престижа на высоком уровне. Профессиональное саморазвитие студентов, будущих бакалавров физической культуры и спорта, связано с высоким уровнем их культуры и образованности, которые являются основными факторами профессионального саморазвития, самообучения.

На основании синтеза представлений об основных составляющих профессионального саморазвития и собственных исследований нами предпринята попытка дать сравнительную характеристику мировоззренческих компонентов, образующих лично профессиональное мировоззрение педагога по физической культуре и спорту.

В этой связи нами разработан и введен в учебный процесс факультета физической культуры спецкурс «Проблемы формирования профессионального саморазвития будущего педагога в сфере физкультурного образования».

Спецкурс предоставляет студентам возможность изучить наиболее популярные подходы в современной мировой философской и психолого-педагогической науках для решения задач личностного саморазвития человека.

Максимальный объем спецкурса составляет 36 часов: 24 часа – лекции и 12 часов – практические занятия (семинарские и индивидуальные). Студенты осваивали тематический план спецкурса индивидуально. Тематический план спецкурса представлен в табл. 3.

Таблица 2

Мотивы саморазвития и самообучения будущих бакалавров физической культуры и спорта, %

Группы мотивов	Пол студентов	
	мужской, n = 100	женский, n = 50
Стремление получить высшее образование	60,2	63,1
Познавательный интерес	45,4	46,1
Самовыражение в будущей профессиональной деятельности	38,6	45,1
Общественная значимость	25,3	5,3
Престиж	4,5	-

Таблица 3

Тематический план спецкурса

№ п/п	Наименование тем	Всего часов	Количество часов	
			лекции	практические
1	Мировоззрение человека и его роль в жизни и профессии. Основные составляющие мировоззрения	2	2	
2	Психодинамический подход: взгляд на личность. Классический психоанализ	2	2	
3	Личность и факторы ее становления. Психология и педагогика индивидуализации	2	2	
4	Индивидуальная психология. Личность и факторы ее становления. Стиль жизни и его типы	4	2	2

Окончание табл. 3				
№ п/п	Наименование тем	Всего часов	Количество часов	
			лекции	практические
5	Современная психология и педагогика	4	2	2
6	Концепция самоактуализации личности. Основные этапы самоактуализации и пути их осуществления в профессии	4	2	2
7	Личность и ее становление с позиции экзистенциального подхода в профессии. Концепция ответственного самосознания	4	2	2
8	Философские концепции саморазвития личности. Теория развития и саморазвития гуманитарных систем	2	2	
9	Ведущие тенденции, принципы и условия формирования инновационной деятельности педагога, саморазвитие, самообучение	4	4	
10	Культурообразующая и гуманизирующая функция в сфере физической культуры и спорта и пути их реализации	4	2	2
11	Саморазвитие личности будущего педагога по физической культуре и спорту в процессе вузовского образования	4	2	2
Итого		36	24	12

Таблица 4

Модель профессионального саморазвития будущего бакалавра физической культуры и спорта

№ этапа	Курсы	Название этапа	Назначение этапа	Модифицированные спортивно-педагогические и педагогические дисциплины, спецкурсы, тренинги, формы и средства обучения, обеспечивающие реализацию этапа
1	1	«Возникновение первичной компетентности»	Создание предпосылок и становление основ личностно-профессиональной мировоззренческой системы и утверждение ее на уровне «первичной компетентности»	«Введение в педагогическую профессию», «Общие основы педагогики»
2	2	«Кризис первичной компетентности и реорганизации»	Выведение мировоззрения из равновесного состояния с целью дальнейшего развития и перехода на более качественное новое состояние. Создание педагогических условий для самостоятельной поисковой активности студентов. Обеспечение студентов необходимым информационным содержанием в выборе ведущих актуальных концепций, принципов и условий становления личности и психологической поддержки процессов самоопределения и саморазвития	Педагогическая практика в ДЮСШ, в общеобразовательной школе. «Гимнастика с методикой преподавания». Спецкурс «Проблемы формирования профессионального саморазвития будущего педагога в сфере физкультурного образования». Научные консультации
3	3-4	«Стабилизация»	Глубоко осознанное понимание личностно-гуманистически ориентированного мировоззрения на качественно новом уровне компетентности, в условиях предстоящей инновационной педагогической деятельности	Активная педагогическая практика в общеобразовательной школе с гуманистической стратегией. Научные консультации. ВКР

Спецкурс направлен на изучение проблем человеческого становления. Особенностью данного спецкурса является то, что он построен на безоценочной основе на необходимости глубокого анализа процесса обучения, воспитания и развития человека.

Главная задача спецкурса – создать благоприятные условия, позволяющие содействовать определенной внутренней работе над собой в освоении своей специальности.

Наше исследование базировалось на личностно-профессиональном саморазвитии. Содержательная сторона была

ориентирована на обеспечение студентам определенной системы знаний, понятий и представлений, способствующих профессиональному саморазвитию и актуализации личностного и профессионального роста, создание основ профессионального саморазвития.

В начале экспериментальной работы для системного видения этапов саморазвития личности будущего педагога по физической культуре и спорту мы разработали модель в виде следующей таблицы (табл. 4).

Проведенная экспериментальная работа позволила нам выделить три основные группы студентов, различающихся по степени готовности к профессиональному саморазвитию: с гуманистическим личностно-профессиональным мировоззрением; с мировоззрением гуманистически ориентированным, но без профессионально-педагогической направленности; с манипулятивным и авторитарным мировоззрением без явно выраженных личностно-профессиональных качеств.

Группа выпускников (экспериментальной группы) с высоким уровнем профессионального саморазвития и профессионально-педагогической направленностью составила в процентном отношении 42,9%; с гуманистически ориентированным, но без профессионально-педагогической направленности – 40,2%, и лишь 20,9% – с манипулятивным и авторитарным мировоззрением.

Анализ мотивации профессионального саморазвития после окончания исследований показал, что она усилилась незначительно. Стремление получить образование – на 8,5%, самовыражение в будущей профессии – на 6,5%, познавательный интерес – на 5,1%, престижа – на 4,8%.

Выводы

Все это свидетельствует, что профессиональное саморазвитие должно идти па-

раллельно с традиционным профессиональным обучением и его дополнять. Переход полностью только на дистанционное обучение для профессионального саморазвития не дает должного эффекта, хотя отдельные элементы дистанционного образования могут присутствовать.

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлены факторы, мешающие профессиональному саморазвитию, установлены мотивы профессионального саморазвития. Разработанный спецкурс по профессиональному саморазвитию дал возможность студентам изучить наиболее популярные подходы для решения задач профессионального саморазвития. Настоящая модель профессионального саморазвития позволила выделить три этапа в саморазвитии будущих бакалавров физической культуры и спорта. Использование новых форм, средств и методов позволило улучшить процесс профессионального саморазвития.

Список литературы

1. Озеров А.А., Татьяна Т.В., Кулебякина М.Ю., Иванова Е.Н. Формирование компетенции личностного самосовершенствования будущих педагогов в условиях физкультурно-оздоровительной работы // Теория и практика физ. культуры. 2019. № 6. С. 11–13.
2. Кузнецов П.О., Зуева А.Х., Чистяков В.А. Метод проектов при групповом обучении с применением дистанционных образовательных технологий // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2018. № 155. С. 134–137.
3. Бренч С.В., Кузьмин А.М., Миловидов В.К., Селиверстова И.Н. Исследование личностных ценностей в профессиональной сфере будущих бакалавров физической культуры // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. 2020. № 5. С. 14–23.
4. Симонов А.П. Некоторые пути и средства повышения эффективности роста личностного саморазвития будущего педагога по физической культуре и спорту в процессе обучения в вузе // Региональные проблемы физической культуры и спорта. Изд-во ХГПУ. 2000. С. 74–76.
5. Иванников В.А. Анализ мотивации с позиции теории деятельности // Национальный психологический журнал. 2014. № 1. С. 49–56.

УДК 378.1

ВЛИЯНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ПЛАГИАТ И СПИСЫВАНИЕ

Кондрашова Е.В.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, e-mail: elizavetakondr@gmail.com

В последнее время учреждения высшего образования сталкиваются с проблемой списывания и плагиата со стороны студентов. Вопрос появления плагиата в научном сообществе, в том числе в сфере образования, становится все более актуальным, особенно в период перехода учащихся к дистанционному формату обучения. Цель статьи – выявить отношение студентов к использованию плагиата в школе и университете, уточнить, влияет ли, по мнению студентов, формат дистанционной работы и дистанционной сдачи заданий на более частое появление плагиата, в отличие от стандартной очной формы обучения, очной работы на практиках и лекциях и сдачи заданий. Для ответов на эти вопросы было проведено эмпирическое исследование для студентов первого и второго курсов различных специальностей. Общая выборка составила 98 респондентов. При анализе данных применялась визуализация с использованием статистических приложений. Результаты представлены как в процентном соотношении, так и в виде диаграмм, демонстрирующих наличие взаимосвязей. Выявлены основные причины, по которым студенты оправдывают плагиат.

Ключевые слова: плагиат, дистанционное обучение, списывание, высшее образование

IMPACT OF DISTANCE LEARNING ON PLAGIARISM AND WRITE-OFF

Kondrashova E.V.

Moscow State (National Research) University of Civil Engineering, Moscow, e-mail: elizavetakondr@gmail.com

Recently, institutions of higher education have been faced with the problem of write-off and plagiarism by students. The issue of the appearance of plagiarism in the scientific community, including in the field of education, is becoming more and more urgent, especially during the transition of students to a distance learning format. The purpose of the article is to identify the attitude of students to the use of plagiarism at school and university, to clarify whether, according to students, the format of distance work and remote delivery of tasks affects the more frequent appearance of plagiarism, in contrast to the standard full-time form of training, full-time work in practices and lectures, and passing tasks. To answer these questions, an empirical study was conducted for first and second year students in various specialties. The study involved first and second year students of various specialties. The total sample was 98 respondents. Data analysis used visualization using statistical applications. The results are presented in both percentages and diagrams showing relationships. The main reasons why students justify plagiarism have been identified.

Keywords: plagiarism, distance learning, write-off, higher education

Под плагиатом понимают использование результатов чужого творческого/научного труда (конкретных решений, статей, продуктов творческой деятельности и т.д.), которое сопровождается присвоением результатов с указанием сведений о себе как о действительном авторе. Давая короткое определение данному понятию, под плагиатом мы понимаем представление чужих материалов под своим именем – это может быть как полное использование чужого труда, так и использование его фрагментов.

К категории плагиата можно отнести списывание, обращение к услугам специалистов, которые реализуют выполнение работы, выдаваемой впоследствии за результат под другим именем, и т.д. [1, 2]. Речь идет о таких явлениях, как списывание, использование шпаргалок, предъявление в качестве собственной чужой работы, скачанной из интернета либо выполненной с помощью специальных организаций,

лиц, оказывающих услуги написания работ за вознаграждение, использование приёмов, которые позволяют обойти систему «Антиплагиат Вуз» и повысить уровень уникальности работы, и т.п. [3].

Многие авторы обращают внимание на то, что вопрос плагиата актуален для всего мирового сообщества и данная проблема остро стоит в различных странах. Например, в Соединенных Штатах Америки 80% студентов признаются, что хотя бы раз в жизни списывали, и 74% студентов признают, что они достаточно регулярно списывали [4].

Проведенные ранее исследования показывают, что студенты высших учебных заведений достаточно лояльно относятся к практике плагиата и использованию его при выполнении работ. Так, в среднем каждый второй студент не считает плагиат серьёзным мошенничеством, лояльно относится к его использованию и ожидает

лояльного отношения преподавателя в случае обнаружения им плагиата в студенческих работах.

По изученным нами источникам основные причины, по которым студенты оправдывают плагиат, можно разделить на следующие группы:

- отсутствие смысла формулировать своими словами те результаты, которые уже были получены ранее;

- оправдание себя тем, что использование чужих мыслей и текстов является способом изучения материала дисциплины;

- возможность сэкономить время за счет выполнения заданий другими людьми или прямого копирования информации и др.

Необходимо рассматривать и фактор, заключающийся в непонимании студентом изучаемого предмета/темы в связи с особенностями восприятия или же отсутствием хорошей базы и подготовки, требуемой при изучении некоторых дисциплин.

Хотя академическая нечестность не является новым явлением, нет единого мнения о том, почему плагиат настолько распространен в академическом мире. В целом признано, что онлайн-плагиат действительно высок из-за легкой доступности информации [3].

Цель работы – выявить отношение студентов к использованию плагиата в школе и университете, уточнить, влияют ли, по мнению студентов, формат дистанционной работы и дистанционной сдачи заданий на более частое появление плагиата, в отличие от стандартной очной формы обучения, очной работы на практиках и лекциях и сдачи заданий.

В пилотажном эмпирическом исследовании приняли участие студенты первого и второго курсов различных специальностей. Общая выборка составила 98 респондентов.

При анализе применялась визуализация данных с использованием статистических приложений (SAS Interprise Miner, диаграммы опросных форм SurveyMonkeys).

В последнее время проблема академического мошенничества студентов становится наиболее острой для педагогического сообщества и требует нахождения путей решения, начиная от информирования всех учащихся о последствиях академической нечестности и принимаемых мерах в случае её обнаружения до корректировки образовательной среды вуза, которая, согласно проведенным исследованиям, также оказывает влияние на масштабы плагиата в учебном заведении [5].

Наиболее часто проблема заимствования встречается в дисциплинах гумани-

тарного направления подготовки, однако последнее время исследователи все чаще обращают внимание и на использование плагиата в дисциплинах технического и естественнонаучного направлений.

Как отмечает Е.Д. Шмельёва, наиболее часто списывают студенты старших курсов. Первокурсники списывают примерно в два раза реже, чем студенты других курсов [6].

Материалы и методы исследования

В проводимом опросе приняли участие студенты первого и второго курсов различных специальностей технического и естественнонаучного профилей. Общая выборка составила 98 респондентов.

При анализе применялась визуализация данных с использованием статистических приложений. Считается, что визуализация – это представление данных в виде, который обеспечивает наиболее эффективную работу человека по их изучению. Визуализация данных имеет широкое применение в научных и статистических исследованиях [7].

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам опроса были получены следующие данные. Среди респондентов только 11,5% ответили, что никогда не списывали в период обучения в школе, в то время как часто списывали 16,7% и периодически списывали 71,8%.

В школе при выполнении домашних заданий и проектов за сторонней помощью при выполнении заданий 36% ответивших обращались к друзьям, одноклассникам, 19,2% – к репетиторам, примерно 33% использовали интернет-источники для переписывания и готовые домашние задания, чуть менее 12% обращались за помощью к родителям, братьям или сестрам.

96% опрошенных ответили, что знают, что такое плагиат и академическая этика, что говорит о хорошей информированности студентов касательно вопросов академической этики и списывания.

Заметим, что 94% опрошенных сказали, что могут обойтись без списывания и сами сделать все задания.

Приведем основные результаты, исходя из полученных данных.

1. Студенты, которые никогда не списывали в школе, в основном считают, что дистанционный формат не влияет на появление плагиата и списывания (рис. 1). Используемые в рис. 1 обозначения: VAR3 «В школе я списывал(а)», VAR10 «Считаете ли Вы, что формат дистанционной работы и сдачи заданий может привести к более частому появлению плагиата?».

2. В то время как студенты, считающие, что дистанционный формат работы может повлиять на списывание и появление плагиата в сторону увеличения, относятся к тем, кто списывал в школе (либо иногда, либо

часто) (рис. 2). Используемые в рис. 2 обозначения: VAR10 «Считаете ли Вы, что формат дистанционной работы и сдачи заданий может привести к более частому появлению плагиата?», Var 3 «В школе я списывал(а)».

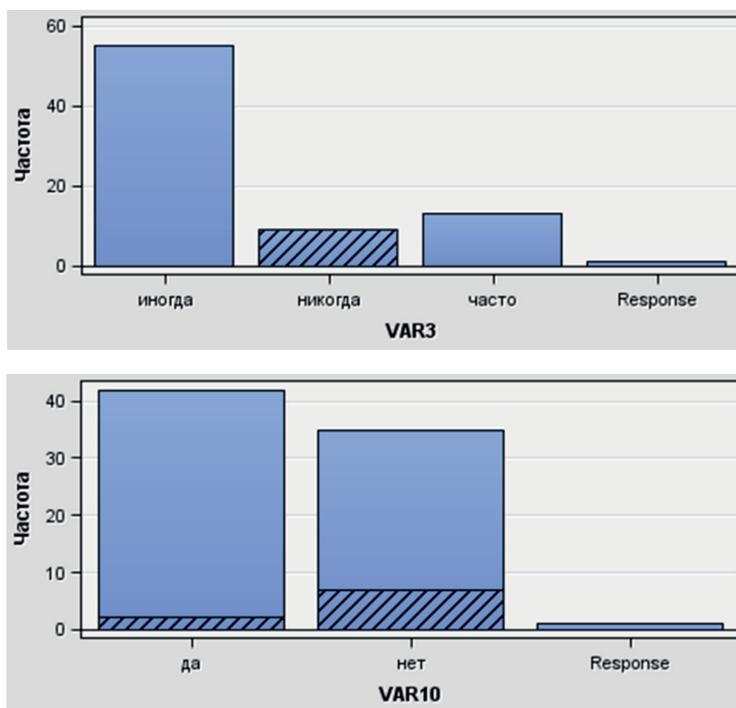


Рис. 1. Мнение студентов о более частом появлении плагиата при дистанционном формате работы

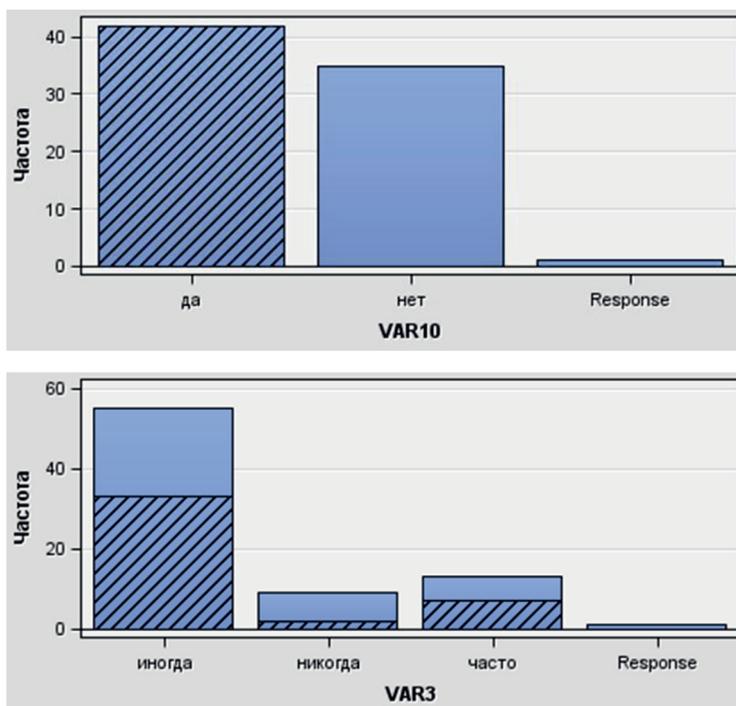


Рис. 2. Мнение студентов о более частом появлении плагиата при дистанционном формате работы

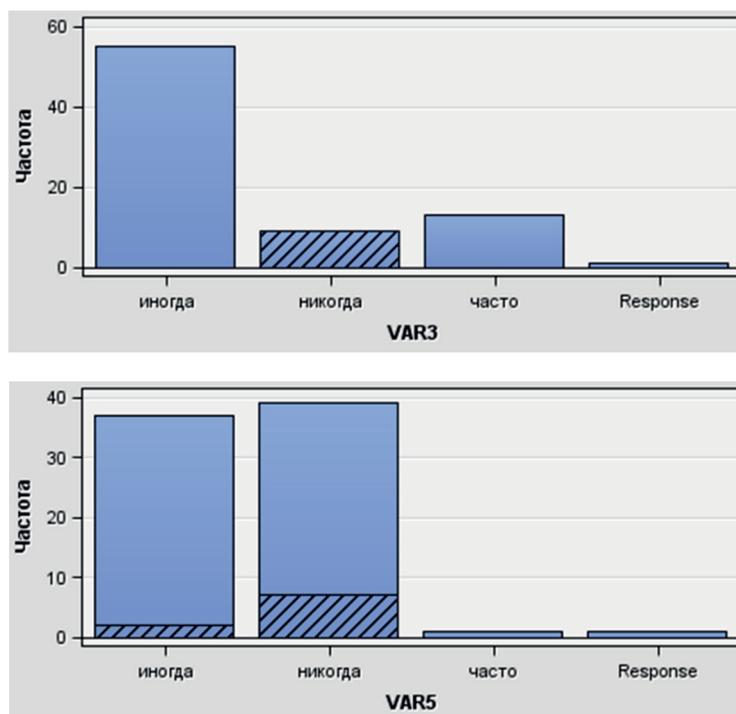


Рис. 3. Стратегия академической честности «школа – университет»

3. Заметим, что среди опрошенных почти все респонденты, ответившие, что никогда не прибегали к списыванию в школе, в основном придерживаются этой же стратегии (не списывают) и в университете (рис. 3). Используемые в рис. 3 обозначения: Var 3 «В школе я списывал(а)», VAR5 «В университете я списываю, обращаюсь за помощью к специалистам, оказывающим услуги выполнения заданий и т.д.».

Лишь малая часть (менее 18%) респондентов из тех, кто не списывал в школе, отметили, что иногда списывают при обучении в институте.

4. Более половины студентов, ответивших, что прибегают к списыванию, считают, что формат дистанционной работы приводит к более частому появлению плагиата (рис. 4). Используемые в рис. 4 обозначения: VAR5 «В университете я списываю, обращаюсь за помощью к специалистам, оказывающим услуги выполнения заданий и т.д.», VAR10 «Считаете ли Вы, что формат дистанционной работы и сдачи заданий может привести к более частому появлению плагиата?».

5. Отличники в университете в основном не прибегают к списыванию, хотя некоторые признаются, что все же списывают (рис. 5). Используемые в рис. 5 обозначения: VAR5 «В университете я списываю, обращаюсь за помощью к специалистам, оказывающим услуги выполнения зада-

ний и т.д.», VAR11 «Мой средний балл в университете».

Малый процент среди тех, кто имеет средний балл 5, но иногда обращается к списыванию, связывает это с нехваткой времени.

Заметим, что среди студентов, сказавших, что они стали списывать чаще с введением дистанционного формата работы, нет студентов-отличников (рис. 6). Используемые в рис. 6 обозначения: VAR9 «Во время дистанционного обучения я стал(а) списывать реже/чаще и т.д.» VAR11 «Мой средний балл в университете».

Мы попытались установить причины, по которым студенты прибегают к списыванию и плагиату. Почти 54% отметили, что проявляют нечестность при выполнении заданий из-за нехватки времени. 32% ответили, что плагиат и списывание связаны с непониманием темы, изучаемого материала, 4% прибегают к плагиату в связи с широким спектром предоставленных сторонних услуг по оказанию помощи в написании работ и 10% студентов отметили, что никогда не списывают в университете.

Для того, чтобы определить влияние дистанционного формата обучения на списывание, студентам были заданы вопросы, касающиеся связи перехода к дистанционному формату и уменьшению/увеличению списывания, по мнению опрошенных. 15% опрошенных отметили, что стали списывать

реже, 10% констатировали, что они стали чаще прибегать к списыванию и использованию элементов плагиата, 66% заметили, что переход к дистанционному формату,

по их мнению, никак не повлиял на использование плагиата, чуть менее 10% отметили, что никогда не списывали и не могут установить такую связь.

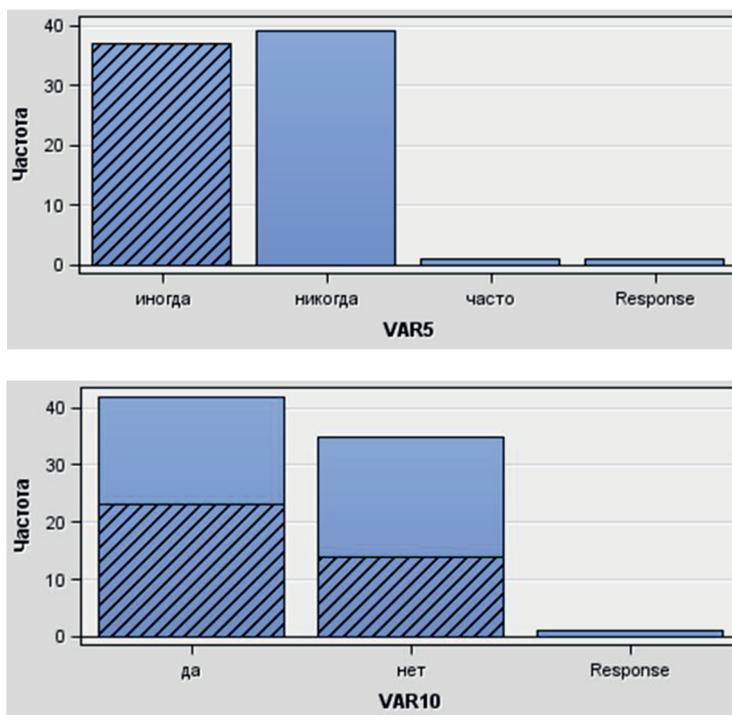


Рис. 4. Отношение списывающих студентов к частоте появления плагиата в формате дистанционной работы

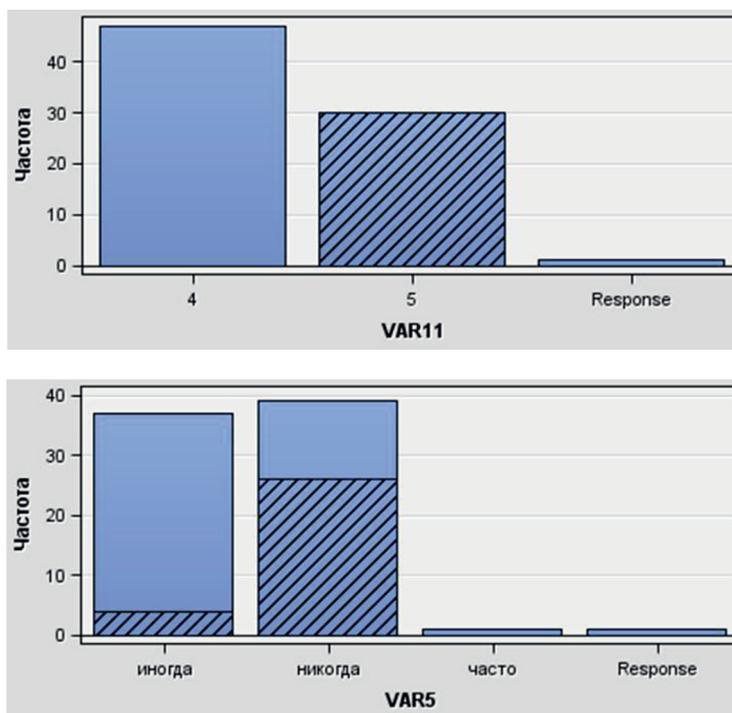


Рис. 5. Соотношение списывающих и неспывающих студентов среди отличников

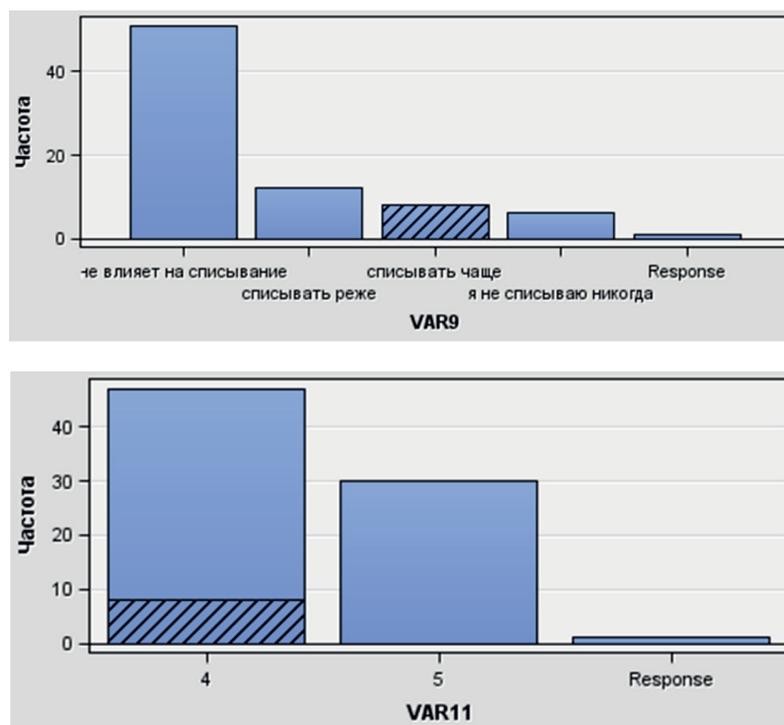


Рис. 6. Соотношение между средним баллом и списыванием в университете

При этом, отвечая на аналогичный вопрос, может ли формат дистанционной работы и сдачи заданий привести к более частому появлению плагиата, чем в очном формате, почти 54% ответили положительно, в то время как 46% считают, что при дистанционном формате работы плагиат не является более часто, чем в очном формате.

Заключение

По полученным в результате проведения исследования данным мы можем сделать предварительные выводы об отношении студентов к плагиату. 94% опрошенных ответили, что могут обойтись без списывания и сами сделать все задания. При этом основными причинами, по которым студенты прибегают к списыванию и плагиату, являются нехватка времени, непонимание изучаемого материала, широкий спектр предоставленных сторонних услуг по оказанию помощи в написании работ. В работе представлены основные взаимосвязи, которые удалось установить благодаря визуализации данных.

Вопрос плагиата актуален для всего мирового сообщества, в том числе для высших учебных заведений особенно в период

перехода учащихся к дистанционному формату обучения.

Список литературы

1. Ким И.А. Внеаудиторное жульничество: возможности выявления и минимизации // Высшее образование сегодня. 2018. № 8. С. 49–53.
2. Кичерова М.Н., Кыров Д.Н., Смыкова П.Н., Пилипушко С.А. Плагиат в студенческих работах: анализ существующих проблемы. Науковедение. 2013. № 4 (17). [Электронный ресурс]. URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/83pvn413.pdf> (дата обращения: 25.02.2021).
3. Иголевиц Н.И., Лободенко Е.И. Академическая недобросовестность студентов технического вуза: масштабы проблемы и пути решения. Педагогика. Вопросы теории и практики. Pedagogy, Theory & Practice. 2020. Том 5. Выпуск 1. С. 99–106 / 2020. Volume 5. Issue 1. P. 99–106.
4. Абрамова Н.Ю. Проблема плагиата в научных работах // Научная периодика: проблемы и решения. 2011. Т. 2. С. 25–28.
5. Калинина Т.В., Колясникова М.Б. Проблема высокой доли заимствований в научно-исследовательских работах современных студентов гуманитарного направления подготовки. Концепт. 2015. № 10. Октябрь. С. 91–95. [Электронный ресурс]. URL: <http://e-koncept.ru/2015/15353.htm> (дата обращения: 25.02.2021).
6. Шмелёва Е.Д. Плагиат и списывание в российских вузах: роль образовательной среды и индивидуальных характеристик студента // Вопросы образования. 2016. № 1. С. 84–109.
7. Семичевская Н.П., Адаменко Л.С. Визуализация статистических данных в медицинской статистике // Вестник АМГУ. Выпуск 71. 2015. С. 9–12.

УДК 378: 372.881.111.1

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭМПИРИЧЕСКОЙ ПРОВЕРКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДЕЛИ АКТИВИЗАЦИИ СПОНТАННОЙ ИНОЯЗЫЧНОЙ РЕЧИ БАКАЛАВРОВ ЛИНГВИСТИКИ

Короленко И.А.

*ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»,
Калининград, e-mail: IKorolenko@kantiana.ru*

В статье представлены результаты исследования эффективности активизации спонтанной иноязычной речи в профессиональном лингвистическом образовании на основе социопрагматического подхода. Результативность опытной работы выявлена с помощью сравнения результатов объективных показателей беглости речи бакалавров лингвистики на констатирующем и контрольном этапах эксперимента. Для обработки записей использовалась программа Speech Analyzer 3.1 for Windows (SIL Language Technology). Обработка данных проводилась с помощью статистического анализа в программе «IBM SPSS Statistics версия 25». Результаты t-тестов свидетельствуют, что скорость речи, количество слогов, произнесенных без пауз, количество речевых формул выше в экспериментальной группе после эксперимента, чем в контрольной группе, а результаты теста являются статистически значимыми ($p < 0,05$). Результаты применения t-критерия парных образцов для сравнения медианных показателей, полученных у обучающихся в экспериментальной группе до и после теста, показали, что существуют значительные различия между показателями групп. Эффективность экспериментального обучения, направленного на активизацию продуцирования спонтанной иноязычной речи, достоверно подтверждается критерием Стьюдента (t-test). Результаты реализованной экспериментальной работы подтверждают, что разработанная модель активизации спонтанной иноязычной речи на основе социопрагматического подхода способствует улучшению объективных показателей беглости спонтанной иноязычной речи и автоматизации навыков продуцирования спонтанной иноязычной речи бакалавров лингвистики в процессе профессионального лингвистического образования.

Ключевые слова: социопрагматический подход, теория и методика лингвистического образования, речевые формулы, беглость иноязычной речи, бакалавры лингвистики

EMPIRICAL EVIDENCE OF THE EFFECTIVENESS OF THE MODEL OF ACTIVATION OF SPONTANEOUS SECOND LANGUAGE SPEECH IN PROFESSIONAL LINGUISTIC EDUCATION

Korolenko I.A.

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, e-mail: IKorolenko@kantiana.ru

The article presents empirical evidence of the effectiveness of activating spontaneous second language speech in professional linguistic education based on the sociopragmatic approach. The effectiveness of the experimental work was revealed by comparing the results of objective measures of the fluent second language speech of bachelors of linguistics at the ascertaining and control stages of the experiment. Speech Analyzer 3.1 for Windows (SIL Language Technology) was used to process the recordings. Data processing was carried out using statistical analysis in the program «IBM SPSS Statistics version 25». The results of t-tests indicate that the speech rate, the number of syllables spoken without pauses (mean length of run), the use of speech formulas are higher in the experimental group after the experiment than in the control group, and the test results are statistically significant ($p < 0.05$). The results of using the paired-sample t-tests to compare the median indicators obtained from students in the experimental group before and after the experiment showed that there are significant differences between the indicators of the groups. The effectiveness of experimental training aimed at enhancing spontaneous second language speech production is reliably confirmed by the Student's t-test. The results of the implemented experimental work confirm that the developed model of activating spontaneous second language speech based on the sociopragmatic approach improves the objective indicators of the fluent spontaneous second language speech of bachelors of linguistics in the process of professional linguistic education.

Keywords: sociopragmatic approach, theory and methodology of second language teaching, formulaic language, second language speech fluency, bachelors of linguistics

Смещение приоритетов в обучении иностранному языку в настоящее время определяет основной целью эффективное продуцирование иноязычной речи, что является профессионально значимой компетенцией бакалавров лингвистики. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 45.03.02 «Лингвистика» (уровень бакалавриат) устанавливает необходимость владения устной иноязычной речью

в компетенции «способность осуществлять межъязыковое и межкультурное взаимодействие в устной и письменной формах как в общей, так и профессиональной сферах общения» (ОПК-4) [1].

В результате анализа отечественного и зарубежного опыта активизации продуцирования спонтанной иноязычной речи определено, что, несмотря на требования ФГОС в части подготовки специалистов иностранного языка и необходимость раз-

витого умения использовать потенциал языка для достижения коммуникативных целей, у студентов высшей школы существуют определенные трудности владения спонтанной иноязычной речью. Данная работа обращается к проблеме активизации спонтанной иноязычной речи.

Целью исследования является эмпирическая проверка эффективности модели активизации спонтанной иноязычной речи в процессе профессионального лингвистического образования.

Ф. Голдман-Эйслер в фундаментальной работе «Психоллингвистика: эксперименты в спонтанной речи» еще в 1968 г. отмечала, что продуцирование иноязычной речи является сложным и фрагментарным понятием, в котором беглость или отсутствие беглости речи вызывают большие трудности для изучающих иностранный язык.

В современных исследованиях подчеркивается особая трудность речепроизводства из-за динамичности и быстроты процесса, который происходит в реальном времени и затрагивает необходимость выполнения значительного числа практически синхронных действий [2]. При продуцировании спонтанной речи необходимо обладать не только различными навыками (лексические, грамматические, произносительные и т.д.), но и знаниями определенных контекстов для производства культурно и социально актуальной речи, подходящей и понятной для собеседников, а также управлять реакциями на микроуровне и своевременно на них реагировать. Учитывая, что беглая спонтанная иноязычная речь включает в себя сочетание навыков и знаний для производства уместного высказывания в определенной речевой ситуации, предполагается, что успех продуцирования иноязычной речи зависит от автоматизации языковых умений с целью моментального выбора речевых единиц из ментального лексикона для создания длительного спонтанного высказывания в процессе коммуникации [3].

Исследования, посвященные природе беглости речи, в существенной степени выявили значительную роль речевых формул в процессе продуцирования спонтанной иноязычной речи. Анализируя вопросы сущности языка речевых формул, осмысливая такие понятия, как «ускоренная обработка информации», «приемлемость», «надежность», установлена прямая связь между беглостью речи и употреблением лексических фраз и связанных блоков лексических единиц. Речевые формулы содействуют увеличению беглости речи, сокращая частоту пауз в речи, а также позволяют производить более продолжительные речевые элемен-

ты между паузами, соответственно, играют ключевую роль в процессе активизации спонтанной иноязычной речи [4].

В научном сообществе отмечается неоднозначность определения места языка речевых формул. Однако многочисленные исследования доказывают, что практический язык состоит из повторяющихся фраз и выражений, используемых в определенной последовательности или ситуации. Формульность является общим свойством языка или феноменом прикладной лингвистики, выступая основополагающей частью социопрагматики языка [4]. Под социопрагматикой в данной работе мы понимаем уместное использование языковых средств в социальной коммуникации в определенном речевом обществе.

Возникшее новое социопрагматическое направление ставит своей целью изучение интерактивной речевой деятельности в коллаборации лингвопрагматики языка, социальных и общепринятых элементов социокультурного контекста, определенных уместных норм речевого общения, присутствующих определенному языковому сообществу [5]. Данное направление представлено в науке фрагментарно и проходит этап становления терминологического инструментария. Социопрагматический подход, представляющий собой результат интеграции нескольких лингвистических подходов, ставит своей целью обучение иностранному языку, направленное на уместное использование языковых средств и развитие беглости иноязычной речи в конкретной речевой ситуации. Понятийный аппарат социопрагматического подхода включает «уместность использования лингвистических форм», «социопрагматические навыки», «социопрагматические способности», «речевые формулы» и строится на положениях прагматики иностранного языка, принципе кооперации, теории вежливости, теории речевых актов, функционального, коммуникативного, лексического подходов, идеях прагматической педагогики.

Коммуникативные навыки изучающих иностранный язык в профессиональных целях должны включать в себя не только лингвистическую и коммуникативную компетентности, но и успешно применять социально-прагматические элементы (ситуационные фразы и выражения, идиомы, коллокации и др.) в конкретной речевой ситуации.

Вследствие осмысления и интеграции теоретических и практических исследований разработана модель активизации спонтанной иноязычной речи бакалавров лингвистики на основе социопрагматического

подхода, нацеленная на уместное использование языковых средств и беглое использование иностранного языка в иноязычной ситуации речевого общения.

Учитывая профессиональную необходимость расширения функционального поля языка для бакалавров лингвистики [6], модель активизации спонтанной иноязычной речи основывается на следующих принципах:

1. *Принцип функциональности*, ориентированный на использование языкового материала в установленном контексте для решения определенных коммуникативных задач.

2. *Принцип ситуативности или моделирования речевых ситуаций*, позволяющих имитировать естественные условия общения для активизации речевых формул.

3. *Принцип интериоризации языкового опыта*, реализующегося через овладение речевыми формулами и перевода их из диапазона декларативных знаний в процедурные для автоматизации с целью увеличения беглости иноязычной речи.

Реализация модели активизации иноязычной речи является многофазной процедурой, основными компонентами которой являются: эксплицитные метапрагматические объяснения социопрагматических элементов, их обработка и анализ в речевых актах, создание условий для автоматизации употребления речевых формул [7]. Модель активизации спонтанной речи направлена на продуцирование спонтанной иноязычной речи в типичных ситуациях на основе эвристических методов обучения и проблемных ситуаций с учетом стратегий социокультурно-интерактивного измерения, включающего три социокультурно-интерактивные стратегии и восемь мета-социокультурно-интерактивных стратегий [8].

Для проверки эффективности модели активизации спонтанной иноязычной речи бакалавров по направлению подготовки 45.03.02 «Лингвистика» в БФУ им. И. Канта проводилась экспериментальная работа по реализации разработанной модели в период с 2017 по 2020 г. В ходе проведения исследования участвовали 189 (генеральная совокупность) и 42 (выборочная совокупность) студентов-бакалавров.

Материалы и методы исследования

Для решения задач исследования применялись теоретический анализ литературы в областях языкознания, лингвистики, методики преподавания иностранных языков; эмпирические методы и статистическая обработка данных в программах «IBM SPSS Statistics версия 25».

Результаты исследования и их обсуждение

Эмпирическое исследование ставило своей целью определить эффективность предложенной модели активизации спонтанной речи бакалавров лингвистики. Эксперимент предусматривал постоянные и переменные условия. Постоянные условия включали: неизменный состав участников в период педагогического эксперимента; одинаковую продолжительность эксперимента, единые критерии оценки беглости речи. К переменным условиям относилось применение модели активизации спонтанной иноязычной речи. В экспериментальной группе порядок учебно-методической работы производился с использованием модели активизации спонтанной иноязычной речи на основе социопрагматического подхода. В контрольной группе практические занятия проводились в обычном режиме. Опытное-экспериментальное обучение проходило в естественных условиях учебного года и включало констатирующий, формирующий и контрольный этапы. В исследовании выяснялась связь между использованием речевых формул изучаемых эксплицитно на основе социопрагматического подхода, беглостью и улучшением продуцированием спонтанной речи. Эксперимент выясняет ответы на следующие вопросы:

– используют ли обучающиеся, которым эксплицитно преподаются речевые формулы, их в большей мере в своей спонтанной иноязычной речи?

– улучшаются ли объективные показатели беглости, в том числе скорость речи и продолжительность слов без пауз, уменьшается ли количество пауз?

В ходе исследования рассмотрены критерии: скорость речи, длина высказывания без пауз, количество пауз в речи. Эти критерии могут быть измерены: увеличение первых двух показателей, сокращение пауз в речи во времени говорит об улучшении продуцирования спонтанной иноязычной речи [9].

До начала констатирующего этапа эксперимента для выбора однородного состава группы по уровню владения иностранным языком была проведена батарея тестов, включавшая в себя также определение уровня языковой тревожности при продуцировании спонтанной иноязычной речи.

На *первом этапе* была произведена аудиозапись спонтанного высказывания каждого студента продолжительностью одна минута на предложенную тему. Для обработки записей была использована программа Speech Analyzer 3.1 for Windows (SIL Language Technology), позволяющая

измерять частоту, длительность, проводить спектрографический и спектральный анализ речи.

Основной целью *второго этапа* стала проверка эффективности модели активизации спонтанной иноязычной речи бакалавров лингвистики. В ходе освоения предметов: «Профессиональная иноязычная коммуникация», «Практический курс первого иностранного языка», «Практический курс второго иностранного языка», «Теория обучения иностранным языкам» проводились занятия социопрагматической направленности, главной целью которых являлась активизация спонтанной иноязычной речи бакалавров лингвистики.

На *контрольном этапе* были произведены контрольные замеры: запись спонтанного высказывания продолжительностью одна минута на одну и ту же тему для проведения сравнительного исследования контрольной и экспериментальной групп по измерению объективных показателей беглости речи.

Результативность экспериментальной работы по активизации спонтанной иноязычной речи бакалавров лингвистики выявлена с помощью сравнения результатов констатирующего этапа эксперимента с данными контрольного этапа.

Обработка результатов с помощью статистического анализа с t-тестами (критерий Стьюдента) в программе «IBM SPSS Statistics версия 25» в парной выборке для сравнения изменения показателей беглости речи в двух разных группах до и после формирующего эксперимента показала статистическую разницу между группами. Результаты t-тестов говорят о том, что скорость речи, количество слогов, произнесенных без пауз, количество формульных секвенций действительно выше в экспериментальной группе после эксперимента, чем в контрольной группе, а результаты теста являются статистически значимыми ($p < 0,05$).

Результаты применения t-критерия парных образцов для сравнения медианных показателей, полученных у обучающихся в экспериментальной группе до и после теста, показали, что существуют значительные различия между показателями групп. Таким образом, эффективность экспериментального обучения, направленного на активизацию продуцирования спонтанной иноязычной речи, достоверно подтверждается критерием Стьюдента (t-test).

Изменения значений медианных показателей беглости контрольной и экспериментальной группы представлены в таблице.

Результаты значений объективных медианных показателей беглости спонтанной иноязычной речи

	SR (скорость речи)		MLR (количество слогов без пауз)		FS/S (количество слогов речевых формул/ общее количество слогов)	
	1	2	1	2	1	2
Контрольная группа	124,2	132,2	5,2	5,6	0,24	0,28
Экспериментальная группа	125,6	143,8	5,3	6,4	0,23	0,34

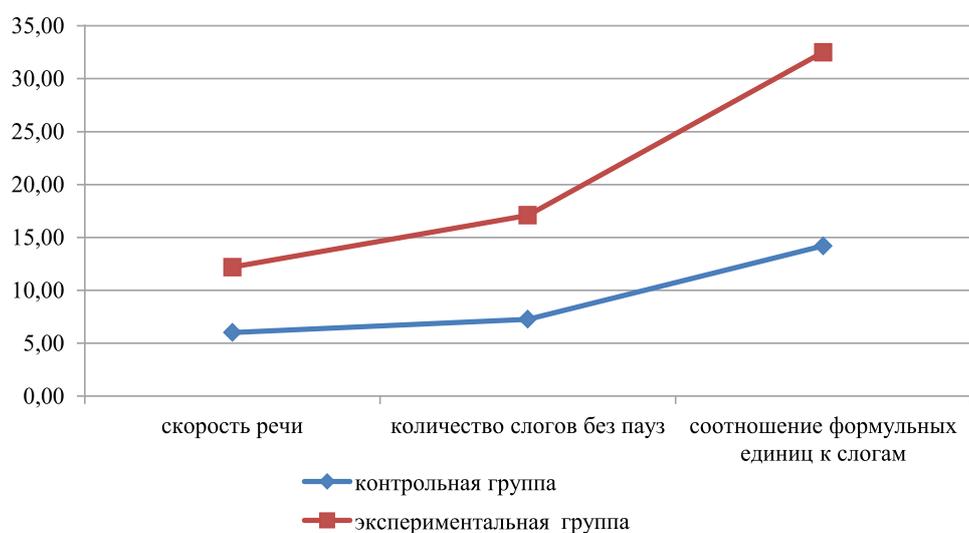


Диаграмма изменения медианных показателей беглости речи контрольной и экспериментальной групп

В экспериментальной группе отмечено повышение скорости речи на 12,2%, в то время как в контрольной группе данный показатель изменился только на 6,05%. По показателю количества слогов без пауз экспериментальная группа в целом улучшилась на 17,2%, тогда как контрольная группа – на 7,14%. Это означает, что участники экспериментальной группы могли воспроизводить более длинные блоки между паузами. Результаты показали, что участники экспериментальной группы значительно, на 32,4%, увеличили использование речевых формул. Показатели контрольной группы также улучшились, но только на 14,3%.

Диаграмма изменения медианных показателей беглости речи контрольной и экспериментальной групп представлена на рисунке.

Заключение

В ходе экспериментальной проверки определена связь между использованием речевых формул с помощью эксплицитного обучения на основе социопрагматического подхода и беглостью спонтанной иноязычной речи.

Результаты реализованной экспериментальной работы подтверждают, что разработанная нами модель активизации спонтанной иноязычной речи бакалавров лингвистики на основе социопрагматического подхода способствует улучшению объективных показателей беглости спонтанной иноязычной речи и автоматизации навыков продуцирования спонтанной иноязычной речи бакалавров лингвистики в процессе профессионального обучения иностранному языку в вузе.

Список литературы

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 45.03.02 // Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс]. URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/450302_B_3_31082020.pdf (дата обращения: 17.02.2021).
2. Короленко И.А., Локша О.М. Речевые формулы как средство преодоления языкового барьера при изучении иностранного языка // Современные исследования социальных проблем. 2017. № 6 (2) С. 92–101.
3. Schmitt N. Formulaic Language and Collocation // The Encyclopedia of Applied Linguistics. Blackwell Publishing Ltd, 2012. P. 127–132. DOI: 10.1002/9781405198431.wbeal0433.
4. Wood D. Fundamentals of formulaic language: An introduction. London & New York: Bloomsbury Academic, 2015. 198 p.
5. Сальникова Ю.А. Социопрагматический подход в изучении медиатекстов американской качественной прессы / Ю.А. Сальникова // Альманах современной науки и образования. Сер. «Языкознание и литературоведение в синхронии и диахронии и методика преподавания языка и литературы». Тамбов: «Грамота», 2008. № 8. Ч. 1. С. 187–189. [Электронный ресурс] URL: https://www.gramota.net/articles/issn_1993-5552_2008_8-1_72.pdf (дата обращения: 25.01.2021).
6. Бударина А.О. Функции универсальной профессиональной деятельности специалиста в области иностранных языков и культур // Вестник РГУ им. И. Канта. Вып. 2. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2010. 115 с.
7. Zavalova A. An Emerging Pedagogical Approach to Teaching Pragmatic Formulas. TESL Canada Journal. 2018. 34 (3). P. 192–204. DOI: 10.18806/tesl.v34i3.1279.
8. Oxford R.L. Teaching and Researching Language Learning Strategies. Harlow: Longman/Pearson Education, 2011. 342 p.
9. Wood D. Effects of focused instruction of formulaic sequences on fluent expression in second language narratives: A case study. Canadian Journal of Applied Linguistics/ Revue Canadienne de Linguistique Appliquée, 12, 2009. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/228476217_Effects_of_focused_instruction_of_formulaic_sequences_on_fluent_expression_in_second_language_narratives_A_case_study (date of access: 25.02.2021).

УДК 378.147.34

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ КУРСАНТОВ ГРАФИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ С ПОМОЩЬЮ КАРТ ПОШАГОВОГО ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ

^{1,2}Мирошин Д.Г., ²Мичурова Н.Н., ²Вох Е.П.

¹ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет», Екатеринбург, e-mail: mirdcom@rambler.ru;

²ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России», Екатеринбург, e-mail: michurova@inbox.ru

В статье рассматриваются вопросы организации и осуществления дистанционного обучения курсантов выполнению графических работ в рамках учебной дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная графика». С целью обеспечения формирования графических умений предлагаются карты пошагового выполнения операций, в которых описывается и пошагово иллюстрируется алгоритм деятельности курсанта по выполнению типового задания. Приводится структура карт пошагового выполнения операций, состоящая из целевого, информационно-деятельностного и контрольного блоков. Приводится описание содержания и назначения каждого блока карты пошагового выполнения операций. Описываются организационные вопросы и методика проведения учебных занятий с применением карт пошагового выполнения операций, которая включает четыре основных этапа работы преподавателя и курсантов. Для организации дистанционного обучения предлагается система интернет-видеосвязи ZOOM, занятия в которой проводятся в режиме онлайн. Описывается ход экспериментальной работы по применению разработанной методики и карт пошагового выполнения операций в рамках дистанционной подготовки курсантов к выполнению графических работ по учебной дисциплине «Начертательная геометрия. Инженерная графика» с использованием системы интернет-видеосвязи ZOOM. Приводятся табулированные результаты экспериментальной работы, подтверждающие высокую эффективность разработанной методики и методического обеспечения – карт пошагового выполнения операций.

Ключевые слова: дистанционное обучение, графическая подготовка, карты пошагового выполнения операций, методика проведения занятий, система интернет-видеосвязи, экспериментальная апробация

THE DISTANCE TRAINING OF STUDENTS OF GRAPHIC DISCIPLINES USING STEP-BY-STEP OPERATION CARDS

^{1,2}Miroshin D.G., ²Michurova N.N., ²Vokh E.P.

¹Ural Federal University, Yekaterinburg, e-mail: mirdcom@rambler.ru;

²Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg, e-mail: michurova@inbox.ru

The article deals with the organization and implementation of distance learning of student's to perform graphic tasks in the framework of the academic discipline «Descriptive geometry. Engineering graphics». To ensure the formation of graphic skills, we offer cards of step-by-step operations, which describe and illustrate step-by-step the algorithm of the student's activity in performing a typical task. The structure of cards of step-by-step operation is presented, consisting of coordinating, information-activity and control blocks. A description of the content and purpose of each block of the step-by-step operation cards is provided. Organizational issues and methods of conducting training sessions with the use of step-by-step operation cards are described, which includes four main stages of the work of the teacher and student's. For the organization of distance learning, the ZOOM Internet video communication system is offered, in which classes are held online. The article describes the course of experimental work on the application of the developed methodology and cards of step-by-step operations in the framework of remote training of student's to perform graphic tasks in the academic discipline «Descriptive geometry. Engineering Graphics» using the ZOOM Internet video communication system. The tabulated results of experimental work are presented, confirming the high efficiency of the developed methodology and methodological support – cards of step-by-step operations.

Keywords: distance learning, graphic training, cards of step-by-step operations, methods of conducting classes, Internet video communication system, experimental testing

Общетехническая подготовка курсантов является одним из важнейших направлений подготовки, ориентированным на формирование и развитие не только общепрофессиональных компетенций курсантов, но и на развитие их профессиональных компетенций, связанных с восприятием и пониманием современной технической информации. Комплекс общетехнических дисциплин включен в учебный план подготовки специалистов в сфере как техноферной, так и пожарной безопасности. Дистанционное обучение общетехническим

дисциплинам предполагает обеспечение эффективной, педагогически управляемой и самостоятельной работы курсантов, что, в свою очередь, требует разработки форм организации и методик реализации учебного процесса, ориентированного на педагогически управляемую самостоятельную работу обучаемых.

Цель исследования: рассмотреть особенности организации, методику и методическое обеспечение эффективной реализации дистанционного обучения курсантов МЧС графическим умениям в рамках учеб-

ной дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная графика».

Материалы и методы исследования

Теоретической основой исследования стали работы российских исследователей в области дистанционного обучения начертательной геометрии и инженерной графике, а также в области алгоритмизации обучения. Методы исследования: анализ литературных источников, формирующий педагогический эксперимент, методы статистической обработки результатов эксперимента.

Результаты исследования и их обсуждение

Система общетехнической подготовки обладает целостностью (представляет собой взаимосвязанную совокупность учебных дисциплин общетехнического профиля, которые формируют у курсантов и студентов профессиональные компетенции) и иерархичностью (дисциплины находятся в структурной и содержательной взаимосвязи), а также появляется совершенно новое, эмерджентное свойство такой системы – создание образовательного пространства, в котором протекает педагогический процесс общетехнической подготовки курсантов. Одной из базовых дисциплин, входящих в курс общетехнической подготовки курсантов, является учебная дисциплина «Начертательная геометрия. Инженерная графика», изучение которой позволяет сформировать у курсантов пространственное представление, воображение, а также конструктивно-технологическое мышление в ходе решения графических задач и построения чертежей технических объектов: рабочих чертежей деталей, сборочных чертежей и т.д. [1–3]. В рамках программы учебной дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная графика» предусматривается большое количество практических занятий, ориентированных на самостоятельную, но педагогически управляемую работу курсантов, которую нужно реализовать в рамках дистанционного обучения [4, 5]. Вместе с тем при реализации дистанционного обучения, даже с использованием технологий видеосвязи, педагогическое управление самостоятельной работой курсантов на занятии затруднено в первую очередь невозможностью прямого педагогического взаимодействия с курсантами, реализуемого в ходе очных занятий [6–9]. Следовательно, необходимо обеспечить эффективное управление самостоятельной работой курсантов на дистанционных практических занятиях, обеспечивающее пошаговое выполне-

ние практической работы и формирование у курсантов ориентировочной основы действий. Одним из направлений эффективной реализации управления самостоятельной работой курсантов в ходе дистанционного обучения является формирование у них ориентировочной основы действий с помощью специально создаваемых учебно-методических документов – карт пошагового выполнения операций (КПВО), а также методики их применения на дистанционных занятиях [10, 11]. Карта пошагового выполнения операций представляет собой учебно-методическую разработку, включающую три основных блока: целевой, информационно-деятельностный и контрольный.

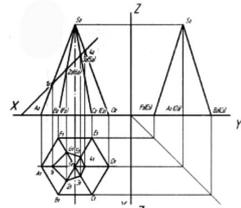
Целевой блок направлен на ориентацию курсантов в тематике и содержании учебного занятия, в его целях, необходимых инструментах, материалах и способах предъявления готовых работ преподавателю. В целевом блоке приводятся: тема, диагностично сформулированная цель и задачи учебного занятия, литература для подготовки к нему и т.д.

Информационно-деятельностный блок представляет алгоритмическое описание действий курсантов по выполнению типового учебного задания. Блок сформирован по требованиям, изложенным в европейской концепции Модули трудовых навыков (МТН-концепции), и состоит из текстовых абзацев, каждому из которых приведен в соответствие опорный рисунок, иллюстрирующий процесс выполнения типового учебного задания [2, 11].

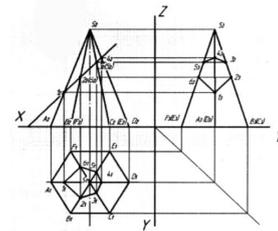
Контрольный блок ориентирован на текущий контроль уровня сформированности знаний и умений курсантов, отрабатываемых в ходе изучения информационной части второго блока. Контрольный блок представляет собой педагогический тест, состоящий из 10 тестовых заданий по учебному материалу предыдущего блока с формами ответов, а также образец выполнения графической работы.

Для организации дистанционного обучения по учебной дисциплине «Начертательная геометрия и инженерная графика» были разработаны такие КПВО, как «Пересечение прямых в пространстве», «Взаимное расположение прямой и плоскости», «Методы преобразования проекций», «Усеченная пирамида», «Пересечение геометрических тел: метод секущих плоскостей», «Пересечение геометрических тел: метод секущих сфер», «Виды и разрезы деталей», «Сечения деталей», «Резьба и резьбовые соединения», «Сборочные чертежи и детализация». Фрагмент КПВО «Усеченная пирамида» (2 листа) приведен на рисунке.

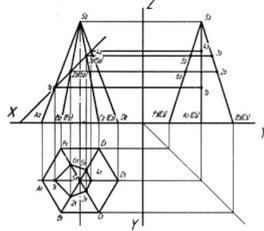
Вы получили горизонтальную проекцию усеченной шестигранной пирамиды.



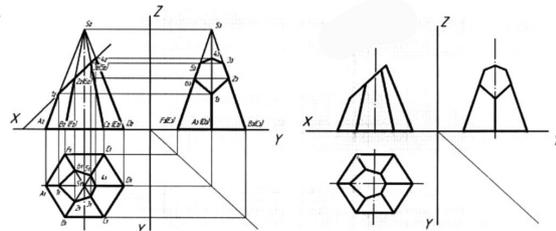
Вы получили профильную проекцию усеченной шестигранной пирамиды.



1.18. Из точек точка 1₂, 2₂, 3₂, 4₂, (5₂) и (6₂) проведите вертикальные линии связи, перпендикулярные оси Z до пересечения с ребрами пирамиды на профильной ее проекции. Точки пересечения обозначьте 1₃, 2₃, 3₃, 4₃, 5₃ и 6₃.

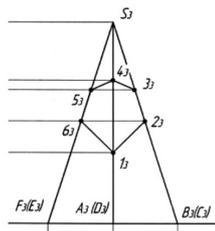


Вы выполнили первую часть графической работы: построили три проекции усеченной шестигранной пирамиды, и Ваш чертеж выглядит так



При этом:

- точка 1₃ – точка пересечения секущей плоскости и профильной проекции ребра A₃S₃;
- точка 2₃ – точка пересечения секущей плоскости и фронтальной проекции ребра B₃S₃;
- точка 3₃ – точка пересечения секущей плоскости и фронтальной проекции ребра C₃S₃;
- точка 4₃ – точка пересечения секущей плоскости и фронтальной проекции ребра D₃S₃;
- точка 5₃ – точка пересечения секущей плоскости и фронтальной проекции ребра F₃S₃;
- точка 6₃ – точка пересечения секущей плоскости и фронтальной проекции ребра E₃S₃.



• 2. Определение натуральной величины фигуры сечения шестигранной пирамиды выполняется в следующей последовательности:

2.1. Для определения натуральной величины фигуры сечения пирамиды используется метод перемены плоскостей проекций.

Последовательность определения натуральной величины фигуры сечения

Используйте метод перемены плоскостей проекций!

Фрагмент КПВО «Усеченная пирамида» (2 листа)

Применение КПВО в условиях дистанционного обучения требует реорганизации учебных занятий таким образом, чтобы учебное занятие, проводимое с использованием видеоконференции, условно можно было бы разделить на две части: теоретическую и практическую. Методика организации и проведения дистанционных учебных занятий с применением КПВО включает в себя следующие три основных этапа:

1. Предварительный этап. В конце занятия, предшествующего практическому занятию, курсанты получали информацию координирующего блока и информацию по содержанию обязательной самоподготовки к занятию. Для этого в расписании занятий обязательно выделяются часы самостоятельной работы по дисциплине.

2. Теоретический этап. Краткое изложение необходимой учебной информации и подробная проработка карты пошагово выполнения операций. При этом курсанты руководствовались следующей методикой работы с КПВО, рекомендуемой МТН-концепцией [11]:

– изучение текстовых абзацев левой части КПВО, анализ иллюстраций, сопро-

вождающих каждый абзац текстовой части, установление соответствия описания этапа выполнения работы изображению на рисунке;

– восстановление алгоритма и смысла выполнения типовой графической работы только по иллюстрациям правой части КПВО, для чего следует закрыть все текстовые абзацы карты.

3. Практический этап занятия. Опираясь на алгоритм выполнения типового задания и закрыв иллюстративную часть, представленную в текстовой части КПВО, курсанты выполняют индивидуальную графическую работу по вариантам заданий, которые содержательно, но не графически соответствуют типовому заданию. После завершения выполнения работы курсанты проводят самопроверку, сравнивая полученный результат с образцом, приведенным в конце КПВО, выявляют и исправляют возможные ошибки.

Для реализации разработанной методики дистанционные учебные занятия по дисциплине «Начертательная геометрия и инженерная графика» были скомпонованы в расписании по четыре часа и прово-

дидлись с использованием системы видеосвязи ZOOM.

Экспериментальная апробация разработанной методики проводилась в ходе выполнения курсантами, обучающимися в Уральском институте ГПС МЧС России по направлениям подготовки 20.05.01 Пожарная безопасность и 20.03.01 Техносферная безопасность, практических занятий по дисциплине «Начертательная геометрия. Инженерная графика». В экспериментальной работе приняли участие 96 курсантов из двух групп пожарной и четырех групп техносферной безопасности. Оценка результатов эксперимента выполнялась по утвержденной рейтинговой 100-балльной системе, переводимой в традиционную пятибалльную систему следующим образом:

- набранный балл от 0 до 50 – оценка неудовлетворительно;
- набранный балл от 51 до 70 – оценка удовлетворительно;
- набранный балл от 71 до 85 – оценка хорошо;
- набранный балл от 86 до 100 – оценка отлично.

Экспериментальная апробация включала в себя три основных этапа: констатирующий, формирующий и оценочный, которые проводились в течение учебного года.

На констатирующем этапе определялся начальный уровень сформированности графических умений и навыков курсантов всех групп с помощью комплексов контрольных заданий и формировались группы курсантов, отличающиеся примерно одинаковым начальным уровнем графической подготовки.

На формирующем этапе проводились дистанционные учебные занятия с курсантами, в соответствии с разработанной методикой и с применением карт пошагового выполнения операций. В ходе проведения дистанционных занятий использовались технологии видеосвязи с применением системы ZOOM. Учебные занятия проводились в течение четырех академических часов. Первые два часа занятия были посвящены краткому изложению теоретической информации по теме занятия, после чего преподаватель совместно с курсантами подробно прорабатывал карту пошагового выполнения операций, затем курсанты выполняли тест, приводимый в контролирующей части карты пошагового выполнения операций. Результаты теста оперативно анализировались преподавателем, после чего основные положения карты еще раз уточнялись в ходе беседы с курсантами.

Вторые два часа занятия были посвящены самостоятельной работе курсантов по выполнению практического задания. Опираясь на карту пошагового выполнения операций, в которой было представлено решение типовой задачи, курсанты выполняли графическую работу, решая аналогичную задачу, но с другими исходными данными. Преподаватель при этом выполнял консультативную функцию, отвечая на вопросы курсантов в ходе дистанционного взаимодействия в системе видеосвязи ZOOM. Окончательно выполненные работы курсанты должны были представить на проверку непосредственно после занятия или на следующий день. Работы на проверку представлялись в виде фотографий, отправляемых на специально созданный электронный адрес дисциплины, доступ к которому имели все преподаватели, участвующие в экспериментальной работе.

На оценочном этапе выводится средний рейтинговый балл курсантов и проводится экзамен по учебной дисциплине «Начертательная геометрия. Инженерная графика». Экзамен проводится посредством собеседования с курсантами по теоретическим вопросам дисциплины и выполнения курсантами контрольного задания с использованием видеоконференции в системе ZOOM. На экзамене также использовалась 100-балльная рейтинговая шкала. Результаты экспериментальной работы приведены в таблице, в которой указан процент курсантов, набравших те или иные баллы на констатирующем этапе эксперимента, по результатам формирующего и контрольного этапов эксперимента.

Анализ результатов экспериментальной работы позволяет утверждать, что на формирующем этапе эксперимента около 80% курсантов, а на оценочном этапе 75% курсантов обнаружили высокий уровень сформированности умений выполнять графические работы, решать графические задачи, анализировать и выполнять чертежи деталей машин и сборочные чертежи, тогда как результаты констатирующего этапа эксперимента показали, что 74% курсантов не имели сформированных графических умений и навыков. Результаты экспериментальной апробации позволяют говорить об эффективности предлагаемой методики применения карт пошагового выполнения операций для организации и осуществления дистанционной графической подготовки курсантов – будущих специалистов сфере техносферной и пожарной безопасности.

Результаты экспериментальной апробации

Этапы экспериментальной апробации	Процент курсантов, показавших различные уровни сформированности графических умений в ходе экспериментальной апробации			
	0–50 баллов	51–70 баллов	71–85 баллов	86–100 баллов
Констатирующий этап (выполнение теста и заданий)	74,0	22,9	3,1	0
Формирующий этап (средний рейтинг комплекса работ курсантов)	0	19,8	46,9	33,3
Оценочный этап (экзаменационный рейтинг)	0	25	44,8	30,2

Достоверность результатов экспериментальной апробации оценивалась с помощью одностороннего критерия знаков, который основывается на подсчете числа однонаправленных результатов по парному их сравнению (на этапах констатирующего и оценочного этапов экспериментов) [11]. Достоверность результатов экспериментальной апробации составляет 95 %, соответственно, можно утверждать, что применение разработанной авторами методики дистанционного обучения с применением КПВО позволяет эффективно формировать у курсантов графические умения, связанные со способностью выполнять графические работы, решать графические задачи, анализировать и выполнять чертежи деталей машин и сборочные чертежи.

Заключение

Таким образом, можно говорить о том, что успешное дистанционное формирование графических умений, а также умений анализировать и читать чертежи у будущих специалистов в сфере техносферной и пожарной безопасности возможно при выполнении следующих условий: включение учебной дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная графика» в комплекс общетехнических дисциплин, реализуемых в системной совокупности в специфическом образовательном пространстве, включающем организованную программную и материально-техническую среду (с использованием интернет-видеосвязи); наличие разработанного специфического учебно-методического обеспечения, в котором отражено логически завершённое алгоритмизированное содержание обучения (карты пошагового выполнения операций); разработка специфической системы методов и приемов обучения (отраженной в методике дистанционного проведения учебных занятий с применением карт пошагового

выполнения операций); наличие подготовленных к реализации разработанной методики дистанционного обучения педагогических кадров.

Список литературы

1. Вехтер Е.В. Сафьянникова В.И. Реализация проектного обучения при изучении дисциплины «Инженерная графика» // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–1. С. 856.
2. Мирошин Д.Г. Формирование пространственного представления, воображения и конструктивно-геометрического мышления у обучаемых при изучении учебной дисциплины «Начертательная геометрия» // Стандарты и мониторинг в образовании. 2017. Т. 5. № 1. С. 52–57.
3. Емченко Е.А. Использование интерактивных методов обучения в преподавании начертательной геометрии // Проблемы современного педагогического образования. 2019. № 65–1. С. 107–110.
4. Буркова С.П., Винокурова Г.Ф., Долотова Р.Г. Использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в обеспечении дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика» // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. С. 265.
5. Богданова Т.В., Кобылянский М.Т. Дистанционное обучение начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике // Наука 21 века: вопросы, гипотезы, ответы. 2014. № 2. С. 27–30.
6. Трифонова В.В., Белокрылова О.В. Использование дистанционных технологий в преподавании графических дисциплин // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2011. № 7 (54). С. 268–272.
7. Бакало Д.И. Использование КОС в учебном процессе // Вестник отраслевого научно-исследовательского учебно-тренажерного центра ОАО «Газпром». 2011. № 10. С. 52–53.
8. Днепровская Н.В. Система управления знаниями как основа SMART-обучения // Открытое образование. 2018. № 4. С. 42–52.
9. Швайгер А.М., Дукмасова В.С., Печорская С.А. Методические вопросы дистанционного обучения графическим дисциплинам // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2005. № 13 (53). С. 95–98.
10. Панченко В.А. Внедрение в учебный процесс современных средств изучения «Инженерной и компьютерной графики» // E-SCIO. 2020. № 4 (43). С. 304–312.
11. Мирошин Д.Г. Модульный подход к формированию графической компетентности студентов вузов // Вопросы педагогики. 2018. № 6–2. С. 11–17.

УДК 378.14

РАЗВИТИЕ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ РИТОРИКИ

Приходько О.В.

*Сибирский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации,
Сибирский федеральный университет, Красноярск, e-mail: ov.prikhodko@yandex.ru*

В соответствии с компетентным подходом ФГОС ВО определяет результаты обучения в виде сформированных компетенций выпускников. Одной из важных компетенций является коммуникативная. Статья посвящена проблеме развития коммуникативной компетенции курсантов СибЮИ МВД России в процессе изучения риторики. Даются определения понятий «коммуникативная компетентность», «педагогическая технология». Рассматриваются особенности проблемного обучения и раскрываются его особенности в сравнении с традиционным обучением; подчеркивается его выигрышное положение по сравнению с другими технологиями, поскольку его характеризует творческая деятельность, при которой обучающиеся получают больше возможностей самореализации. В статье рассматриваются особенности игровых технологий в образовательном процессе. Особое внимание уделяется деловой игре, способствующей развитию умений ориентироваться в профессиональных ситуациях и выстраивать общение в деловой сфере. Перечисляются некоторые виды игр, проводимых на занятиях, а также используемые элементы игровых технологий. Названы достоинства метода проектов в развитии личностных качеств обучающихся, в том числе коммуникативных способностей. Подчеркивается важность деятельностной составляющей этого процесса. Приводятся примеры проектов в рамках дисциплины. Показана результативность опыта использования педагогических технологий на основе результатов методик, проводимых до и после изучения риторики: «Коммуникативные и организаторские склонности» и «Коммуникативные умения».

Ключевые слова: педагогическая технология, коммуникативная компетентность, проектное обучение, проблемное обучение, игровая технология

DEVELOPMENT OF COMMUNICATIVE COMPETENCE IN THE PROCESS OF STUDYING RHETORIC

Prikhodko O.V.

*Siberian Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia,
The Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: ov.prikhodko@yandex.ru*

In accordance with the competence approach, the Federal State Educational Standard defines the learning outcomes in the form of the formed competencies of graduates. One of the most important competencies is communication. The article is devoted to the development of communicative competence of cadets of SibUI of the MIA of Russia in the process of studying rhetoric. Definitions of the concepts «communicative competence», «pedagogical technology» are given. The article considers the features of problem-based learning and reveals its features in comparison with traditional learning. It emphasizes its advantageous position in comparison with other technologies, since it is characterized by creative activity, in which students receive more opportunities for self-realization. The article discusses the features of game technologies in the educational process. Special attention is paid to the business game, which promotes the development of skills to navigate in professional situations and build communication in the business sphere. Some types of games held in the classroom are listed, as well as the elements of game technologies used. The advantages of the project method in the development of students' personal qualities, including communication skills, are named. The importance of the activity component of this process is emphasized. Examples of projects within the discipline are given. The article shows the effectiveness of the experience of using pedagogical technologies based on the results of the methods conducted before and after the study of rhetoric: «Communicative and organizational inclinations» and «Communicative skills».

Keywords: pedagogical technology, communicative competence, project-based learning, problem-based learning, game technology

Одной из важных компетенций, присутствующих практически в каждом ФГОС ВО, и одной из основных, к которой предъявляют высокие требования работодатели, является коммуникативная компетенция. Развитие коммуникативной компетенции студентов любого направления является актуальной проблемой современного образования, поскольку именно от ее уровня развития во многом зависит успешность специалиста. Особое значение владение коммуникативной компетенцией имеет для людей, чья профессиональная деятель-

ность относится к «сфере повышенной речевой ответственности». Одной из них является профессия юриста.

В ФГОС по специальности 40.05.01 «Правовое обеспечение национальной безопасности» можно выделить кластер коммуникативных компетенций: способность к логическому мышлению, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь, вести полемику и дискуссии (ОК-7); способность осуществлять письменную и устную коммуникацию на русском языке (ОК-10); способность преподавать юриди-

ческие дисциплины (модули) в организациях, осуществляющих образовательную деятельность (ПК-23). На формирование этих компетенций направлено изучение дисциплины «Риторика».

Профессия юриста требует высокого уровня владения коммуникативной компетенцией, поскольку юрист обслуживает все сферы социальной жизни, по роду своей деятельности вступает в речевое взаимодействие с представителями разных социальных групп, профессий, культур и к каждому нужно найти свой подход, выстроить коммуникативно целесообразное в каждой речевой ситуации эффективное общение.

Проблеме развития коммуникативной компетенции юристов посвящены работы З.С. Зюкиной, И.С. Ипатовой, Г.Ф. Кировой, И.И. Ковалевой, И.И. Крузе, К.С. Латыповой, О.А. Лискиной, Ю.Р. Лемешко, К.С. Омуралиевой, А.С. Павленко, Е.А. Проценко, Э.В. Семеновой, О.Б. Соловьевой и др.

Преподаванию риторики в вузах МВД России посвящены работы Л.М. Базавлук, Т.Г. Букиной, А.Х. Закирьяновой, О.Л. Кузнецовой, Д.Т. Рашидовой, Н.А. Резника, Н.В. Сердюк, Ю.Ю. Тарасова, В.Н. Устюжанина и др.

Проведенный анализ научных исследований показал многоаспектность проблемы. Однако, на наш взгляд, уделено недостаточно внимания вовлечению обучающихся в речевые практики в процессе изучения риторики.

В данной статье представлен опыт преподавания риторики курсантам второго года обучения СибЮИ МВД России.

Цель исследования – анализ опыта развития коммуникативной компетенции будущих юристов в процессе изучения риторики.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели исследования использовался комплекс методов: контент-анализ ключевых понятий, систематизация; беседа, самооценка, опрос, педагогическое наблюдение, тестирование; метод изучения продуктов учебной деятельности; статистические.

Результаты исследования и их обсуждение

Коммуникативная компетентность давно находится в центре внимания ученых разных направлений. Большинство из них понимают ее как совокупность коммуникативных знаний, умений и навыков, обеспечивающих эффективность коммуникативного процесса (Ю.Н. Емельянов,

И.А. Зимняя, С.В. Знаменская, Л.А. Петровская и др.).

Мы согласны с мнением О.Ю. Шубкиной, что «коммуникативная компетентность – это динамическая интегративная личностная характеристика, проявляющаяся как готовность и способность осуществлять межкультурное взаимодействие, реализуя коммуникативное поведение в соответствии с различными задачами и ситуациями общения в рамках профессиональной деятельности» [1].

Педагог должен способствовать развитию коммуникативной компетентности обучающихся, поскольку она является важным условием успешной реализации личности. Для этого необходимо создать коммуникативную образовательную среду и вовлечь в нее обучающихся посредством грамотно подобранных педагогических технологий.

В толковом словаре технология трактуется как «совокупность приемов, применяемых в каком-либо деле, мастерстве, искусстве» [2]. Понятие «технология обучения» исследователями употребляется в разных значениях: «как часть педагогической науки (Б.Т. Лихачев, П.И. Пидкасистый, М.А. Чошанов и др.); педагогическая система (В.П. Беспалько, В.В. Гузев и др.); педагогический процесс (В.С. Безрукова, М.М. Левина, В.Д. Симоненко и др.); процесс деятельности педагога и обучающихся (В.М. Монахов, В.В. Сериков, В.А. Сластенин и др.)» [3].

В педагогической литературе исследователями широко представлены классификации педагогических технологий по разным типам и признакам (В.П. Беспалько, Г.К. Селевко, В.В. Пикан, С.А. Смирнова, Л.Г. Семушиной, П.И. Пидкасистого и др.). Для нас представляют интерес педагогические технологии, основанные на деятельностном подходе, способствующие развитию коммуникативной компетентности студентов.

Вовлечение в речевые практики осуществлялось за счет применения таких активных методов обучения, как проблемное, игровые технологии, метод проектов, интерактивные приемы, решение ситуационных задач. Рассмотрим некоторые из них.

В толковом словаре проблема определяется как сложный вопрос, задача, требующая решения, подлежащая исследованию. В отличие от традиционного обучения при проблемном преподавателем организуется самостоятельную работу обучающихся, а не дает им знания в готовом виде; управляет их учебными действиями; учит формулировать проблему и самостоятельно ее решать; затем анализировать свою

деятельность. При этом преподаватель использует активные образовательные технологии, а не объяснительно-иллюстративные. Результатом проблемного обучения выступают знания-убеждения, творческие способности, компетенции, а не готовые знания [4].

Технология проблемного обучения расширяет речевую деятельность обучающихся, создавая условия для развития коммуникативной компетенции и формирования творческого, исследовательского мышления: учит выстраивать общение, выступая в разных социальных ролях; ставить цель, определять условия её реализации и организовывать процесс её достижения; выявлять проблему в той или иной ситуации и принимать ответственное решение, взвешивая все «за и против»; анализировать результаты деятельности [5].

Например, на занятии по риторике технология проблемного обучения была применена при изучении темы «Виды речевой деятельности»: в начале занятия была рассказана притча о том, как Сократ потребовал с желающего у него учиться юноши двойную плату за обучение риторике, и задан вопрос почему. Обучающиеся пришли к тому, что важно научиться не только красиво говорить, но и уметь слушать. Во время лекций представлялось несколько определений какого-либо понятия разных авторов и спрашивалось, какое из них, на взгляд курсантов, является самым удачным или более полным и почему. Использовались фрагменты из художественных фильмов для определения, какие правила речевого поведения были нарушены, как можно было бы поступить по-другому и как бы развивались события в случае другого коммуникативного поведения героя. Проводилась дискуссия по теме «Женщина-политик/следователь/полицейский: за и против».

Задавать проблемные ситуации позволяет игровая технология и метод проектов.

Игра – это ограниченный по времени творческий процесс с вовлеченными в него игроками, которые достигают игровых целей путём принятия решений и управления игровым инвентарем в рамках правил [6].

Игра позволяет в интересной, увлекательной форме приобрести навыки практической деятельности, оказывает эмоциональное воздействие на обучающихся, способствует анализу возникающих проблемных ситуаций в соответствии с требованиями роли, развивает навыки и способности работы в команде, организаторские способности, учит выстраивать коммуникацию в соответствии с поставленными целями, следовательно, способствует фор-

мированию таких коммуникативных способностей, как умение слушать и слышать, самому правильно выражать мысли и понимать другого, умение договариваться, а также проявлять фантазию и смекалку.

В образовательном процессе вуза, особенно на завершающем этапе изучения дисциплины или какой-либо большой темы, целесообразно проводить деловые игры. По уровню сложности выделяют имитационные игры/упражнения, ситуационные профессионально ориентированные задачи, разыгрывание ролей и собственно деловую игру. Деловые игры используются не только для выработки и закрепления профессиональных и социальных навыков, но и развития речевой культуры и коммуникативной компетентности в целом. Мы предлагали курсантам разыграть служебный телефонный разговор, деловое знакомство, собеседование при устройстве на работу, деловую беседу или совещание. Разыгрывали ситуацию ареста нарушителя правопорядка, проводили деловую игру «Допрос задержанного», «Судебный деловой процесс», круглый стол «Интернет и рост преступности среди молодежи». Нами используются такие элементы игры, как составление/разгадывание кроссворда по теме занятия, опрос-викторина, соревнование «Кто быстрее», игры, разработанные на основе телевизионных игр («Сто к одному», «Что? Где? Когда?») а также коммуникативные настольные игры («Одним словом», «Эживоки»). В качестве артикуляционной разминки проводим конкурс скороговорок. В рамках предметной недели организуем игры-конкурсы, театрализации.

Далее рассмотрим технологию проектного обучения. Согласно Е.С. Полат, «проект – это совокупность действий, исполнителей и средств по выработке вариантов решения определенной проблемы, достижения определённых целей» [7]. Целью применения метода проектов в образовательном процессе является развитие познавательных навыков обучающихся, их умений самостоятельно добывать знания путём информационного поиска, критически и творчески мыслить. В основе метода проектов лежит самостоятельное решение обучающимися какой-либо проблемы индивидуально, в парах или в группах в течение определенного времени. Решение проблемы в проекте может быть достигнуто разными методами и средствами, в том числе благодаря интегрированию знаний и умений из различных областей науки и техники [8].

В работе над любым из видов проектов обучающимся приходится вступать в речевое взаимодействие с другими участниками

ми проекта: объяснять свою точку зрения, убеждать, спорить, отстаивать мнение, договариваться, находить компромисс, преодолевать коммуникативные барьеры. На завершающем этапе работы предполагается наглядное оформление и публичная защита проекта, ответы на вопросы слушателей и экспертов. Эта технология создает все условия для развития коммуникативных способностей обучающихся как устных, так и письменных.

Благодаря деятельностной характеристике метода проектов, он позволяет развивать такие личностные качества и умения, как умение работать в команде, распределять обязанности, выбирать способы и виды деятельности, брать и разделять ответственность за принятое решение и его последствия; выступать активными участниками процесса; находить выход из конфликтных ситуаций; анализировать логику процесса, результаты деятельности, причины неудач и т.д. В процессе изучения риторики нами были использованы индивидуальные краткосрочные информационные проекты. Например, по теме «Этапы развития риторики» обучающиеся в парах или индивидуально готовили проект со слайдовым сопровождением по подтемам: риторика в античный период, Средние века, эпоху Возрождения, в Древней Руси, в доломоновский период и т.д. Каждый мини-проект защищался публично.

Долгосрочным проектом стало исследование «Умеем ли мы выступать публично?» в рамках второго курса. Для этого обучающиеся проводили опрос, составленный самостоятельно с опорой на существующие методики, обработку, анализ результатов, а также, опираясь на научные источники, разработали правила подготовки и проведения публичного выступления и советы выступающим, все материалы были представлены наглядно, в виде по-

стеров, презентаций и буклетов (на выбор) и защищены публично. Разработка буклета по какой-либо теме может стать самостоятельным проектом.

Помимо рассмотренных педагогических технологий нами использовались и другие технологии, обладающие потенциалом для развития коммуникативной компетентности обучающихся: интерактивные (дискуссии, дебаты, соревнования, викторины, тренинговые технологии), кейс-технологии, обучение в сотрудничестве. Расширение коммуникативной образовательной среды обеспечивалось также разнообразием форм внеаудиторной работы: культурных мероприятий в честь памятных дат и праздников, дней открытых дверей, недели кафедры / предметной недели, участия в научно-практических конференциях и т.п.

Для выявления коммуникативных и организаторских способностей курсантов были использованы методика КОС-1 («Коммуникативные и организаторские склонности», В.В. Сиявский, В.А. Федорошин) и тест «Коммуникативные умения» (Л. Михельсон, перевод и адаптация Ю.З. Гильбуха).

Методика КОС-1 показала, что по сравнению со вторым семестром коммуникативные и организаторские способности у курсантов улучшились на 2–6% и у 38–65% сформированы на высоком и очень высоком уровнях (табл. 1). Эти курсанты не теряются в новой обстановке, легко вступают в речевое взаимодействие, быстро находят друзей и новых знакомых, принимают активное участие в организации общественных мероприятий, в трудной ситуации способны принять самостоятельное решение.

В то же время у 24–43% курсантов эти способности остались на низком и ниже среднего уровнях и требуют улучшения. У 12–19% курсантов коммуникативные и организаторские способности находятся на среднем уровне.

Таблица 1

Результаты методики выявления коммуникативных и организаторских способностей (КОС-1)

	НБ-1801 (20 чел.)				НБ-1802 (21 чел.)			
	Коммуникативные склонности		Организаторские способности		Коммуникативные склонности		Организаторские способности	
Уровень	2 семестр	4 семестр	2 семестр	4 семестр	2 семестр	4 семестр	2 семестр	4 семестр
Низкий	2 (10%)	1 (5%)	2 (10%)	1 (5%)	1 (5%)	0	1 (5%)	1 (5%)
Ниже среднего	6 (30%)	3 (15%)	4 (20%)	3 (15%)	3 (14%)	1 (5%)	3 (14%)	2 (9,5%)
Средний	3 (15%)	4 (20%)	8 (40%)	4 (20%)	4 (19%)	2 (9,5%)	10 (48%)	6 (28,5%)
Выше среднего	1 (5%)	2 (10%)	4 (20%)	7 (35%)	6 (29%)	9 (43%)	4 (19%)	8 (38%)
Высокий уровень	8 (40%)	10 (50%)	2 (10%)	5 (25%)	7 (33%)	8 (38%)	3 (14%)	4 (19%)

Таблица 2

Результаты теста по шкале «Компетентная позиция в общении (уверенное поведение)»

Уровень	НБ-1801 (из 20 чел.)		НБ-1802 (из 21 чел.)	
	2 семестр	4 семестр	2 семестр	4 семестр
Низкий	2 (10%)	1 (5%)	0	0
Ниже среднего	6 (30%)	4 (20%)	3 (14%)	2 (9,5%)
Средний	3 (15%)	3 (15%)	4 (19%)	2 (9,5%)
Выше среднего	1 (5%)	1 (5%)	7 (33%)	8 (38%)
Высокий уровень	8 (40%)	11 (55%)	7 (33%)	9 (43%)

С помощью теста «Коммуникативные умения» (Л. Михельсон, перевод и адаптация Ю.З. Гильбуха) определяли тип реагирования в общении: уверенный, зависимый или агрессивный. Анализ результатов показал, что у 90,5% курсантов группы НБ-1801 и у 100% курсантов группы НБ-1802 преобладает компетентная позиция в общении, что свидетельствует о высоком уровне их коммуникативной компетентности и умении общаться на равных. У большинства курсантов уровень коммуникативной компетентности выше среднего и высокий, как показано в табл. 2.

У курсантов с низким уровнем коммуникативной компетентности показатели зависимой и агрессивной позиции находятся примерно на том же уровне, что и компетентная, что свидетельствует о неустойчивом коммуникативном поведении, психологических барьерах (при выборе зависимой позиции) и более серьезных проблемах в общении и тяжелом психологическом состоянии курсанта (при выборе агрессивной позиции). Для сотрудника ОВД такая характеристика является крайне нежелательной. Были даны рекомендации командирам и преподавателям обратить особое внимание на этих курсантов и продумать индивидуальную работу с ними на занятиях и вне их, чтобы помочь курсантам сформировать компетентную позицию.

Таким образом, анализ результатов показал незначительное повышение уровня коммуникативной компетенции курсантов, что позволяет судить об эффективности нашей работы.

Заключение

В процессе исследования проблемы развития коммуникативной компетентности определились положительные факторы: на позитивные изменения этого процесса влияют активные образовательные технологии.

Список литературы

1. Шубкина О.Ю. Формирование коммуникативной компетентности студентов технических направлений подготовки: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08. Красноярск, 2016. 24 с.
2. Ефремова Т.Ф. Новый словарь русского языка. Толково-словообразовательный. М.: Русский язык, 2000. [Электронный ресурс]. URL: <https://lexicography.online/explanatory/efremova/> (дата обращения: 12.02.2021).
3. Современные образовательные технологии // Центр проблем развития образования Белорусского государственного университета [Электронный ресурс]. URL: <http://charko.narod.ru/tekst/an4/1.html> (дата обращения: 09.02.2021).
4. Селевко Г.К. Проблемное обучение // Школьные технологии. 2006. № 2. С. 61–65.
5. Надеина М.Н. Технология проблемного обучения в подготовке инженеров-педагогов // Вестник Луганского национального университета имени Тараса Шевченко. 2018. № 1. С. 95–99.
6. Кузнецова Е.С., Крылов Р.И. Целевые деловые игры как эффективное средство развития профессиональных компетенций // Сборник трудов по проблемам дополнительного профессионального образования. 2019. № 36. С. 31–38.
7. Полат Е.С. Метод проектов: история и теория вопроса. Школьные технологии. 2015. № 6. С. 43.
8. Бекова М.Х., Альжанова А.О. The usage of innovative technologies in the modern system of education // Актуальные проблемы развития вертикальной интеграции системы образования, науки и бизнеса: экономические, правовые и социальные аспекты. Материалы II Международной научно-практической конференции. 2014. С. 167–171.

УДК 37.018.8:378.147

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПОДГОТОВКИ ПЕДАГОГОВ К ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА

Пустовойтов В.Н., Корнейков Е.Н.

*ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет им. акад. И.Г. Петровского»,
Брянск, e-mail: vnpnov@gmail.com*

Определены концептуальные положения подготовки будущих педагогов к профессиональной воспитательной деятельности в условиях цифровизации образовательного пространства. В статье показано, что качество и эффективность профессиональной деятельности воспитателей обусловлены, в первую очередь, учетом ключевых факторов социализации современных детей и молодежи – учетом информатизации общества и цифровизации образовательного пространства. Выявлены характерные особенности цифрового образовательного пространства. Дано определение процессу подготовки педагогов к профессиональной воспитательной деятельности в условиях цифровизации образовательного пространства как основанной на использовании потенциала цифровых технологий целенаправленной деятельности заинтересованных институтов по формированию у будущих воспитателей профессиональной компетентности по управлению развитием личности на основе создания условий для ее самореализации, с привлечением возможностей информационно-образовательного пространства. Принципами организации профессиональной подготовки педагогов в условиях цифровизации информационно-образовательного пространства определены требования: гуманизации и демократизации стратегий и моделей профессионального педагогического образования; адекватности профессионально-педагогической подготовки современным целям и задачам воспитания, потребностям информационного общества; всесторонности и действенности, последовательности и систематичности профессионально-педагогической подготовки; сочетания индивидуально-адресного характера воспитания и продуманной адекватной воспитательной наступательности в процессе профессиональной подготовки будущих педагогов.

Ключевые слова: качество подготовки педагогов, принципы подготовки будущих педагогов, воспитательная деятельность, цифровизация образовательного пространства

METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF TRAINING OF TEACHERS FOR EDUCATIONAL ACTIVITIES IN THE CONDITIONS OF THE DIGITALIZATION OF EDUCATIONAL SPACE

Pustovoitov V.N., Korneikov E.N.

Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, Bryansk, e-mail: vnpnov@gmail.com

The conceptual provisions of training future teachers for professional educational activities in the context of digitalization of the educational space are determined. It is shown that the quality of professional activities of educators is primarily due to the key factors of socialization of modern children and youth. These factors are the informatization of society and the digitalization of the educational space. The characteristic features of the digital educational space are revealed. The definition of the process of preparing future teachers for professional educational activities in the context of digitalization of the educational space is given. This process is a purposeful activity based on the use of the potential of digital technologies to form professional competence in future educators in the field of personal development management based on creating conditions for its self-realization, with the involvement of the possibilities of the information educational space. The principles of organizing professional training of future educators in the context of digitalization of the information educational space define the requirements: humanization and democratization of strategies and models of professional teacher education; the adequacy of professional pedagogical training to modern goals and objectives of education, the needs of the information society; comprehensiveness and efficiency, consistency and systematic character of professional pedagogical training; a combination of the individually targeted nature of education and a well-thought-out adequate educational offensiveness in the process of professional training of future teachers.

Keywords: quality of teacher training, principles of training of future teachers, educational activities, digitalization of the educational space

Информатизация жизни современного человека ставит перед системой профессионального педагогического образования задачи подготовки педагога, способного качественно осуществлять педагогическую деятельность по воспитанию подрастающего поколения в условиях цифровизации образовательного пространства. Решение данной проблемы связано, в первую очередь, с разработкой методологических аспектов подготовки педагогов.

Цель настоящего исследования – определить методологические принципы подготовки педагогов к профессиональной воспитательной деятельности в условиях цифровизации образовательного пространства.

Материалы и методы исследования

Методологической базой исследования выступают концептуальные идеи теории образовательных пространств (В.П. Бори-

сенков, Е.В. Бондаревская, О.В. Гукаленко, В.И. Загвязинский и др.), информатизации образования (И.В. Роберт, В.П. Поляков и др.), качества образования (В.А. Мижеригов, П.И. Пидкасистый, М.М. Поташник и др.), компетентностного подхода в образовании (Н. Хомский, И.А. Зимняя и др.). Исходным материалом исследования служат фактология состояния системы подготовки педагогических кадров в России к воспитательной работе в условиях современного общества. Основные методы исследования: анализ, классификация, обобщение.

Результаты исследования и их обсуждение

Обеспечение качества образования – ключевая многогранная (см., например [1–3]) проблема. Ее решение исследователями связывается в том числе с различными аспектами цифровизации и информатизации сферы профессионально-педагогического образования. При этом в исследованиях преимущественно рассматриваются вопросы адаптации подготовки педагогов к условиям цифровой информационной среды (см., например: [4; 5]). Вместе с тем нарастание процессов информатизации общества требует формирования у педагогов компетентности в привлечении в сферу образования (в том числе – в процесс воспитания детей и молодежи) образовательного потенциала информационного пространства. Данная компетентность базируется на личном опыте педагога по проектированию, созданию и сопровождению цифрового информационно-образовательного пространства.

Приходится констатировать, что в настоящее время формирование данной компетентности осложнено рядом факторов, связанных как с новизной информационных процессов и, соответственно, отсутствием приемлемых для эпохи цифровизации готовых проверенных временем методик профессиональной подготовки педагогов-воспитателей, так и с недостаточным учетом характеристик современного общества при разработке педагогических условий обучения будущих педагогов. Тормозящее влияние на эффективную, соответствующую современным требованиям и условиям информационного общества подготовку педагогов оказывает фактическое отсутствие концепции перспективного развития профессионального педагогического образования в стране. Сегодня, к сожалению, задачи профессиональной подготовки будущих педагогов адекватно современным потребностям не сформулированы. Как показывает анализ, документы, определяющие государ-

ственную политику России в сфере образования, задают содержательные ориентиры «идеальной цели» воспитания детей и молодежи без учета современного уровня информатизации общества (см., например, [6, ст. 67.1 п. 4; 7, ст. 2 п. 2]). Как следствие, вопросы тактики профессиональной подготовки будущих воспитателей также не имеют четкости в своем определении и решении. Даже в концептуальных документах воспитания детей и молодежи (см., например, [8]) в моделях и содержании подготовки будущих педагогов к профессиональной воспитательной деятельности крайне мало учтены реалии и перспективы информатизации общества в целом, цифровизации информационного (в том числе – образовательного) пространства, перспективы непрерывного образования.

Качество подготовки педагогических кадров в современных условиях следует определять, исходя из особенностей и характеристик информационного общества, его уровня информатизации и цифровизации в настоящем и в ближайшей перспективе. Ориентируясь в понимании качества образования на идеи В.А. Мижеригова, П.И. Пидкасистого, М.М. Поташника, определим качество подготовки педагогических кадров в условиях информатизации общества как интегральную характеристику профессионально-педагогического образования, отражающую, с одной стороны, соответствие условий и содержания профессионального образования потребностям будущего педагога в профессиональной и личной самореализации в информационном обществе, а с другой – соответствие уровня профессиональной компетентности будущего педагога в сфере проектирования цифровой образовательной среды и использования образовательного потенциала цифрового информационного пространства требованиям и потребностям информационного общества.

С целью определения современных требований к профессиональной подготовке будущего воспитателя рассмотрим особенности цифрового информационно-образовательного пространства.

Цифровизация образовательного пространства является одним из характерных признаков информатизации общества. Изначально существующий образовательный потенциал информационного (в контексте «несущего информацию») пространства, объективность процессов цифровизации образовательного пространства, масштабность, глубина и широта проникновения информационно-коммуникационных технологий в сферу образовательных услуг

и отношений современного человека, в современную систему образования в целом, взаимосвязь феномена цифровизации со всеми компонентами современной системы образования дают возможность рассматривать понятие «цифровое информационно-образовательное пространство» как педагогическую категорию.

Информационно-образовательное пространство представлено по крайней мере четырьмя взаимосвязанными подпространствами: реальной сферой формального и неформального целенаправленного образования, реальной сферой информационного окружения (нецеленаправленное образование, образование в контексте жизнедеятельности), сетевым цифровым информационно-образовательным пространством («цифровое образовательное пространство», «электронное образовательное пространство», digital learning space), а также личностным («субъектным», «Я-пространством») образовательным пространством, основанным на приобретенном ранее личностью опыте познавательной деятельности и освоенной информации. Сегодня под информационно-образовательным пространством в научных источниках и периодике чаще всего понимается сетевое (электронное) цифровое информационно-образовательное пространство. Данное пространство отличают: направленность на достижение образовательных целей; наличие оцифрованного (электронного) мультимедийного контента, потенциально ориентированного на использование в учебно-воспитательных целях; сложная многоуровневая пространственно-временная структура, динамично изменяющаяся в результате взаимодействия отдельных субъектов-пользователей пространства, формальных и неформальных сообществ и субкультур; индивидуализированный характер деятельности субъектов пространства; непривязанность к территории.

Цифровое информационно-образовательное пространство представляет собой виртуальный мир, содержащий цифровые объекты, которые служат или имеют потенциал использования в формальном или неформальном образовательном процессе. Контент цифрового информационно-образовательного пространства целенаправленно проектируется, создается и используется человеком и сообществом. Для молодого поколения современной России цифровое информационно-образовательное пространство являет собой пространственно-временной континуум, непосредственно в котором и средствами которого дети и молодежь реализуют свое

социально-личностное, а часто и профессиональное, становление и развитие, проявляют свои индивидуальные особенности, входя в различные группы, сообщества и субкультуры. Данное пространство позволяет нынешнему молодому поколению проигрывать в виртуальной среде различные модели своего поведения и тем самым формировать свой опыт жизнедеятельности в поликультурном реальном мире.

Цифровое информационно-образовательное пространство включает в себя два подпространства: управляемое и неуправляемое (относительно управляемое). Данные подпространства обладают специфическими особенностями. В частности, для управляемого подпространства, которое представлено сайтами организаций, ведомств, сообществ, информационными образовательными ресурсами, характерны целенаправленность проектирования и создания, системность организации ресурсов, формальность контента, выраженная структурированность образовательного потенциала, определенная ответственность за контент, привязанность к территории (объекту). Составляющей (отметим, что в научной литературе обосновывается и обратное подчинение) управляемого подпространства является «целенаправленно создающаяся для осуществления образовательного процесса» [9] информационная образовательная среда. Неуправляемое (относительно неуправляемое) подпространство образуют социальные сети, форумы, блоги и др. Его отличает, в первую очередь, некоторая хаотичность в накоплении контента, подаче информации и использовании ресурсов субъектам пространства. Управляемое и неуправляемое пространства отличаются моделями взаимодействия и видами деятельности своих пользователей. Независимо от степени управляемости цифровое информационно-образовательное пространство обязано своим контентом, структурированностью, вариативностью обеспечивать информационную безопасность детей и молодежи (в том числе – в контексте воспитательного влияния) [10; 11].

Отметим, что цифровое информационно-образовательное пространство несет на себе воспитательный потенциал изначально. Среди его характеристик и свойств выделяются: ориентация на вариативность содержания и моделей деятельности пользователей в Сети; возможность удовлетворения познавательных интересов субъектов – пользователей пространства; широта и привлекательность контента образовательной и культурно-социальной направленности за счет мультимедийности

и гипертекстового характера подачи пользователям; сочетание адресности предоставляемого контента со свободным доступом к нему; возможность интегративного единства формальных и неформальных образовательных ресурсов во влиянии на пользователей сетевого пространства. Тем самым возможностью цифрового информационно-образовательного пространства позволяют снять организационные и временные рамки и ограничения в воспитательной работе с молодежью, мультимедийный контент и гипертекст дают возможность «приблизиться» взрослым к молодому поколению, их взглядам и мировоззрению, повседневной деятельности и жизни в целом. Цифровое информационно-образовательное пространство позволяет учесть интересы подрастающего поколения и самих будущих воспитателей (сегодня профессионально-педагогическую подготовку проходят молодые люди, относящиеся к «поколению Z» и «миллениалам») и одновременно, основываясь на принципе имплицитности воспитания, организовать целенаправленный процесс формирования мировоззрения современных детей и молодежи.

Подготовка современного педагога предполагает формирование у него профессионального опыта в создании условий для воспитания «высоконравственной личности, обладающей актуальными знаниями и умениями, разделяющей российские традиционные духовные ценности, способной реализовать свой потенциал в условиях современного общества» [12]. Учитывая целевые ориентиры воспитания современного подрастающего поколения, личностные особенности будущих воспитателей, а также особенности цифрового информационно-образовательного пространства, можно определить сущность подготовки педагогов к профессиональной воспитательной деятельности в условиях цифровизации образовательного пространства. Это основанная на использовании потенциала цифровых технологий целенаправленная деятельность заинтересованных институтов по формированию у будущих воспитателей профессиональной компетентности по управлению развитием личности на основе создания условий для ее самореализации, с привлечением возможностей информационно-образовательного пространства.

Принципы организации профессиональной подготовки педагогов к воспитательной деятельности в условиях цифровизации информационно-образовательного пространства, очевидно, в целом совпадают с методологическими принципами профессионального образования, но наполнены

специфичным содержанием и правилами реализации. К ним мы относим принципы:

- гуманизации и демократизации стратегий и моделей профессионального педагогического образования – предполагается претворение в жизнь традиционных для лично-ориентированной парадигмы образования идей гуманизации и демократизации, но с учетом частичной, адекватной задачам профессионально-педагогической подготовки, реализации образовательных отношений в виртуальном сетевом пространстве;

- адекватности профессионально-педагогической подготовки современным целям и задачам воспитания – принцип отражает требование объективного учета в содержании и моделях реализации профессиональной подготовки педагогических кадров современного уровня и перспектив развития общества, уровня информатизации общественных процессов и жизни современного человека; предполагается целенаправленное формирование у будущих педагогов профессиональной компетентности в сфере использования воспитательного потенциала цифрового информационного пространства в воспитании детей и молодежи;

- всесторонности и действенности, последовательности и систематичности профессионально-педагогической подготовки – принцип отражает требование нацеленности профессиональной подготовки будущих педагогов на личностно-профессиональный рост и самореализацию; предполагается проектирование и осуществление процесса подготовки педагогических кадров на основе системности и систематичности воспитательного влияния на будущих педагогов средствами вариативного разнообразия форм их образовательной деятельности с использованием возможностей электронных образовательных ресурсов;

- сочетания индивидуально-адресного характера воспитания будущих педагогов и продуманной адекватной воспитательной наступательности в процессе их профессиональной подготовки – профессиональная подготовка педагогов предполагает адресный подход в их воспитании; требуется разработка и внедрение эффективных диагностических методик и технологий сопровождения профессионального отбора, подготовки и самореализации педагогов-воспитателей.

Реализация указанных принципов предполагает внесение изменений как в содержание, так и в модели и технологии профессиональной подготовки педагогов. Целесообразно:

- широкое повсеместное внедрение в систему профессионально-педагогиче-

ского образования мультимедиа технологий, привлечение в учебно-воспитательный процесс дополненной, виртуальной и смешанной реальности;

– ориентация содержания педагогического образования на использование в воспитательной работе с детьми и молодежью современных IT-средств, возможностей цифровых образовательных ресурсов, интеллектуальных образовательных систем, игровых информационно-коммуникационных технологий; формирование у будущих педагогов опыта проектирования и реализации процесса воспитания с использованием возможностей значимых для современных детей и молодежи социальных сетей (например, используя RSS-каналы популярных социальных сетей Facebook, «ВКонтакте», YouTube, Instagram, TikTok и др.), а также образовательного потенциала виртуальных консультационных служб, чат-ботов и других сетевых форм искусственно-го интеллекта;

– целенаправленная подготовка будущих педагогов к разработке воспитательного контента сетевых образовательных ресурсов и программного обеспечения воспитательной направленности;

– целенаправленное систематическое формирование у будущих педагогов компетентности проектирования образовательного пространства. Данная компетентность предполагает, с одной стороны, владение педагогом-воспитателем навыками целесообразного оборудования пространства образовательной организации электронными досками, устройствами виртуальной и дополненной реальности и другой smart-технологией, а с другой стороны – уверенное владение педагогом современными моделями организации работы с воспитанниками в электронном кампусе, владение навыками применения ресурсной базы электронных образовательных систем, навыками реализации дистанционных и гибридных моделей обучения, опытом включения обучаемых в реализацию телекоммуникационных проектов, проектов социальной и воспитательной направленности и др.

Заключение

Подводя итог сказанному, отметим: профессиональной воспитательной деятельности в условиях цифровизации образовательного пространства будущих педагогов необходимо целенаправленно обучать. При этом профессиональная подготовка будет эффективной только при учете концептуальных требований к содержанию и моделям обучения педагогов: необходимо учитывать особенности современного

информационного общества и перспективы его развития, уникальные по отношению к реальному образовательному пространству свойства и характеристики цифрового информационно-образовательного пространства.

Список литературы

1. Борисенков В.П., Гукаленко О.В., Пустовойтов В.Н. Поликультурное воспитательное пространство вуза как среда формирования гражданственности и патриотизма // Педагогика. 2018. № 2. С. 44–51.
2. Загвязинский В.И., Волосникова Л.М., Кукуев Е.А., Патрушева И.В. Академическая мобильность в педагогическом образовании // Образование и наука. 2020. № 22(6). С. 31–48. DOI: 10.17853/1994-5639-2020-6-31-48.
3. Гукаленко О.В., Иванова С.В., Пустовойтов В.Н., Селиванова Н.Л. Социально-воспитательное пространство педагогического образования: опыт становления и проектирование будущего // Педагогическое образование в современной России: стратегические ориентиры развития: монография / Научный редактор Ю.П. Зинченко. Ростов н/Д.; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2020. С. 192–215.
4. Одинцова Л.А., Бронникова Л.М. Дидактическое обеспечение управления очно-дистанционным образовательным процессом по математике первокурсников педвуза // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 5. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/article/view?id=30009> (дата обращения: 03.02.2021).
5. Макаренко А.Н., Смышляева Л.Г., Минаев Н.Н., Замятина О.М. Цифровые горизонты развития педагогического образования // Высшее образование в России. 2020. Т. 29. № 6. С. 113–121. DOI: 10.31992/0869-3617-2020-6-113-121.
6. Конституция Российской Федерации // Официальный интернет-портал правовой информации [Электронный ресурс]. URL: <http://pravo.gov.ru/> (дата обращения: 10.02.2021).
7. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 N 273-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (дата обращения: 03.02.2021).
8. Примерная программа воспитания // Апробация и внедрение примерной программы воспитания. Институт стратегии развития образования Российской академии образования [Электронный ресурс]. URL: http://form.instraor.ru/bitrix/documents/Примерная_программа_воспитания_утвержденная_на_ФУМО.doc (дата обращения: 15.01.2021).
9. Осмоловская И.М. Информационно-образовательная среда общеобразовательной школы [Электронный ресурс]. URL: http://pedagog.vlsu.ru/fileadmin/Dep_pedagogical/konf_lerner/Osmolovskaya_I.M..pdf (дата обращения: 15.01.2021).
10. Borisenkov V.P., Gukalenko O.V., Pustovoitov V.N., Panova L.D. Protection of youth in the information educational space: social and pedagogical aspects // 2018 International conference «Education Environment for the Information Age» (EEIA-2018). Institute for Strategy of Education Development of the Russian Academy of Education, Moscow // The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences. DOI: 10.15405/epsbs.2018.09.02.12.
11. Пустовойтов В.Н., Гукаленко О.В. Социальная безопасность молодежи в поликультурном пространстве России // Социальная педагогика в России. Научно-методический журнал. 2018. № 2. С. 16–23.
12. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 г. N 996-р «Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года» [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2015/06/08/vospitanie-dok.html> (дата обращения: 31.01.2021).

УДК 372.878

ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО АПРОБАЦИИ МУЗЫКАЛЬНО-ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ВОДНОЙ СРЕДЕ

Рэнделл Ю.С.

*ФГОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена»,
Санкт-Петербург, e-mail: gorbunovajulia1@gmail.com*

В статье описан педагогический эксперимент, исследующий музыкально-пластическую деятельность в водной среде (бассейне) как инновационную образовательную технологию в системе дополнительного музыкального образования для детей. Основной задачей эксперимента стало выявление педагогического и здоровьесберегающего потенциала нового вида деятельности. Под педагогическим потенциалом понимаются возможности интегрированных составляющих данной образовательной технологии, которые можно направить на музыкальное и физическое развитие. Здоровьесберегающий потенциал включает оздоровительный ресурс основных компонентов – движения и водной среды, а также эмоционально-ориентированный подход к постижению музыкального содержания, направленный на профилактику психоэмоциональных отклонений. На констатирующем и контрольном этапах осуществляется диагностика музыкальных способностей, оценка качества музыкально-пластической деятельности и комплексная психодиагностика. На формирующем этапе реализуется спроектированная образовательная программа, где в качестве основного музыкального материала используется балет П.И. Чайковского «Щелкунчик». Результаты педагогического эксперимента демонстрируют высокую эффективность в решении задач музыкального образования и физического развития, при этом фиксируется положительное воздействие на психоэмоциональную сферу детей. Таким образом, экспериментальным путем раскрыт широкий педагогический и здоровьесберегающий потенциал музыкально-пластической деятельности в водной среде.

Ключевые слова: педагогический эксперимент, музыкально-пластическая деятельность, водная среда, здоровьесберегающие образовательные технологии, музыкальное развитие, эмоционально-ориентированный подход, балет П.И. Чайковского «Щелкунчик»

CHARACTERISTICS OF PEDAGOGICAL EXPERIMENT ON TESTING MUSICAL AND MOVEMENT ACTIVITIES IN THE AQUATIC ENVIRONMENT

Rendell Yu.S.

Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, e-mail: gorbunovajulia1@gmail.com

The article describes a pedagogical experiment that explores musical and movement activity in an aquatic environment (pool) as an innovative educational technology in the system of additional music education for children. The main task of the experiment was to identify the pedagogical and health-improving potential of a new type of activity. Pedagogical potential refers to the capabilities of the integrated components of this educational technology, which can be directed to musical and physical development. The health-saving potential includes the health resource of the main components-movement and the water environment, as well as an emotionally-oriented approach to the comprehension of musical content, aimed at the prevention of psychoemotional disorders. At the ascertaining and control stages, diagnostics of musical abilities, assessment of the quality of musical and movement activity and complex psychodiagnostics are carried out. At the formative stage, a designed educational program is implemented, where the main musical material is used by P.I. Tchaikovsky's ballet «The Nutcracker». The results of the pedagogical experiment demonstrate high efficiency in solving the problems of music education and physical development, while the positive impact on the psychoemotional sphere of children is recorded. Thus, the wide pedagogical and health-saving potential of musical and movement activity in the aquatic environment is revealed experimentally.

Keywords: pedagogical experiment, musical and movement activity, water environment, health-saving educational technologies, musical development, emotional-oriented approach, Tchaikovsky's ballet «the Nutcracker»

Поиск здоровьесберегающих технологий, которые можно использовать в педагогическом процессе, актуален как никогда. Не случайно федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) трактует новые требования к образовательной программе, в которой одной из основных задач является «охрана и укрепление физического и психического здоровья детей, в том числе их эмоционального благополучия» [1]. Особое значение для современной педагогики приобретают вопросы интеграции, междисциплинарности, комплексного подхода к воспитанию и образованию.

Активный поиск методов и технологий, отвечающих новым стандартам, ведется и в музыкальном образовании. В.Г. Мозготом и его соавторами Т.Н. Нестеренко и Е.А. Тупичкиной исследовался метод музыкально-пластической деятельности, как одна из форм повышения музыкально-пластической культуры детей и интенсификации их музыкальности [2].

Автором статьи был разработан новый вид музыкально-пластической деятельности, использующий водную среду (бассейн), который рассматривается как *инновационная здоровьесберегающая технология*.

С одной стороны, он содержит широкий потенциал педагогических возможностей, а с другой, раскрывает безграничный ресурс для реализации задач здоровьесбережения. Предлагаемый подход основан на интеграции, включающей в себя музыкальное искусство и физическую культуру, соединяющей эстетическое и физическое развитие. В основе практических занятий лежит музыкально-пластическая деятельность, осуществляемая в водной среде, что производит оздоровительный эффект.

Новый вид музыкальной деятельности впервые был апробирован в коррекционном детском доме и продемонстрировал высокую педагогическую и оздоровительную эффективность [3, с. 213]. Данный вид музыкальной деятельности можно рекомендовать к использованию в коррекционных учреждениях. Встает вопрос, какой коэффициент полезного действия можно извлечь, применяя эту педагогическую модель в обычных образовательных учреждениях?

Цель исследования – выявление масштаба педагогического и здоровьесберегающего потенциала музыкально-пластической деятельности в водной среде.

Материалы и методы исследования

Для исследования интегрированной модели музыкальной деятельности был поставлен педагогический эксперимент, который реализовался в двух детских садах Санкт-Петербурга, в одном из которых имелся бассейн. Эксперимент включал констатирующий (2 недели), формирующий (4 месяца) и контрольный (2 недели) этапы, общей продолжительностью 5 месяцев. В экспериментальной работе приняли участие 82 ребенка старшего дошкольного возраста из четырех групп: экспериментальная группа, использующая бассейн (ЭГБ), контрольная группа, использующая бассейн (КГБ), и две группы, экспериментальная и контрольная (ЭГ, КГ), не использующие водную среду. В ЭГ музыкально-пластическая деятельность осуществлялась по тому же алгоритму, что и в ЭГБ; в контрольных группах музыкальные занятия, а также уроки по физкультуре проходили в обычном режиме. Наличие четырех групп позволило выделить два среза исследования и сравнить результаты музыкально-пластической деятельности вне бассейна (ЭГ) и музыкально-пластической деятельности в бассейне (ЭГБ), дополнительно выделяя влияние водной среды.

Педагогические преимущества раскрываются с точки зрения интеграции двух дисциплин, где одновременно решаются задачи музыкального и физического раз-

вития. В свою очередь обе дисциплины содержат ресурс, который можно направить на профилактику и укрепление здоровья. В настоящем эксперименте не стояло задачи исследовать положительное воздействие движения и водной среды на физическое развитие и оздоровление, на наш взгляд, польза обоих компонентов для укрепления здоровья очевидна и не требует доказательств. Под здоровьесберегающим потенциалом, на котором сфокусировано внимание исследования, понимается прежде всего психологический аспект. Одним из ключевых элементов разработанной нами педагогической модели является *эмоционально-ориентированный подход* (Ю.С. Рэнделл) к постижению музыкального содержания. Он опирается на идею приоритетности эмоционального начала в музыке, а также отталкивается от актуальных психологических потребностей участников образовательного процесса – поиска «личностного смысла». Таким образом, были сформулированы две группы рабочих гипотез.

Первая группа гипотез связана с педагогическим потенциалом:

1. Эмоционально-ориентированный метод музыкально-пластической деятельности повышает уровень музыкального развития.

2. Эмоционально-ориентированный метод музыкально-пластической деятельности в водной среде еще более повышает качество музыкального развития.

3. Включение водной среды в образовательный процесс усиливает качество музыкального развития.

Вторая группа гипотез сформулирована в ключе здоровьесберегающих технологий:

1. Эмоционально-ориентированный метод музыкально-пластической деятельности содержит здоровьесберегающий потенциал.

2. Эмоционально-ориентированный метод музыкально-пластической деятельности в водной среде содержит более высокий здоровьесберегающий потенциал.

3. Включение водной среды в образовательный процесс повышает возможности здоровьесбережения.

На констатирующем этапе эксперимента было проведено педагогическое и психологическое диагностирование, определяющее исходное состояние участников эксперимента. Педагогическая диагностика выявляла степень развитости музыкальных способностей и уровень музыкально-пластической деятельности. Использовался метод В.П. Анисимова [4], где предлагается заносить результаты в две таблицы. Первая таблица содержит структурные компоненты музыкальных способностей: эмоциональная отзывчивость,

мотивационный, когнитивный и операциональный компоненты. Во второй таблице фиксируются параметры музыкальных способностей: метроритмическое чувство, тембровый, архитектурный, звуковысотный и гармонический слух. Уровень развития музыкально-пластической деятельности определялся при помощи метода А.И. Бурениной [5], оценивающего следующие параметры: интерес, музыкальность, эмоциональность, креативность, объем разнообразных движений, уровень двигательных качеств, лабильность нервных процессов, правильная осанка, ориентация в пространстве. В табл. 1 представлены итоговые показатели (среднеарифметические), которые были получены в результате педагогического диагностирования.

Полученные результаты свидетельствуют о преобладании низкого и среднего уровня во всех четырех группах, участвующих в эксперименте. В беседах с испытуемыми был выявлен стереотип в отношении музыки как дисциплины, не имеющей важного значения для их будущего, а также отсутствие представления о необходимости развивать музыкальные способности, интереса к музыке. У части наблюдаемых отмечалось отсутствие интереса к творческой

деятельности, а также проявление фантазии и воображения.

Психодиагностика включала следующие методы: цветовой тест Люшера, «Хэнд-тест», проективная методика «Нарисуй себя», тест «Страхи в домиках», шкала самооценки, кроме того, анкетирование воспитателей, отражающее наблюдение за каждым ребенком на «признаки импульсивности», «признаки агрессивности», анкета по выявлению тревожности. По результатам психодиагностического исследования у части детей был выявлен низкий уровень коммуникативных навыков, у некоторых отмечалась высокая агрессивность, низкая самооценка. Самым тревожным результатом являлось обнаружение высокого уровня страхов. В табл. 2 приведены результаты теста «Страхи в домиках», возрастные нормы для детей старшего дошкольного возраста: девочки – 11–12, мальчики – 8–9, всего в тесте – 29 страхов [6].

Из приведенных результатов видно, что уровень страхов значительно превышает норму. Психологи объясняют столь печальные показатели повсеместной невротизацией общества, чрезмерным количеством негативного контента в средствах массовой информации.

Таблица 1

Результаты музыкальной диагностики констатирующего этапа

Группа	Итоговые данные структурных компонентов музыкальных способностей, %			Итоговые данные параметров музыкальных способностей, %			Итоговые данные музыкально-пластической деятельности, %		
	Высокий	Средний	Низкий	Высокий	Средний	Низкий	Высокий	Средний	Низкий
ЭГБ	12	36	52	14	46	40	12	33	55
ЭГ	9	45	46	15	34	51	11	35	54
КГБ	10	39	51	13	37	50	9	33	58
КГ	12	37	51	14	33	53	14	35	51

Таблица 2

Результаты диагностики страхов констатирующего этапа

Группа	Кол-во девочек/ мальчиков	Кол-во страхов															Среднее значение	
		№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15
ЭГБ	Д-9	21	18	26	18	18	19	18	18	20								19,6
	М-5	21	10	18	26	13												17,6
ЭГ	Д-13	21	16	19	17	23	18	20	17	21	16	18	15	21				18,6
	М-13	16	20	18	17	21	13	19	20	22	15	18	18	16				17,9
КГБ	Д-6	20	26	18	19	22	17											20,3
	М-9	15	19	24	22	18	20	11	19	18								18,4
КГ	Д-15	21	19	18	16	22	25	19	19	21	17	16	20	15	23	20		19,4
	М-12	17	16	20	15	19	22	10	19	20	18	18	16					17,5

Результаты музыкальной и психологической диагностики учитывались в разработке формирующего этапа эксперимента. Опираясь на алгоритм проектирования рабочих программ, были сформулированы следующие задачи:

- разработать образовательную программу музыкально-пластической деятельности в рамках эмоционально-ориентированного подхода;
- создать сценарий итогового представления;
- адаптировать программу к водной среде, учитывая задачи физического развития;
- организовать педагогический процесс, создав все необходимые условия;
- практически реализовать образовательную программу.

В качестве основного музыкального материала был взят балет П.И. Чайковского «Щелкунчик», музыка которого обладает неиссякаемым педагогическим потенциалом. Произведение является классическим шедевром, литературным источником либретто служит сказка, доступная и близкая данной возрастной группе, а музыкальное содержание наполнено яркими образами, к тому же музыка идеально подходит для воплощения художественного движения.

Кроме широких педагогических возможностей, по нашему мнению, «Щелкунчик» содержит психологический ресурс, который можно направить на работу со страхами. В исследовании И.А. Скворцовой отмечено: «Причудливость и странность, отмеченные в сценах Дроссельмейера, в «ночных» сценах оборачиваются чувством *страха*, что связано с религиозно-мифологическим аспектом» [7, с. 52]. В работе с сюжетом балета и музыкальными образами дети перевоплощались в придуманные елочные игрушки, затем ненавязчиво предлагалось перенести собственные страхи на образ мышей и проиграть переживания в музыкально-пластической игре, в которой «игрушки

одерживают победу над злом». О.А. Ворожцова, характеризуя роль музыки в работе со страхами, уточняет: «Конкретизация страха может происходить в процессе рисования, игры и музицирования. Чем более зримым, а также слышимым и конкретным становится образ, тем более успешно им можно манипулировать» [8, с. 60].

В качестве итога работы являлось создание пластического действия, которое совпадало с наступлением Нового года. Подготовка яркого, зрелищного представления, выносимого на оценку зрителей, позволила мотивировать детей на конкретный результат. Сценарий «Одноактного балета-фантазии» включал следующие номера: увертюра, украшение и зажигание елки, марш, детский галоп, появление мышей и сражение (6-я сцена № 19, 20, 21; 7-я сцена № 22), вальс снежных хлопьев. При создании рабочей программы и сценария учитывались специфика водной среды, где действуют особые законы движения и перемещения, а также уровень физического развития детей. Существенное значение имел двигательный режим, обеспечивающий соблюдение установленных правил пребывания в водной среде.

Реализация образовательной программы осуществлялась в следующем режиме: ЭГ занималась 2 раза в неделю в музыкальном зале, ЭГБ – 1 раз в неделю в музыкальном зале и 1 раз в неделю в бассейне. Отличительной особенностью в организации экспериментальной работы было вовлечение в педагогический процесс ряда специалистов: воспитателей, психологов, инструктора по плаванию.

Результаты исследования и их обсуждение

Для проверки выдвинутых рабочих гипотез было проведено музыкально-педагогическое и психологическое диагностирование на контрольном этапе, результаты которого представлены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Результаты музыкальной диагностики контрольного этапа

Группа	Итоговые данные структурных компонентов музыкальных способностей%			Итоговые данные параметров музыкальных способностей%			Итоговые данные музыкально-пластической деятельности%		
	Высокий	Средний	Низкий	Высокий	Средний	Низкий	Высокий	Средний	Низкий
ЭГБ	59	34	7	49	41	10	59	31	10
ЭГ	20	51	29	31	42	27	24	43	33
КГБ	20	38	42	20	41	39	15	38	47
КГ	15	54	31	17	42	41	14	41	45

Таблица 4

Результаты диагностики страхов контрольного этапа

Группа	Кол-во девочек/ мальчиков	Кол-во страхов															Среднее значение	
		№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15
ЭГБ	Д-9	11	12	18	9	12	11	10	12	12								11,9
	М-5	16	8	9	15	6												10,8
ЭГ	Д-13	15	14	13	19	16	17	15	18	17	19	14	11	16				15,7
	М-13	14	17	17	19	16	13	15	14	20	17	16	17	11				15,8
КГБ	Д-6	18	20	21	20	21	19											19,8
	М-9	17	16	22	25	19	17	16	16	19								18,6
КГ	Д-15	19	20	16	17	20	23	20	19	19	19	17	18	16	22	20		19
	М-12	20	14	22	16	15	26	15	20	17	19	15	19					18,2

В таблицах наглядно отражено, что во всех группах произошел рост по всем диагностируемым параметрам, но в контрольных группах (КГБ, КГ) этот рост можно назвать незначительным, особенно относительно музыкально-пластической деятельности, таким образом, обе группы остались в рамках среднего и низкого уровней развития.

В ЭГ итоговые показатели демонстрируют значительные изменения по сравнению с контрольными, которые позволяют констатировать переход на твердый средний уровень. Зафиксирован результат по таким параметрам музыкальных способностей, как темпо-метроритмическое чувство, чувство тембра, гармоническое чувство. Относительно музыкально-пластической деятельности в ЭГ зарегистрирована положительная динамика по следующим параметрам: музыкальность, объем разнообразных движений, уровень двигательных качеств.

ЭГБ обнаружила самую высокую динамику, превышающую более чем в два раза результаты ЭГ, и перешла на высокий и средний уровни. Существенный рост произошел по всем показателям, измеряющим структурные компоненты музыкальных способностей и музыкально-пластическую деятельность, а также по таким параметрам музыкальных способностей, как метроритмическое чувство, тембровый, архитектурный, гармонический слух.

Эмпирические данные, полученные в ходе педагогического диагностирования на констатирующем и контрольном этапах, были тщательно обработаны методами математической статистики и проверены по статистическим критериям. Полученные результаты дают основание подтвердить первую группу рабочих гипотез.

Как видно из табл. 4, в контрольных группах (КГБ, КГ) не выявлено значитель-

ных изменений, показатели все еще далеки от нормы. В экспериментальной группе (ЭГ) наблюдается заметное снижение уровня страхов, что доказывает положительное влияние эмоционально-ориентированного метода музыкально-пластической деятельности. Однако в экспериментальной группе, использующей водную среду (ЭГБ), зафиксировано существенное снижение уровня страхов: 79% детей достигли нормы, у оставшихся 21% отмечено снижение.

В результате анализа рисунков, полученного в ходе проведения диагностической методики «Нарисуй себя», только в ЭГБ были обнаружены следующие позитивные тенденции: появилось значительно больше цвета, что говорит о возрастании жизненной энергии, улучшении настроения, а также более благоприятном самоопределении; у части участников повысилась уверенность в себе, самооценка; наблюдалась большая детализация в изображении, что говорит о лучшем осознании схемы тела, а также о развитии мышления. Кроме того, обработка данных «Хэнд-теста» установила прогресс в развитии коммуникативных навыков у части ЭГБ. Именно наличие водной среды, в которой осуществлялась музыкально-пластическая деятельность, послужило условием достижения наилучшего результата образовательной деятельности с точки зрения здоровьесбережения. Также подтверждена вторая группа гипотез.

В процессе практической работы были сделаны следующие наблюдения, которые и обусловили, по нашему мнению, столь высокую результативность:

1. 100%-ная вовлеченность в музыкально-педагогический процесс детей ЭГБ, проявление радости и интереса в решении поставленных задач, ожидание каждого занятия «как праздника», высокая сконцентрированность на запоминании, об-

условленная невозможностью в бассейне «посмотреть на соседа». В ЭГ, осуществляющей ту же работу в музыкальном зале, дети довольно часто отвлекались.

2. Влияние водной среды, обусловленное специфическим, более глубоким проживанием музыкального движения всем телом, испытывающем влияние другого измерения, в том числе преодоление сопротивления. Возможность большей свободы самовыражения, поскольку устранен «эффект стеснения».

3. Использование эмоционально-ориентированного подхода к постижению музыкального содержания, в котором есть личностный смысл, и его воплощение в пластической деятельности в водном пространстве, что в значительной степени углубляет уровень взаимодействия с музыкой, повышает результат педагогической работы, а также мотивацию.

К вышесказанному следует добавить наблюдения за практической деятельностью в ЭГБ инструктора по плаванию, сообщившего, что включение музыкально-образовательного компонента повысило мотивацию и интерес к спортивным занятиям. Следует отметить восторженные отзывы родителей ЭГБ, которые благодарили за увлекательное зрелище и интересовались возможностью таких занятий в будущем. В ЭГ отзывы были сдержаннее, отмечалось ожидание более привычного новогоднего «праздника-шоу» с использованием популярных детских песен, некоторые родители оценили пластическое представление как «странное», «непонятное». Безусловно, отношение родителей косвенно влияет на отношение детей к проделанной работе.

Заключение

Проведенное исследование раскрывает широкий потенциал нового вида музыкально-пластической деятельности, рассматриваемого как инновационная здоровьесберегающая технология. Экспериментальным путем выявлен значительный прогресс в развитии музыкальных способностей и качества музыкальной пластики. Помимо очевидной пользы, содержащейся в физической культуре, как интегрированной составляющей предложенной образовательной технологии, обнаружены оздоровительные ресурсы в аспекте профилактики психоэмоциональных нарушений. Таким образом, музыкально-пластическая деятельность в водной среде продемонстрировала высокую эффективность в решении педагогических и здоровьесберегающих задач.

В рамках педагогического эксперимента были соблюдены все необходимые условия и процедуры, такие как подбор однородных групп генеральной совокупности, репрезентативность выборки, выбор измеряемых параметров и проверенных методик их диагностирования, использование наиболее достоверного экспериментального плана, предполагающего наличие контрольных групп, формулирование гипотез, следование необходимым этапам работы, обработка результатов диагностирования методами математической статистики, что позволяет говорить о высокой надежности и валидности проведенного эксперимента.

В заключение отметим, что существенное преимущество спроектированной нами педагогической модели заключается в комплексном воздействии на все сферы личности ребенка: физическую, интеллектуальную, нравственную и эмоциональную. При этом важна экономия учебного времени, учитывая широкий диапазон возможностей в одном виде деятельности. Резюмируя предшествующие рассуждения, можно сказать, что новый вид музыкально-пластической деятельности в водной среде может быть рекомендован к применению в любом образовательном учреждении, где имеются бассейн и необходимые технические условия.

Список литературы

1. Приказ Минобрнауки России от 17.10.2013 г. № 1155 «Федеральные государственные образовательные стандарты: ФГОС дошкольного образования» [Электронный ресурс]. URL: <https://fgos.ru/> (дата обращения: 17.07.2020).
2. Мозгот В.Г., Нестеренко Т.Н., Тупичкина Е.А. Развитие музыкально-пластических способностей учащихся младшего школьного возраста средствами междисциплинарного синтеза // Вестник АГУ, серия «Педагогика и психология». 2018. № 1. С. 111–117.
3. Горбунова Ю.С. О музыкальном развитии детей, обучающихся по коррекционной программе (седьмой и восьмой виды) в процессе игр в воде // Музыкальная культура глазами молодых ученых: сборник научных трудов. 2012. С. 213–221.
4. Анисимов В.П. Диагностика музыкальных способностей детей: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2004. 128 с.
5. Буренина А.И. Ритмическая мозаика: программа по ритмической пластике для детей 3–7-ми лет. Изд. 4-е, перераб. и доп. СПб.: Фонд Петербургский центр творческой педагогики «Аничков мост», 2015. 196 с.
6. Михеева Ю.В., Смирнова Л.М. Теоретическая и практическая работа со страхами // Социосфера. 2012. № 1. [Электронный ресурс]. URL: https://psyjournals.ru/files/52905/Sociosphaera_2012_n1_Mikheyeva-L-M-Smirnova.pdf (дата обращения: 17.07.2020).
7. Скворцова И.А. Балет П.И. Чайковского «Щелкунчик»: опыт характеристики. М.: Научно-издательский центр «Московская консерватория», 2011. 68 с.
8. Ворожцова О.А. Музыка и игра в детской психотерапии. М.: Изд-во Института психотерапии, 2004. 90 с.

УДК 37.012.3

ИНОСТРАННЫЕ СТУДЕНТЫ: ТРУДНОСТИ В ОБУЧЕНИИ**Сентилрубан О.В., Дроздова Ю.В.***Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону,
e-mail: olyaruban@gmail.com, franuli@mail.ru*

Современный подход к преподаванию русского языка как иностранного предполагает разработку таких технологий и методов обучения, которые удовлетворяют запросам иностранных граждан на получение образования в российских вузах. Студенты-иностранцы, прибывшие на обучение в Россию, находятся в новых условиях проживания и в другой культуре, что оказывает большое психологическое воздействие на эмоциональный фон и учёбу. Отмечены некоторые сложности, препятствующие эффективному обучению иностранных студентов русскому языку, и обозначены направления решения этих проблем. Полагаем, что именно сочетание классической методики с интерактивной формой обучения и коммуникативной направленностью является идеальным методологическим инструментарием обучения языку. В том числе говорится о такой важной составляющей образовательного процесса, как психологическая и социальная адаптация иностранных студентов. Одним из ключевых моментов является деятельность преподавателя, направленная на поддержку положительного эмоционального фона, способствующего успешной учебе. Представлены результаты опроса обучающихся подготовительного факультета, где иностранные слушатели только начинают изучать русский язык, не имея предварительной языковой подготовки. Полученные результаты позволили выделить наиболее эффективные методы обучения русскому языку как иностранному в целях совершенствования образовательного процесса.

Ключевые слова: русский язык как иностранный, имитационные методы, мотивация, речевые компетенции, национальные культуры, языковые достижения, качество обучения

FOREIGN STUDENTS: LEARNING DIFFICULTIES**Sentilruban O.V., Drozdova Yu.V.***Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: olyaruban@gmail.com, franuli@mail.ru*

The modern approach to teaching Russian as a foreign language involves the development of technologies and teaching methods that meet the needs of foreign citizens to receive education in Russian universities. Foreign students who come to study in Russia find themselves in new living conditions and in a different culture, which has a great psychological effect on the emotional background and study. Some difficulties that hinder the effective teaching of Russian language to foreign students are noted and directions for solving these problems are indicated. We believe that the combination of the classical methodology with the interactive form of teaching and communicative orientation is the ideal methodological toolkit for language teaching. It also talks about an important component of the educational process as psychological and social adaptation of foreign students. One of the key points is the teacher's activities aimed at maintaining a positive emotional background that contributes to successful learning. The results of a survey of students of the preparatory faculty, where foreign students are just beginning to learn Russian, without prior language training, are presented. The results obtained made it possible to identify the most effective methods of teaching Russian as a foreign language in order to improve the educational process.

Keywords: Russian as a foreign language, imitation methods, motivation, speech competence, national cultures, linguistic achievements, quality of education

Стремительные перемены во всех сферах общественной жизни, в том числе и образовании, ставят перед методистами и лингвистами задачи по модернизации современной педагогики и поиска эффективных методов и технологий преподавания.

Цель данного исследования – выявить сложности изучения русского языка как иностранного (далее РКИ).

Русский язык как иностранный – это учебный предмет в российских и зарубежных высших учебных заведениях. Основы методики его преподавания были заложены российским психологом и методистом Б.В. Беляевым в 1960-х гг. С тех пор продолжает совершенствоваться техника и технология РКИ.

Актуальными в настоящее время являются традиционные и инновационные приемы преподавания: системность и комму-

никативность обучения, изучение лексики и морфологии на синтаксической основе, учёт особенностей родного языка, этапов обучения и многое другое [1, с. 88]. Преподавание РКИ предполагает такой выбор и использование средств обучения, которые соответствуют определенным требованиям, учитывающим дидактические принципы обучения, отражение современной действительности, мультимедийные технологии, включают упражнения по отработке речевых и языковых навыков и тексты профессиональной направленности [2, с. 7].

Несмотря на большое разнообразие методов и методик преподавания русского языка как иностранного, студенты при его изучении по-прежнему сталкиваются со сложностями. В общем виде все сложности можно разделить на два основных типа (рис. 1).

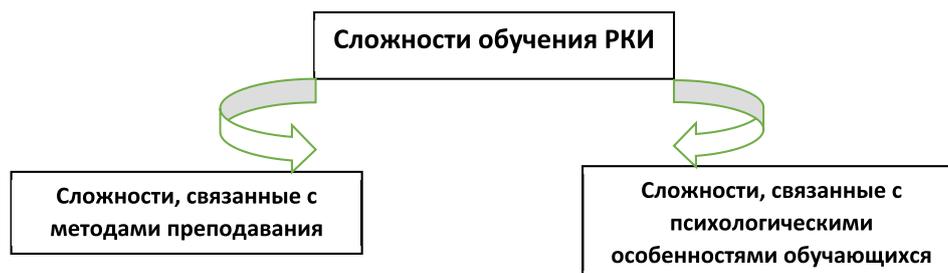


Рис. 1. Сложности обучения иностранных студентов русскому языку

Среди сложностей, связанных с методами преподавания, выделяют как сами образовательные технологии, так и выбор учебников и средств обучения, а также пути достижения целей по освоению языка [2, с. 7]. Скорее всего, на современном этапе необходимо говорить не об учебнике, а об учебно-методическом комплексе, включающем пособия по грамматике, чтению и аудированию; книгу для учителя и рабочую тетрадь для студента, аудио- и видеоматериалы [3, с. 129].

Что касается сложностей, связанных с методами преподавания русского как иностранного, то для поддержания интереса к изучаемому языку и коммуникативной активности обучающихся преподавателю следует в совершенстве владеть традиционными и инновационными методами обучения, а также поддержкой мотивации обучающихся. Именно мотив побуждает обучающегося быть активным участником образовательного процесса, заставляет переосмыслить реализацию поставленных учебных целей и задач, которые будут способствовать эффективности обучения русскому языку, так как в учебном процессе мы ориентируемся на личностный подход, который рассматривается с опорой на мотивационные уровни и установки на достижение планируемых результатов [4, с. 231].

В этой связи весьма эффективными в современном преподавании русского языка как иностранного являются имитационные методы. Они помогают приблизить учебные задания к жизненным ситуациям, погружают обучающихся в коммуникативную деятельность и закрепляют на практике приобретённые языковые умения и навыки. Имитационные методы относятся к активному обучению, предполагают высокую степень самостоятельности при выполнении заданий. К ним относят деловую и ролевую игру, ситуационные/проблемные задачи, кейсы, мозговой штурм и др. Вопросам теории и практики имитационных методов посвящены труды известных методистов

и филологов (М.А. Белогаш, Т.Ю. Ломакина, Е.А. Бударина, В.В. Бесценной, О.А. Леонгарда, Е.И. Пассова). В целом задачей имитационных методов при изучении русского языка как иностранного является развитие умения использовать язык как средство общения [5, с. 17].

Одним из имитационных методов активного обучения является метод ситуационных задач, в основу которого заложена некая языковая проблема и предоставлен выбор (5, с. 19). Характерной особенностью ситуационной задачи является ее представление в виде рассказа, при этом тема задачи должна быть познавательна и интересна обучающимся, в ней должны быть представлены проблема и вопросы для анализа ситуации, возможность выбора решения. При подготовке ситуационных задач необходимо учитывать языковую базу обучающихся, их возрастные и национальные особенности. По структуре ситуационные задачи представляют собой задачи-рисунки, задачи-таблицы, задачи-схемы и могут относиться к самым разнообразным лексическим темам.

Обучающиеся должны усвоить определенный лексический и грамматический минимум, чтобы решить поставленную перед ними коммуникативную задачу. Обязательным условием является также предъявление преподавателем образца или плана выполнения задачи и усвоение обучающимися определенного лексического и грамматического минимума, чтобы решить поставленную перед ними коммуникативную задачу.

В целом, говоря об имитационных методах обучения, видим, что они могут повысить интерес к русскому языку, мотивацию и кругозор; развить беглость устной речи и навыки решения проблем. Имитационные методы обучения будут эффективными при успешном усвоении грамматического и лексического аспектов русского языка, при систематической работе по развитию навыков чтения и письма. Эту мысль в своей

работе образно выразила Хельга О'Брайен, говоря, что грамматика – это костяк языка, а лексика – его плоть [6, с. 45]. Известно, что изучение грамматического строя русского языка с его системой падежей, спряжений и видов глаголов вызывает у студентов-иностранцев большие трудности. Для достижения целей по формированию языковых и речевых компетенций по РКИ преподавателям следует сочетать традиционные и инновационные методы. Без традиционных методов, предполагающих заучивание правил и регулярное выполнение письменных и устных упражнений и разнообразных контролей, нельзя понять логику и структуру языка [7, с. 52].

Отметим, что в воспитательных и лингвострановедческих целях в методическом плане преподавателям РКИ следует на занятиях больше использовать материалы «о родных культурах иностранных студентов» [8, с. 580]. Материалы о культурах родных стран обучающихся способствуют установлению доброжелательных отношений с преподавателем, вызывают положительные эмоции, повышают мотивацию и интерес к учебе. Студентам можно предлагать самые разнообразные задания, которые направляют их к воспроизведению высказываний [8 с. 581]. Подобранные наглядности позволяют студентам с интересом рассказывать о достопримечательностях своих стран; подготовить тексты-биографии известных людей стран, откуда приехали студенты. Тексты можно сопровождать заданиями по поиску ответов на вопросы, по установлению ложных и истинных фактов и т.д. Такие материалы подбираются с учетом уровня владения языком студентов, определяются порядок и их место в системе занятий.

Описанные методические приемы и методы в преподавании русского как иностранного способствуют формированию у обучающихся устойчивых языковых навыков и умений, подводя к главной цели изучения языка – направляют студентов в реальную коммуникацию.

Вторая проблема связана с психологическими трудностями самих обучающихся, так как студенты-иностранцы, получая образование в России, находятся в новых для себя условиях проживания, изучают предметы не на родном языке, в другой культуре с ее традициями и этикетом. В учебном процессе обучающийся занимает центральное место, поэтому преподавателю основное внимание необходимо направлять на студентов и их учебную деятельность, особенно в адаптационный период. Поддержание положительного эмоционального

фона будет только способствовать успешной учебе.

Но и от самого студента зависит качество учебной деятельности: как он сумеет организовать свое время для обучения, как примет условия изучения русского языка, таким и будет во многом результат его достижений [9, с. 178].

Н.Ф. Ефремова большую руководящую роль отводит преподавателю, который постоянно имеет возможность воздействовать на учебную мотивацию обучающихся, что, безусловно, положительно отражается на качестве знаний. Постоянное внимание преподавателя к учебной деятельности обучающихся положительно влияет на активизацию познавательной деятельности, позволяет действовать самостоятельно и повышает уверенность в успехе [4, с. 233].

Изучение русского языка вызывает много трудностей на первоначальном этапе, когда еще не выработана автоматизация речемыслительных действий и гибкость мышления. Поэтому и от самого студента зависит качество учебной деятельности: как он сумеет организовать свое время для обучения, примет условия и возможности изучения русского языка и достигнет положительных результатов в его освоении [9, с. 178].

Материалы и методы исследования

В рамках данного исследования проведено анкетирование слушателей из Ирака, Ливана, Алжира, Конго, Анголы, Эквадора, Палестины, Афганистана. В опросе принял участие 21 студент технического и экономического направления подготовки.

Результаты исследования и их обсуждение

Как показало анкетирование, уровень трудности в изучении иностранного языка студенты оценивают следующим образом: 75% – как высокий уровень, 20% – средний уровень, 5% – низкий уровень (рис. 2).

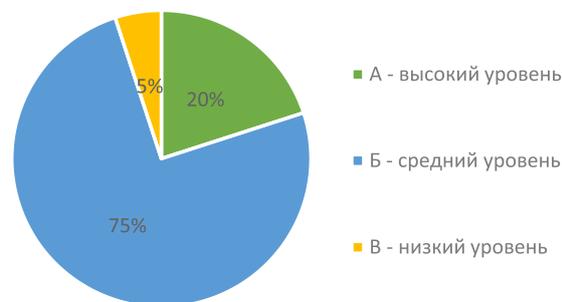


Рис. 2. Ответы на вопрос «Имеете ли Вы трудности при изучении русского языка? Как вы можете их оценить?»

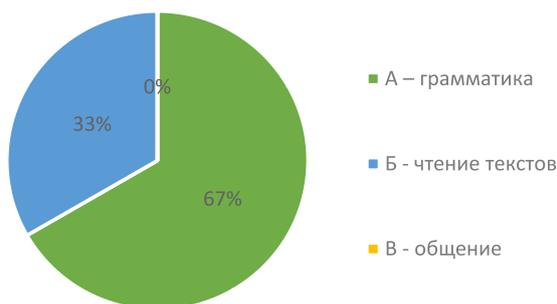


Рис. 3. Ответы на вопрос «Что для вас самое сложное в изучении русского языка?»

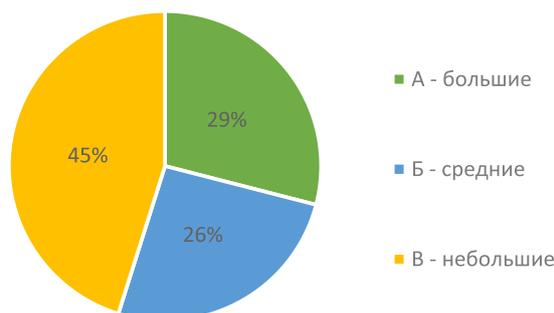


Рис. 4. Ответы на вопрос «Как вы оцениваете свои успехи в изучении русского языка?»

Ответы респондентов на вопрос
«Имеете ли вы предложения по улучшению качества учебного процесса?»

Респондент	Ответ
1	Использовать технологии в образовании
2	Проводить научные конкурсы среди студентов
3	Заботиться о студенте во всех аспектах: образовательных, воспитательных и психологических
4	Поддерживать творчество и инновации среди студентов
5	Большое внимание уделять обучению русским словам и диалогам, а не грамматике
6	Организовать дополнительные уроки, чтобы помочь студентам повысить свой уровень

Ответы на вопрос «Что для вас самое сложное в изучении русского языка?» представлены на рис. 3.

Наибольшие трудности у иностранных студентов связаны с изучением грамматики русского языка – 67% опрошенных. Чтение текстов на русском языке вызывает трудности у 33% студентов. Такое распределение свидетельствует о том, что усвоение структуры русского языка и его правил, и на их основе формирование речевых навыков и умений является одним из трудных аспектов овладения языком (рис. 4).

Менее половины опрошенных (45%) высоко оценили свои успехи в изучении русского языка. Почти в равных долях распределились ответы студентов, оценивающих свои достижения как средние и небольшие (рис. 4).

Ответы студентов на открытый вопрос «Имеете ли вы предложения по улучшению качества учебного процесса?» представлены в таблице.

В целом мы видим конструктивные предложения обучающихся, обусловленные собственным опытом изучения русского языка.

А свои успехи в изучении языка в будущем 100% респондентов оценили как большие и средние.

Большинство студентов считают качество преподавания русского языка высоким (90% участвующих в опросе), а 10% опро-

шенных оценили уровень преподавания как средний.

Заключение

Итак, сложности, связанные с методами преподавания РКИ и с особенностями обучающихся решаются комплексом методических, лингвистических и личностно-ориентированных подходов к процессу обучения. Применение как традиционных, так и инновационных методов обучения будет способствовать формированию языковых компетенций с коммуникативной направленностью, что является важным условием для получения высшего образования студентами-иностранцами на русском языке. Традиционные методы направлены на четкое усвоение грамматических правил с дальнейшим закреплением в упражнениях, текстах, контролях. Инновационные методы нацелены на развитие коммуникативных умений благодаря использованию мультимедийных технологий, ролевой игры, проектов, кейсов и многих других.

Результаты анкетирования показывают, что половина респондентов оценивала учебный процесс и отношение к нему позитивно. Подавляющее большинство студентов считают, что качество преподавания русского языка высокое и довольны учебно-методическим комплексом, используемым в процессе изучения русского языка.

Вместе с тем студенты отмечают существенные трудности в освоении языка. Необходимо принять во внимание результаты анкетирования и совершенствовать профессиональный уровень преподавателей с учетом специфики РКИ, приобретать умения в использовании современных технологий и методов обучения для выстраивания эффективного образовательного процесса, отвечающего требованиям и запросам иностранных граждан на высокий уровень владения русским языком.

Список литературы

1. Горовая Н.Н. Внедрение интерактивных методов обучения в преподавание дисциплины «практика устной речи» при обучении иностранных студентов-медиков // Вестник науки и образования. 2017. Т. 1. № 3. С. 88–89.
2. Булгакова И.Ю. Обучение профессиональному иностранному языку как предмету, сопровождающему и дополняющему профессиональное образование инженера. Омск: ОмГТУ, 2015. 88 с.
3. Арутюнов А.Р. Теория и практика создания учебника русского языка. М.: Рус. яз., 1990. 168 с.
4. Ефремова Н.Ф. Мотивационный аспект независимого оценивания достижений обучающихся // Российский психологический журнал. 2017. Т. 14. № 2. С. 231.
5. Фесенко О.П., Федяева Е.В., Штехман Е.А., Бесценная В.В., Мельник Ю.А. Имитационные методы в преподавании русского языка как иностранного в военном вузе: ситуационные задачи и кейсы. Омск: Издательство Ипполитова, 2017. 139 с.
6. О'Брайен Хельга. Пугало для Митрофанушки // Обучение за рубежом. 2006. № 5. С. 45–47.
7. Ращевская Е.П. Аклектический подход к преподаванию грамматики в курсе русского языка как иностранного // Universam: Филология и Искусствоведение. 2017. № 2. С. 51–55.
8. Черняева Т.В. Методические аспекты использования материалов о родных культурах иностранных студентов на занятиях по русскому языку // Достижения фундаментальной, клинической медицины и фармации: материалы 72-й научной сессии сотрудников университета (Витебск, Республика Беларусь, 25–26 января, 2017 г.). Витебск: Издательство Витебского государственного медицинского университета, 2017. С. 580–581.
9. Хасанов Н.Б. Современные тенденции и общие проблемы овладения студентами русским языком в вузе // Ученые записки Худжандского государственного университета им. академика Б. Гафурова. 2017. № 1. С. 177–180.

УДК 378.1

ПОДХОДЫ И ПРИНЦИПЫ ГУМАНИТАРИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ В РЕГИОНАЛЬНОМ ВУЗЕ

Сираева М.Н.

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», Ижевск, e-mail: marinasiraeva@mail.ru

В данной статье ставится цель обобщить основные подходы и принципы гуманитаризации образовательной среды в региональном вузе. В качестве основных автором выделяются компетентностный и культурологический подходы, поскольку они содержат приоритетную ориентацию на личностные и социальные цели и ценности образования: обучаемость, воспитуемость, самоопределение, способность к самореализации и социальной самоотдаче, коллективному действию, сотрудничеству. Автор придерживается позиции, согласно которой гуманитарная направленность образовательного процесса студентов способствует развитию личностно значимых качеств будущих специалистов, их ценностных ориентаций и набора необходимых компетенций, и является одним из существенных факторов гуманитаризации высшего образования. Новый для высшей школы вопрос регионализации требует формирования эффективной региональной политики, выработки научно обоснованной концепции реформирования региональных систем высшего образования, а также принципов их взаимодействия в едином образовательном пространстве страны. Автор приходит к выводу, что современные тенденции на мировом рынке образовательных услуг свидетельствуют о том, что эффективное функционирование национальной и региональной систем образования предполагает создание организационно-экономического механизма региональной образовательной политики, который включает систему мер по обеспечению единого и открытого образовательного пространства, инструменты интеграции структур науки и образования на постоянной основе, мониторинг основных показателей развития образования на уровне муниципалитетов.

Ключевые слова: высшее образование, региональный вуз, гуманитаризация, образовательная среда, подход

APPROACHES AND PRINCIPLES OF HUMANITARIZATION OF THE LEARNING ENVIRONMENT IN THE REGIONAL UNIVERSITY

Siraeva M.N.

Udmurt State University, Izhevsk, e-mail: marinasiraeva@mail.ru

The aim of the article is to summarize basic approaches and principles of humanitarization of the learning environment within the regional university. The author offers a specialized focus on competency-based approach and cultural approach due to the fact that the given theoretical background relies on a range of values of both personal and social relevance, including learning aptitude, trainability, self-determination, personal identity, perseverance and commitment to teamwork and collaboration, willingness to fulfill oneself. The author upholds the position that humanitarian focus of a learning process is expected to contribute to the development of a range of qualities of members of a profession to be which are expected to have considerable personal meaning. Moreover the paper proves that humanitarian focus affects the value system of a learner, improves the expertise level and could be regarded as one of the key factor of humanitarization of higher education. Regionalization of higher education as a new challenge for modern Universities needs efficient regional policy, development of scientifically well-founded concepts and principles of interaction within the common national learning environment. The author arrives at the conclusion that current trends relevant to the global market of educational services suggest that efficient national and regional policies require specific institutional, administrative and economic tools which would regulate a scope of measures in order to create common open learning environment, to find common ground between scientific and educational sectors, to monitor regional and municipal development rates of education.

Keywords: higher education, regional University, humanitarization, learning environment, approach

Основным вектором развития системы высшего образования является обеспечение деятельности вуза как особого социокультурного института, призванного способствовать удовлетворению личностных и профессиональных интересов и потребностей обучающихся, раскрытию их гуманитарного, нравственного и духовного потенциала.

Гуманитарная среда вуза как часть социокультурного пространства направлена на удовлетворение потребностей и интересов личности в соответствии с общечеловеческими и национальными ценностями. Она представляет собой пространство,

которое способно трансформироваться и модифицироваться в зависимости от той или иной модели взаимодействия субъектов образовательного процесса, объединенных совокупностью ценностей, традиций, правил и норм, определяющих жизнедеятельность вузовского коллектива в целом.

В условиях развития рыночных отношений в России особую роль играет институционализация региональной образовательной среды, обеспечение конкурентоспособности учреждений высшего профессионального образования. При этом одно из главных направлений образования в России связано с повышением его каче-

ства. Одним из факторов, актуализирующих эту проблему, является децентрализация высшей школы, которая, в свою очередь, приводит к расширению автономии высших учебных заведений, ослаблению контроля со стороны государства, а также к увеличению объема ответственности за подготовку конкурентоспособных и востребованных специалистов [1].

В результате сложилась ситуация, когда работодатели получают возможность либо прямо, либо опосредованно, через механизмы рынка труда и рынка образовательных услуг воздействовать на высшие учебные заведения с целью повышения качества профессиональной подготовки выпускников.

Цель исследования заключается в том, чтобы обобщить, выявить сильные и слабые стороны основных подходов и принципов, которые можно рассматривать в качестве научно-теоретических основ гуманитаризации образовательной среды в региональном вузе.

Материалы и методы исследования

Высокая социально-экономическая значимость сферы образования, уровень ее коммерциализации, соотношение государственного и негосударственного секторов рынка образовательных услуг, появление новых форм образовательных услуг, усиление конкурентных отношений на национальном и региональном рынках обуславливают актуальность проведения исследований по проблемам формирования региональной образовательной среды и обеспечения конкурентоспособности вуза в регионе.

С точки зрения ожидаемых результатов в исследовании были использованы такие методы, как анализ и синтез, сравнение, описание и статистический метод.

Результаты исследования и их обсуждение

В исследованиях образовательной среды в регионе четко выделяются два основных вектора. Первый (макроэкономический) вектор обуславливает потребность в изучении уровня конкурентоспособности того или иного учреждения высшего профессионального образования с точки зрения используемых административных, информационных и технологических ресурсов. Второй (микроэкономический) вектор связан с конкурентной рыночной средой региона, в условиях которой отдельно взятое учреждение высшего профессионального образования в той или иной степени испытывает давление на рынке образовательных услуг со стороны других вузов.

Статистические данные свидетельствуют о перенасыщенности отечественного рынка труда специалистами с высшим образованием: по данным экспертов, предложение в 4,5 раза превышает спрос. При этом обращает на себя внимание двукратный рост дефицита специалистов со средним профессиональным и шести-семикратный дефицит специалистов с начальным профессиональным образованием [2].

Так, в среднем по России из каждой 1000 человек населения в возрасте 15 лет и старше 234 человека имеют высшее (включая послевузовское) профессиональное образование, в Удмуртской Республике этот показатель составляет 202 человека.

Еще одна характерная для российских регионов тенденция сводится к тому, что большая часть выпускников высших учебных заведений трудоустроивается не по полученной специальности (профессии), что ограничивает их дальнейший профессиональный и социальный рост. Среди причин, ограничивающих доступ к социальным лифтам и препятствующих профессиональному росту, представители различных групп молодежи называют не только недостаточный уровень сформированных во время обучения компетенций (30%) и квалификаций (26,1%), но и отсутствие возможностей повышать квалификацию (33,4%) или получать востребованное профессиональное образование (15%) [3].

На рынке труда Удмуртской Республики продолжает сохраняться несоответствие спроса и предложения рабочей силы и при этом сохраняется устойчивый спрос на рабочие профессии. Потребность предприятий в работниках на 01.01.2021 г. составила 8900 чел., из них по рабочим профессиям – 6402 чел. (72%). Количество имеющихся вакансий увеличилось на 50% по сравнению с аналогичным показателем на ту же дату прошлого года.

Гуманитаризация образовательной среды в региональном вузе

Рассмотрим основные подходы, на которых основан процесс гуманитаризации современного высшего образования в региональном вузе на примере Удмуртского государственного университета (УдГУ).

Роль УдГУ в регионе определяется его целевой установкой, суть которой заключается в реализации опережающей модели подготовки высококвалифицированных специалистов, востребованных в ключевых сферах экономической деятельности региона.

Стратегическими задачами инновационной политики университета, направлен-

ной на гуманитаризацию образовательной среды, являются:

- содействие переходу региона на инновационный путь развития за счет генерации новых идей и технологий, расширения сектора наукоемких технологий, поддержки региональных научных школ и молодежной науки;
- поддержка инициатив, продвижения современных информационных и инновационных технологий, развития производственной деятельности вуза;
- применение новых управленческих подходов и решений;
- диверсификация источников финансирования;
- продвижение конкурентоспособных и востребованных результатов интеллектуальной деятельности.

Опираясь на собственный накопленный практический опыт, а также на теоретические достижения мировой педагогики, можно заключить, что основу гуманитарной образовательной среды вуза составляет совокупность управленческих, педагогических и материально-технических подходов и принципов, ключевыми среди которых являются компетентностный и культурологический подходы.

Методологией современного образования является *компетентностный подход*, в соответствии с которым вектор системы образования смещается с процесса на результат [4].

Овладение компетенциями есть результат образования. Освоенные обучающимися компетенции как интегральная характеристика включают в себя знания, умения, навыки, а также способности применять их в конкретных ситуациях, как профессиональных, так и социальных. Традиционные термины «готовность», «подготовленность» в этом формате заменяются терминами «компетентности» и «компетентность». По мнению современных методологов, компетентность – обладание обучающимся соответствующей компетенцией, отражающей его личностное отношение к предмету деятельности (А.В. Хуторской). Иными словами, под результатом обучения сегодня понимается то, что должен студент знать, понимать и быть в состоянии выполнить на практике по окончании вуза. Компетентности формируются в системе формального образования, в ходе самостоятельной работы, а также за пределами системы формального образования, при этом сохраняется возможность прогнозировать результаты образования. Содержание компетенций задается структурой дисциплин и содержанием основных образовательных программ. При этом пред-

полагается, что содержание образования должно разворачиваться по принципу от общего к частному, от общего представления об осваиваемой деятельности к конкретизации ее составляющих.

В терминах компетентностного подхода, заложенного в ФГОС нового поколения, результатом освоения образовательной программы высшего профессионального образования является набор общекультурных и профессиональных компетенций, которым должен обладать выпускник, и который обеспечит ему необходимый уровень конкурентоспособности на рынке труда.

Культурологический подход также является методологической основой изучения проблемы гуманитаризации образования, поскольку современные концепции образования обращены к личности, к ее культурному развитию и самоопределению. Соответственно, содержание образования должно рассматриваться в педагогическом процессе как «произведение культуры». «Произведение культуры» персонализировано (имеет автора), но в то же время создано для всех и принадлежит всем. Значимость «произведения культуры» заключена в его возможности быть понятым и принятым всеми вне зависимости от исторических рамок. Взаимосвязь культуры и образования может быть обоснована тем, что образование как культурно-исторический феномен по своей природе культуросообразно, культурнособытийно; образование выступает как та часть культурного пространства, которая ориентирована на его целостное воспроизводство; образование в системном отношении изоморфно культуре, при этом системообразующим компонентом выступает человек [5].

Таким образом, этот подход имеет свой определенный вектор – от личности к культуре, то есть исследование духовной жизни человека, сформированного этой культурой, а также системы его представлений о культуре, отражающейся в национальной картине мира.

Формы актуализации культурологических идей различны. Обратим внимание на те проблемы, которые связаны непосредственно с образованием:

- кросс-культурный подход – совокупность методов описания, сравнения и изучения культурных различий сообществ, особенностей влияния социокультурной среды (социокультурных ценностей, обычаев, институтов) на личность, а также индивидуального культурного опыта на психику и деятельность (в частности, на особенности восприятия, интерпретации и т.п.);
- культурно-исторический подход Л.С. Выготского (в разработке теорети-

ческих основ принимали также участие А.Н. Леонтьев и А.Р. Лурия; в западной психологии сходные идеи были высказаны В. Вундтом, который считал культурно-исторический метод наиболее адекватным изучению психики человека); в основе подхода – идея интериоризации обучающимся социальными-символической, опосредованной знаками деятельности; процесс и результат такой деятельности составляют суть присвоения ценностей культуры, при этом психические функции становятся культурными; на этой основе была разработана модель «вращения» культурных знаков в структуру психических функций обучающегося и сформулировано положение о зоне ближайшего развития, которое рассматривалось как «поле» его совместной с обучающим опосредованной культурной деятельности, где и происходит переструктурирование психических функций;

– разные формы и варианты культурной психологии, которые развивались благодаря исследованиям многих психологов и культурологов и в разной мере ставили задачу «переместить культуру с периферии общей психологии в ее центр» (М. Коул, С. Скрибнер, Р. Шведер), опираясь на следующие тезисы: прямая и опосредованная связь мышления и культуры, структурирование развития контекстами обыденной жизни, коэволюция деятельности и артефактов (материально-идеальных фундаментальных элементов культуры);

– интегративный культурно-филозофский подход: соединение идеи культурологии и культурной антропологии с основными концепциями современных гуманитарных и естественно-научных дисциплин (П.С. Гуревич, Э.А. Орлова, А.А. Пузырей, В.М. Розин, А.Я. Флиер и др.);

– неклассический подход: синтез идей общей психологии и культурной психологии, с одной стороны, и философской антропологии – с другой, и выявление их сложного влияния на современную педагогическую психологию и педагогическую антропологию с целью преодоления границ традиционного психологизма и упрощенного культурализма, ограниченных прямыми связями человека и культуры (А.Г. Асмолов, В.П. Зинченко, В.И. Слободчиков).

Оценку значимости культурологического подхода в образовании следует рассматривать, прежде всего, с позиции влияния интеграции гуманитарных знаний на те основные качества и свойства личности, которые определяют ее становление, гармонизацию ее отношений с окружающим миром [6].

Процесс гуманитаризации образования обеспечивается реализацией таких прин-

ципов, как дидактическая культуросообразность, диалог культур и цивилизаций, доминирование методически приемлемых проблемных культуроведческих заданий, социообразность и др. Остановимся на характеристике данных принципов.

Принцип дидактической культуросообразности, прежде всего, учитывается при отборе культуроведческого материала для учебных целей, при отборе фактов и событий культуры, способов их интерпретации [7]. Е.В. Кавнатская считает необходимым:

– определить ценностный смысл и ценностную значимость отбираемых материалов для формирования у обучающихся неискаженных представлений об истории и культуре соизучаемых народов, вариативности стилей их жизни и культурообогащающих взаимовлияний;

– осознать, в какой степени данный материал может служить стимулом для ознакомления с понятиями, знание которых весьма существенно для ориентации индивида в современном мире культур («культурное наследие», «культурное сообщество», «культурное многообразие», «мир и культура мира», «язык и языковая культура», «поликультурная личность», «диалог культур» и т.д.);

– прогнозировать опасность проникновения искаженных культурных воззрений в учебную аудиторию и возможности манипулирования культурными представлениями обучаемых;

– установить целесообразность использования культуроведческого материала с учетом возрастных особенностей и интеллектуального потенциала обучаемых;

– определить наличие такого культуроведческого материала, на основе которого возможно ознакомление обучающихся со способами защиты от культурной агрессии и культурной дискриминации.

Принцип диалога культур и цивилизаций требует от преподавателя анализа культуроведческого аутентичного и частично аутентичного материала с точки зрения потенциальных возможностей его использования при моделировании в учебной аудитории такого культурного пространства, погружение в которое строится по принципу расширяющего круга культур и цивилизаций.

При разработке методической модели культурологического обогащения образовательной среды данный принцип требует ответа на вопрос о том, насколько реально создаются условия для поликультурного развития личности обучающихся; для подготовки их к выполнению в обществе роли культурных посредников в ситуациях меж-

культурного общения; для развития у обучающихся общепланетарного мышления и этики поведения, а также таких качеств, как социокультурная наблюдательность, культурная непредвзятость, готовность к общению в инокультурной среде.

Принцип доминирования проблемных культуроведческих заданий ориентирует преподавателя на построение такой методической модели, при которой в процессе решения постепенно усложняющихся культуроведческих задач обучающиеся:

- тренируются в сборе, систематизации, обобщении и интерпретации культуроведческой информации;

- овладевают стратегиями культуроведческого поиска и способами интерпретации культуры;

- развивают межкультурную коммуникативную компетенцию, которая помогает им ориентироваться в соизучаемых типах культур и соотносимых с ними коммуникативных нормах, в выборе культурно приемлемых форм взаимодействия с людьми в условиях современного межкультурного общения;

- формируют и углубляют представления не только о специфических различиях в культурах, но и об их общих чертах в общепланетарном смысле;

- участвуют в творческих работах культуроведческого и коммуникативно-познавательного характера.

Социальное начало педагогического процесса находит отражение в *принципе социосообразности*. Социосообразность обеспечивает соответствие педагогического процесса потребностям социума в воспитании молодого поколения, обладающего определенными качествами, адекватными реалиям времени и состоянию общества [8]. Сущность педагогического процесса сегодня заключается в целенаправленном и организованном взаимодействии субъектов педагогического процесса – обучающего и обучающегося. Педагогическая деятельность является по своей сути социальной; она направлена на социальную адаптацию обучающегося и оказание ему помощи в организации себя, своего психологического состояния, на установление нормальных отношений в семье, в университете, в обществе.

Выводы

Эффективность функционирования системы высшего образования определяется эффективностью работы высших учебных заведений. В этом отношении университет можно сравнить с фирмой, которая аккумулирует материальные, физические, интеллектуальные ресурсы и трансформирует их

в конечный продукт – компетенции, сформированные у выпускников вуза.

Современное общество испытывает потребность в реализации идей гуманистической психологии и педагогики. Это направление связано с установлением конструктивных межличностных отношений в академической группе, установлением отношений сотрудничества и взаимодействия с обучающимися. Содержательно эти идеи находят свое отражение в одном из важнейших принципов педагогического процесса – *принципе гуманизации*.

Данный принцип обуславливает построение педагогического взаимодействия, прежде всего, как источника раскрытия, а затем уже и преобразования свойств и проявлений субъекта образовательного процесса.

Гуманизация воспитания и обучения – это реализация в процессе построения отношений между педагогом и воспитанником принципов мировоззрения, в основе которого лежит уважение к людям, забота о них, постановка в центр внимания интересов и проблем учащихся [9].

Установление гармоничных отношений между участниками образовательного процесса зависит от степени сформированности гуманистических качеств личности. В совокупности гуманистические качества личности составляют основу предложенной В.А. Ядовым гуманистической ценностной диспозиции личности, которая предполагает ее осознанную готовность воспринимать человека как высшую ценность. Опора на компетентностный и культурологический подходы позволяет придать образованию личностно ориентированный характер, преодолеть авторитаризм, сделать процесс освоения знаний, умений и навыков эмоционально окрашенным за счет поощрения инициативы учащихся, установить конструктивные межличностные отношения в учебной аудитории, совместно обсуждать проблемы познавательного процесса и способы его оценки, отказаться от использования отметки как формы давления на учащихся.

Таким образом, можно констатировать, что построение гуманитарной образовательной среды в вузе в целом связано с решением проблемы гуманитаризации высшего образования.

Интегративная целостность образовательной среды регионального вуза обуславливается единой целью, общностью функционирования, внутренней организацией, обеспечиваемой взаимодействием различных структурных и социальных элементов между собой и с окружающей средой (образовательной средой региона, профессиональной средой).

Список литературы

1. Шишкина Н.А. Расчет маржинальной доходности образовательных программ // Математика и естественные науки. Теория и практика: межвузов. сб. науч. тр. 2018. Вып. 13. С. 95–103.
2. Сапаниди П. Молодежь на рынке труда // Человек и труд. 2011. № 4. С. 52–56.
3. Горшков М.К., Шереги Ф.Э. Молодежь России в зеркале социологии. К итогам многолетних исследований. М: ФНИСЦ РАН, 2020. 688 с.
4. Трофимова Г.С. Педагогическое образование: принципы и концепция. Ижевск: Издательский Центр «Удмуртский университет», 2018. 76 с.
5. Видт И.Е. Образование как феномен культуры. Тюмень: Печатник, 2006. 200 с.
6. Тюнников Ю.С. Развитие системы дополнительного профессионального образования: современные вызовы, теория, практика. М.: Флинта: Наука, 2014. 384 с.
7. Кавнатская Е.В. Социокультурные аспекты развития умений профессионально-делового общения специалистов в области обучения иностранным языкам: дис. ... канд. пед. наук. М., 1999. 206 с.
8. Тряпицына А.П. Педагогика: учебник по направлению «Педагогическое образование». СПб.: Питер, 2013. 304 с.
9. Коджаспирова Г.М., Коджаспиров А.Ю. Педагогический словарь: для студентов высших и средних пед. учебных заведений. М.: Изд. центр «Академия», 2015. 176 с.

УДК 796.012.12:371.715

**МЕТОДИКА РАЗВИТИЯ ВЫНОСЛИВОСТИ У ЮНОШЕЙ 16–17 ЛЕТ
В УЧЕБНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ****Соболева Н.В., Токарчук Ю.А., Петряева И.Ю.***ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: y.tokarchuk@yandex.ru*

В статье рассматривается одна из важнейших задач в период учебно-воспитательной деятельности – подготовка здоровых, всесторонне развитых молодых людей с высоким уровнем навыков и умений, формируемых учебной программой по физической культуре и спорту, для последующего поступления в институты спортивного профиля. Устойчивость организма к неблагоприятным внешним и иным факторам зависит от возраста, от врожденных и приобретённых данных каждого человека. Устойчивость является подвижной характеристикой и, безусловно, поддается тренировке, как посредством мышечных нагрузок, так и различными внешними воздействиями. Рассматривается примененная нами методика с использованием специальных подготовительных упражнений на уроках физической культуры, а также рассмотрен вопрос, как в свете примененной новой методики должно быть организовано правильное сочетание различных форм работы на уроках по физической культуре. Проведены три этапа опытно-экспериментальной работы с учащимися старших классов. В процессе ознакомления с программно-нормативными документами и специальной литературой была разработана методика развития выносливости у учащихся старшего школьного возраста, адаптированная к программе по физической культуре в старшей школе, а также опытным путем проверена ее эффективность и даны практические рекомендации для работы с данным контингентом.

Ключевые слова: методика, выносливость, учащиеся, физическая культура, учебно-воспитательная деятельность, соматотип, возраст

**TECHNIQUE OF DEVELOPMENT OF ENDURANCE IN YOUNG MEN 16–17 YEARS
IN EDUCATIONAL ACTIVITIES****Soboleva N.V., Tokarchuk Yu.A., Petryaeva I.Yu.***Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: y.tokarchuk@yandex.ru*

In the article considers one of the most important tasks during the period of educational activity – the training of healthy, comprehensively developed young people with a high level of skills and skills, formed by the curriculum in physical culture and sports for subsequent admission to sports institutes. The stability of the body in adverse external and other factors depends on age, on the innate and acquired by each person. Resistance is a mobile characteristic, and is certainly amenable to training, both through muscle loads and various external influences. We are considering the methodology used by us using special preparatory exercises in physical education lessons, as well as the question of how, in the light of the applied new methodology, the correct combination of different forms of work in physical education lessons should be organized. Three stages of experimental work with high school students were carried out. In the process of familiarization with program-normative documents and special literature, a methodology for the development of endurance in students of senior school age was developed, adapted to the program on physical education in high school, as well as experimentally tested its effectiveness and gave practical recommendations for working with this contingent, was developed.

Keywords: methodology, endurance, students, physical culture, educational activity, somatotype, age

Повышенные требования современных школ к уровню знаний школьников зачастую могут привести к переутомлению, которое приводит к сдвигам жизненно важных систем организма и приобретению различных заболеваний или осложнениям в состоянии здоровья [1]. Учащиеся 10–11-х классов подвергаются большим перегрузкам в психоэмоциональной сфере [2], которые связаны с подготовкой к экзаменам, выбором будущей профессии и поступлением в выбранное высшее учебное учреждение [3].

Исследуемая проблема начинает проявляться в основном у подростков, чьи физиологические особенности характеризуются созреванием всех систем организма [4]. Именно физиологические изменения присутствуют у учащихся старшего школьного воз-

раста, с одной стороны, и эти изменения почти соответствуют состоянию организма взрослого человека, с другой [5]. Теоретическая значимость проделанного исследования в том, что результаты педагогического эксперимента дополняют уже известные факты о подходах к развитию физических качеств (выносливости) в практике физического воспитания в школе [6, 7]. Кроме того, ряд исследователей, занимающихся данным вопросом, уже получили данные по школьному возрасту сельской местности с учетом соматотипа, типа высшей нервной деятельности, биологического возраста [8], с учетом телосложения и биологического возраста [9], используя различные средства (в том числе различные тренажеры) индивидуализации нагрузки [10], однако подобного исследования не проводилось.

Учебно-воспитательную работу на уроках физической культуры необходимо строить с учетом индивидуального подхода в зависимости от типологических особенностей занимающихся. Практическая значимость исследования заключается в разработке комплексной методики, направленной на развитие выносливости юношей 16–17 лет в процессе учебно-воспитательной работы. Экспериментальная методика построена на дифференцированном подходе к учащимся с учетом различных морфологических, а также физических показателей, которые отражают общую и профессиональную работоспособность, а также набором специальных средств и методов, направленных на развитие выносливости с учетом их соматотипа и типа высшей нервной деятельности.

Цель исследования – теоретическое обоснование, применение и проверка эффективности методики развития выносливости у учащихся старшего школьного возраста.

Материалы и методы исследования

Настоящее педагогическое исследование проводилось на базе Красноярской университетской гимназии № 1 в г. Красноярске в период с сентября 2018 по сентябрь 2019 г. Испытуемыми стали 20 юношей – учащихся старших классов. Предварительный эксперимент состоял из обследования испытуемых и проведения предварительного тестирования. Обследование представляло собой выявление морфофункциональных особенностей подросткового организма исследуемого. Подобранные тесты позволили определить показатели развития выносливости до начала внедрения комплексной методики. До обследования всех испытуемых поделили на группы в зависимости от реакции на нагрузку с тремя диапазонами интенсивности согласно проявлению частоты сердечных сокращений, а также с учетом пола и возраста. Первая – где ЧСС = 125–140 уд/мин, вторая – 140–155 уд/мин и третья – с ЧСС выше 155. Также были получены результаты восстановления испытуемых после воздействия на них избирательных развивающих нагрузок.

Затем был разработан план организации уроков по физической культуре с включением в основную часть урока специальных подготовительных упражнений для развития выносливости юношей 16–17 лет.

Все исследования проводились во время уроков физической культуры. Чтобы оптимально спланировать и сочетать проведение уроков и обследования и не нарушать поведенческой дисциплины, испытуемых разделили на малые группы [11]. Когда

одна группа обследовалась, остальные шли на урок физической культуры по утвержденному школьному расписанию. После проведенного обследования одной группы группы менялись.

В течение педагогического эксперимента при внедрении методики осуществлялся повышенный педагогический контроль, последовательно использовались подготовительные упражнения в основной части урока.

Эксперимент длился в течение одного года, 20 испытуемых были разделены на экспериментальную и контрольную группы. Экспериментальная группа занималась по разработанной нами методике, в то время как контрольная группа – по тематическому плану и программе по физической культуре для 10–11 классов. В начале и конце учебного года мы протестировали испытуемых для определения показателей выносливости, а также для определения однородности выборки [12].

Тесты:

1. Бег, 1000 м.

2. Пробегание расстояния за 6 мин.

3. Пробегание расстояния за 12 мин (Тест Купера).

1. Особенностью методики стал комплекс специально подобранных подготовительных упражнений: пробегание коротких отрезков по 300–400 м, где интенсивность составляла не менее 50% от максимума, а ЧСС = 125–130 уд/мин; пробегание 1000 м по равным отрезкам с использованием интервального метода (5×200 м с отдыхом между отрезками равным 5 мин и ЧСС = 130–140 уд/мин; пробегание 1000 м по отрезкам в интервальном режиме (5×200 м с отдыхом между отрезками равным 4, 3 и 2 мин. При выполнении данного упражнения параллельно в уменьшении времени отдыха происходило увеличение интенсивности ЧСС до 170–180 уд/мин); контрольное пробегание дистанции с постепенным увеличением интенсивности с 50% до 75%. Участникам эксперимента в случае появления признаков утомления разрешалось чередовать бег и ходьбу. **Всего за одно занятие** испытуемые выполняли от двух до четырех серий упражнений. Особенностью было то, что упражнения выполнялись с разными интервалами отдыха между сериями, а также с увеличением интенсивности от серии к серии.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследования мы определили первичные и повторные (после применения методики) показатели развития выносливости у обеих групп (таблица).

Результаты первичной и конечной диагностики показателей выносливости экспериментальной и контрольной групп

Тесты	ЭГ (n = 10)	КГ (n = 10)	Критерий		При P = 0,05
	x ± m	x ± m	t рас.	t табл.	Достоверность
Тест Купера (м) До эксперимента	3800 ± 151	3801 ± 42	0,3	2,3	>
Тест Купера (м) После эксперимента	4248 ± 149	3796 ± 151	2,7	2,3	<
Кросс 2 км (сек) До эксперимента	416,2 ± 101	414,8 ± 10,2	0,75	2,3	>
Кросс 2 км (с) После эксперимента	403,1 ± 89	387,2 ± 92	3,11	2,3	<
6-минутный бег (м) До эксперимента	1320 ± 156	1380 ± 115	2,1	2,3	>
6-минутный бег (м) После эксперимента	1441 ± 149	1414 ± 109	2,47	2,3	<

После проведения предварительно-исследования показателей выносливости, мы выявили морфофункциональные особенности организма юношей. В результате обследования у 29% испытуемых ряд показателей отличаются от среднegrупповых, определенных исследователями для данного возраста. Так, у исследуемых достоверно отличались следующие морфологические показатели: длина тела, масса тела, окружность грудной клетки. Показатели выносливости без учёта типа телосложения у исследуемых астеников были ниже среднего, у нормостеников – среднего уровня, а у гиперстеников – выше среднего. Вышеперечисленное дало основание заключить, что на уроках физической культуры физической подготовке (в частности, развитию выносливости) уделяется недостаточное количество времени. Поэтому внедрение комплексной методики с дифференцированным подходом в систему физического воспитания в современной школе является весьма актуальным.

Только с учетом индивидуальных возможностей и особенностей занимающихся, с соблюдением мер безопасности, принципов восстановления организма, используя принцип постепенности в старшем школьном возрасте и обеспечивая должный уровень педагогического контроля, можно улучшить показатели развития выносливости. Поэтому разработанная нами методика основана на следующих положениях:

1. Процесс развития и совершенствования выносливости, в соответствии с программой по физической культуре для старших школьников должен учитывать соотношение интенсивности нагрузки, отдыха и варьироваться в соответствии с изменением показателей частоты сердечного сокращения..

2. Оптимальное соотношение нагрузки различной интенсивности и объема обусловлено важностью развития и совершенствования адаптационных механизмов организма школьников.

3. Интенсивность нагрузки при выполнении физических упражнений должна соответствовать критическим зонам функционирования основных систем организма учащихся данного возраста. Нагрузки аэробной и анаэробной мощности в данном возрасте соответствуют средним показателям ЧСС, равным 130 и 150 уд/мин соответственно.

4. По продолжительности для получения положительного тренировочного эффекта, выполнять упражнения следует с максимальным объемом нагрузки, но только до появления признаков переутомления.

5. Использование на уроках физической культуры нагрузок разной направленности и их чередование неизбежно приведет к разностороннему развитию всех способностей организма занимающихся (циклические способности всех групп мышечных волокон), а также к развитию всех систем, которые обеспечивают двигательную работу.

6. Особое значение необходимо отнести явлению суперкомпенсации, которое достигается путем варьирования работы и отдыха. Считается, что новая нагрузка должна приходиться на период недовосстановления организма, то есть не до «исходного» состояния занимающегося, причем новая нагрузка обязательно должна превосходить предыдущую. Только таким волнообразным способом можно достичь фазы суперкомпенсации.

На следующем этапе педагогического эксперимента мы получили показатели, которые указывают на время, которое необходимо занимающимся для развития

способностей работы медленных и промежуточных мышечных волокон. Так, работа медленных мышечных волокон в экспериментальной группе началась на 38-й минуте равномерного бега, в то время как в контрольной – на 42-й. При этом показатели ЧСС в обеих группах не отличались. Работа промежуточных волокон в экспериментальной группе началась на 25-й минуте, а время контрольной – на 28-й минуте, при ЧСС, равном 150 уд/мин. Данные результаты позволили сделать вывод, что продолжительности урока не хватает для воздействия на медленные волокна, поэтому для их развития необходимо заниматься вне уроков, например в секциях или самостоятельно.

С помощью спортивных часов Garmin Forerunner 245 с функцией расчета времени восстановления, предоставленной Firstbeat, которая использует уникальную модель физиологии человека, мы определили время, необходимое для восстановления волокон нашим испытуемым после воздействия на них нагрузки различной интенсивности. Так, медленные волокна данного контингента обучающихся восстанавливаются за 46 ч, промежуточные за 31 ч, быстрые – за 18 ч. После каждого занятия двигательной активностью устройство определяет количество часов, которое должно пройти до того, как испытуемые восстановятся почти на 100% и будут готовы к восприятию новой нагрузки. Эти данные позволили сделать вывод, что для оптимального восстановления организма школьников уроки по физической культуре необходимо планировать по расписанию, не чаще чем через день после предшествующего урока (например, понедельник – среда – пятница).

В целом на полученных результатах исследования и была разработана наша экспериментальная методика.

Данная экспериментальная методика может быть реализована для конкретного контингента обучающихся, в нашем случае для обучающихся первой смены.

Выводы

1. Проведя анализ специальной литературы и нормативных документов, мы установили, что большинство авторов, изучающих проблемы развития и совершенствования физических качеств школьников, в основном не учитывают объем и интенсивность нагрузки и уделяют внимание лишь биологическим закономерностям функционирования организма. В связи с этим проблема в целом остаётся сложной и по сей день, а уровень физической подготовки снижается, при этом с каждым годом уменьшается проходной балл на вступительных экзаменах профессиональной направленности при поступлении в вузы спортивного профиля.

2. Мы получили показатели, которые указывают на время, которое необходимо занимающимся для развития способностей работы медленных и промежуточных мышечных волокон. Так, работа медленных мышечных волокон в экспериментальной группеначаласьна38-йминутеравномерного бега, в то время, как в контрольной – на 42-й. При этом показатели ЧСС в обеих группах не отличались. Работа промежуточных волокон в экспериментальной группе началась на 25-й минуте, а время контрольной – на 28-й минуте, при ЧСС, равном 150 уд/мин.

3. Продолжительности урока не хватает для воздействия на медленные волокна, поэтому для их развития необходимо заниматься вне уроков, например в секциях или самостоятельно.

4. Мы определили время, необходимое нашим испытуемым после воздействия на них нагрузки различной интенсивности. Так, медленные волокна данного контингента обучающихся восстанавливаются за 46 ч, промежуточные за 31 ч, быстрые – за 18 ч, поэтому для оптимального восстановления организма школьников уроки по физической культуре необходимо планировать по расписанию не чаще чем через день после предшествующего урока (например, понедельник – среда – пятница).

Проведенное исследование позволило разработать ряд практических рекомендаций, которые помогут учителям грамотно организовать уроки по физической культуре.

1. Содержание уроков необходимо планировать в зависимости от задач обучения и воспитания с учетом проявления индивидуальных возрастных особенностей занимающихся их восприятия нагрузки и времени восстановления, ставить перед учащимися реальные задачи в ходе учебно-воспитательной работы. Поскольку в подростковом возрасте наблюдается интенсивный рост организма и он не равномерен, то для некоторых обучающихся будет легко воспринять нагрузку, и она не окажет на их организм достаточного воздействия, для других может отрицательно влиять на системы организма и привести к утомлению. Этого баланса можно достигнуть, варьируя объем и интенсивность нагрузки, время восстановления и режим/расписание двигательной активности.

2. Для того чтобы не допускать перегрузок подросткового организма, необходимо провести воспитательную работу по определённым темам: укрепление и за-

калывание организма подростков, влияние перенапряжения на отдельные функции, процессы и системы организма, воздействие неблагоприятных внешних факторов на организм занимающихся. Знание этой информации поможет учащимся с ответственностью относиться к себе и окружающим и не допустить торможение своего развития. Для достижения оптимального тренировочного эффекта необходимо тщательно планировать занятия, вдумчиво отбирать и применять средства и методы обучения и совершенствования, рассчитывать объем и интенсивность нагрузки в соответствии с целью занятий, постараться обеспечить оптимальные гигиенические условия для занятий физической культурой и соблюдать технику безопасности до и во время занятий (исправность снаряжения, инвентаря и т.д.).

3. Отдельно стоит рассматривать физкультурную деятельность учащегося после перенесенных заболеваний, чтобы не вызвать появления осложнений после таких заболеваний, как грипп, ОРВИ, ангина и т.д. Кроме того, незавершенное формирование психики занимающихся также необходимо учитывать, стараясь избегать сложно координационных действий при выполнении упражнений занимающимися, требующих от них дополнительных умственных усилий, повышенного контроля за собой при выполнении упражнений, повышенные эмоциональные переживания, преодоление страхов и психологических барьеров, которые могут привести к перенапряжению нервной системы подросткового организма [13].

Список литературы

1. Иваницкий М.Ф. Анатомия человека (с основами динамической и спортивной морфологии): учебник. 10-е изд. М.: Человек, 2015. 624 с.
2. Гогунев Е.Н., Мартыанов Б.И. Психология физического воспитания и спорта: учебное пособие. М., 2011. 135 с.
3. Капилевич Л.В. Физиология человека. Спорт: учебное пособие для прикладного бакалавриата. Люберцы: Юрайт, 2016. 141 с.
4. Маркосян А.А. Основы морфологии и физиологии организма детей и подростков. М., 2006. 60 с.
5. Лях В.И., Зданевич А.А. Физическая культура. 10–11 классы: учебник для общеобразовательных учреждений / Под ред. В.И. Ляха. 7-е изд. М.: Просвещение, 2012. 237 с.
6. Ефремова Е.В. Особенности развития выносливости у школьников 5–6 классов на уроках физической культуры // Вестник спортивной науки. 2017. С. 71–76.
7. Степурко А.А., Стафеева А.В., Реутова О.В. Влияние занятий кроссовой подготовкой на развитие выносливости и функциональных возможностей занимающихся // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. 2018. С. 117–124.
8. Трусова О.В. Методика развития выносливости у старших школьников на основе индивидуально-типологических особенностей: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Белгород, 2011. 23 с.
9. Пономарев А.А. Технология дифференцирования силовой подготовки школьников на основе учета типологических особенностей телосложения и биологической зрелости: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Волгоград, 2006. 24 с.
10. Хамиков А.А. Использование тренажеров в качестве средств индивидуализации нагрузки для юношей 15–17 лет на уроках физической культуры: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. Москва, 1997. 136 с.
11. Холодов Ж.К., Кузнецов В.С. Теория и методика физической культуры и спорта: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. 11-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2013. 480 с.
12. Железняк Ю.Д., Петров П.К. Основы научно-методической деятельности в физической культуре и спорте: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. 6-е изд., перераб. М.: Издательский центр «Академия», 2013. 288 с.
13. Особенности физического воспитания после различных заболеваний: метод. указания / сост. Л.П. Михайлюк. Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2015. 24 с.

УДК 378.14

КОМПЛЕКС ТВОРЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «РЕЖИССУРА МУЛЬТИМЕДИА» КАК МЕТОДИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

Сошников В.Д., Голобородов С.Н., Рудина И.В.

НОУ ВПО «Санкт-Петербургский гуманитарный университет профсоюзов», Санкт-Петербург,
e-mail: regmm_kafedra@mail.ru

Проблема повышения качества обучения специалистов для работы с современными медиатехнологиями является сегодня одной из наиболее актуальных. Конкурентоспособность медиаспециалистов определяет успехи общества практически во всех сферах деятельности: бизнесе, политике, обучении, искусстве. В статье предложено теоретическое осмысление опыта преподавания дисциплины «Режиссура мультимедиа» студентам специальности «Режиссура кино и телевидения». Авторами описывается система творческих заданий, направленных на формирование навыков профессиональной деятельности. Особое внимание уделяется выбору последовательности занятий, выстроенных по принципу постепенного усложнения и развития профессиональных компетенций во владении выразительными средствами режиссуры экранных искусств, профессиональными программами для работы с аудиовизуальными компонентами мультимедийного произведения, аппаратными средствами. Авторами приводятся и анализируются примеры упражнений, сочетающих как художественные, так и технико-технологические установки, входящих в комплекс творческих заданий, предназначенных для развития профессиональных навыков у начальных курсов (1 и 2 год обучения). Описывается методика проведения занятий: даются формулировки упражнений, их варианты, описываются этапы работы студентов над заданиями, даются пояснения относительно критериев оценки творческих упражнений, сложностей, возникающих у студентов в процессе работы над заданием.

Ключевые слова: педагогика, методология, режиссура, экранное искусство, мультимедиа

A SET OF CREATIVE TASKS IN THE DISCIPLINE «MULTIMEDIA DIRECTING» AS A METHODOLOGICAL PROBLEM

Soshnikov V.D., Goloborodov S.N., Rudina I.V.

Saint-Petersburg University of Humanities and Social Sciences, Saint-Petersburg,
e-mail: regmm_kafedra@mail.ru

The problem of improving the quality of training specialists to work with modern media technologies is one of the most pressing today. The competitiveness of media specialists determines the success of society in almost all areas of activity: business, politics, training, art. The article offers theoretical understanding of the experience of teaching the discipline «Directing Multimedia» to students of the specialty «Directing Cinema and Television». The authors describe a system of creative tasks aimed at developing professional skills. Special attention is paid to choosing the sequence of classes, built on the principle of gradual complication and development of professional competencies in the possession of expressive means of directing screen arts, professional programs for working with audiovisual components of a multimedia work, hardware. The authors present and analyze examples of exercises combining both artistic and technical and technological installations included in the set of creative tasks designed to develop professional skills in initial courses (1 and 2 years of study). The method of conducting classes is described: the wording of exercises, their variants are given, the stages of students' work on tasks are described, explanations are given regarding the criteria for evaluating creative exercises, the difficulties that students encounter in the process of working on the task.

Keywords: pedagogy, methodology, directing, screen art, multimedia

Требования к выпускникам – специалистам по работе с медиатехнологиями сегодня значительно возросли. На производстве требуются не просто высококвалифицированные специалисты, владеющими теми или иными навыками обращения с медиатехнологиями, но профессионалы, обладающие творческим потенциалом, способные справляться с художественными и организационными задачами, владеющие языком современных медиа.

Повышение качества образования в высшей школе требует подхода к обучению, ориентированного на формирование личности выпускника. Режиссер мультимедиа должен не только владеть современными мультиме-

дийными технологиями, быть способным организовать и возглавить художественный процесс, творчески мыслить, находить и развивать новые художественные приемы [1, 2]. В основе подготовки студентов по специализации «Режиссура мультимедиа» (специальность «Режиссура кино и телевидения») лежит реализуемый коллективом педагогов комплексный подход, суть которого в последовательности и преемственности заданий, выполняемых студентами.

Цель настоящей работы заключается в описании комплекса практических заданий, направленных на формирование личности будущего режиссера мультимедиа и его профессиональных навыков.

Материалы и методы исследования

В исследовании использован научно-теоретический анализ педагогической литературы по теме исследования, анализ педагогической практики преподавания дисциплины «Режиссура мультимедиа» студентам начальных (1 и 2) курсов.

Результаты исследования и их обсуждение

Одна из проблем, встающих перед педагогическим коллективом, при подготовке специалистов режиссеров мультимедиа заключается в необходимости сочетать теоретический материал и практические дисциплины, связанные с владением мультимедийной техникой (видео, фото, аудио), освоением прикладных программ, обеспечением междисциплинарных связей. Для решения этих задач была выработана на основе утвержденного учебного плана, стратегия обучения, заключающаяся в комплексе творческих заданий.

Диапазон мультимедийных произведений обширен: от компьютерных игр и медиаскульта до рекламы и обучающих проектов [3]. Творческие задания позволяют развить навыки, необходимые для всех областей профессиональной деятельности, студенты учатся работать со сценарием, планировать, учитывать технические аспекты воплощения творческого замысла. Последовательность творческих заданий, предлагаемых будущим режиссерам мультимедиа, отражает логику постепенного освоения знаний и умений, например работы с отдельными мультимедийными компонентами (звук, видео, компьютерная графика, программирование) [4, 5]. При этом творческие задания разрабатываются, исходя из общей программы обучения, и усложняются по мере изучения новых дисциплин.

Фотофильмы: этапы работы

Первым блоком творческих заданий являются фотофильмы. Фотофильм – серия кадров или видеоряд, построенный из последовательности изображений. Современные медиапроизведения чаще всего создаются из многих компонентов: видео, анимация, интерактивность, виртуальная реальность [6]. Однако на первом этапе обучения режиссерам мультимедиа необходимо детально разобраться в выразительных средствах каждого элемента, поэтому мультимедийные компоненты вводятся в задание постепенно. Задание «Фотофильм» позволяет изучить возможности композиции, цвета, света, научиться выстраивать последовательность кадров для рассказа истории.

Внесение в задания элементов звуковой палитры, монтажа позволяет продемонстрировать студентам возможности шумов, значимости точной работы с озвучиванием, текстом диалогов и другими выразительными аудиосредствами.

На первом этапе каждого задания педагогу необходимо сформулировать и донести до студентов цель упражнения, его технические параметры и художественные критерии, пояснить, какой теоретический материал необходимо изучить и применить. С точки зрения технологии фотофильм – это короткий фильм, имеющий ограничения по времени, количеству кадров, применению звуковых выразительных средств. С художественной точки зрения в фотофильме должны быть соблюдены основные каноны режиссуры: тема, идея, сквозное действие, основной событийный ряд, сверхзадача.

Преподавателю рекомендуется напомнить студентам о таких выразительных возможностях, как крупность кадра, цвет, свет, базовые знания о композиции. Таким образом, уже в самом начале обучения студенты будут рассматривать мультимедийный инструментарий в комплексе. В качестве усложнения задания можно поставить как обязательное условие добавление текста, графических элементов.

Уже на первых занятиях необходимо приучать студентов внимательно изучать техническое задание, поскольку мультимедийная продукция создается адресно, с учетом демонстрационной платформы и определенного медиа (телевидение, полиграфия, персональный компьютер, мобильные устройства, публикация в сети интернет и т.д.).

Оптимальное количество кадров для фотофильма – 7–9. Кадры могут быть как сняты на фотоаппарат (самим студентом), так и созданы (нарисованы) с помощью специальных компьютерных программ. Поскольку изображения должны составить последовательность (слайд-шоу), объясняя задание, педагог на первом этапе может повторить или рекомендовать студентам вспомнить основы монтажа. Необходимо обратить внимание студентов на использование кадров различной крупности, определение акцента в каждом кадре.

В формулировке задания возможны варианты: использование закадровой или синхронной музыки, наличие титров. Титры стилистически должны быть неотъемлемой частью фотофильма. Важно, чтобы каждая экранная работа, вне зависимости от хронометража и выбранных инструментов, стала смысловой выразительной единицей.

Дополнительным условием задания может быть принцип подбора изображений для «стоп-кадров». Например, студентам может быть предложено выполнить фотографии самостоятельно либо выбрать их в фотостоках. Таким образом, вторым этапом является подбор или создание материала. Также на этом этапе студентам рекомендуется составить режиссерский план работы.

На третьем этапе преподаватель организует коллективный просмотр готовых работ с обязательным разбором и анализом допущенных ошибок. Основными критериями оценки работы являются логическое построение событий с причинно-следственными связями в поступках персонажей придуманной истории (ее правдоподобность) и оценка подбора выразительного материала: техническое качество изображения, отсутствие в кадре лишнего объектов, смена крупности, точность ракурса, наличие или отсутствие обязательных элементов, указанных в задании. Необходимо также обращать внимание студентов на ясность мысли, выразительность композиции кадра, грубое «замузычивание», технический брак (например, по свету).

На усмотрение преподавателя может быть добавлен еще один этап – четвертый, во время которого студенты готовят новые фотофильмы, учитывая ошибки предыдущего этапа. Следует отметить, что далеко не все студенты способны придумать вторую историю и не повторить вновь те же ошибки.

Не рекомендуется в качестве сюжета брать сон, поскольку сон – это такой период жизнедеятельности человека, в котором наше сознание не может контролировать наши поступки, поэтому обычная логика построения ко сну не применима.

Задания на тему «Фотофильм»

Основой задания может стать фраза из литературного источника, музыкальное произведение или картина. Преподаватель может предложить студентам выбрать произведение для интерпретации самостоятельно либо дать группе общее для всех произведение. Цель задания – «перевести» произведение на язык экранного искусства. Каждый фотофильм должен стать полноценной смысловой и образной единицей. Студенты должны свое впечатление, мышление, родившееся от произведения других видов искусства, «высказать» с помощью инструментов экранного языка.

Рассмотрим пример задания «Фотофильм» на основе существующего изображения (фотография, плакат, картина). За-

дание называется «Оживление картины». Оно заключается в следующем: выбрать и согласовать с преподавателем картину, которая должна стать первым или последним кадром придуманной истории. В этом задании внимание студентов фокусируется на выборе композиции, крупности кадра, ракурса, монтажного построения фильма.

Фотофильм может строиться и на основе музыкального произведения. Важно ограничить хронометраж (не более трех минут), с тем, чтобы можно было требовательно отнестись к построению каждого кадра и монтажу.

Полезными для развития образного мышления являются фотофильмы, выполненные на темы «Глагол», «Предмет», «Явление». Поясним специфику задания: при выполнении задания «Глагол» нельзя использовать буквальное изображение действия. Например, на глагол «плакать» нельзя снять плачущего человека, а на глагол «танцевать» – танцующего. Необходимо найти образ выбранного действия. Плачут капли дождя, стекающие по стеклу, лимон, из которого выдавливают сок; танцует монетка на полу и т.п.

Фотофильм на тему «Предмет» должен быть создан как история предмета. Это упражнение помогает студенту «видеть», мыслить действием.

В качестве примера фотофильма на тему «Явление» можно привести упражнение, посвященное свету. Студент должен провести свое исследование, открыть, как свет преобразует, меняет реальность. Свет способен изменить впечатление об объеме, форме, характере объекта.

Фотофильмы являются хорошей основой, важной подготовительной работой перед тем, как студенты приступят к работе с видео. Более того, такие упражнения полезны и в производстве большой работы, они всегда остаются важной частью «режиссерской лаборатории».

Следующим блоком заданий, развивающим опыт, полученный в заданиях «Фотофильм», является блок заданий по работе с видео.

Задание «Тематический видеофильм».

Этапы работы

На первом этапе педагог озвучивает и объясняет задание, формулирует технические параметры, критерии оценки, кратко напоминает теоретический материал либо ссылается на соответствующую учебную литературу. Тему видеофильма предлагает преподаватель. Как правило, курсу дается общая для всех тема, но возможны варианты.

На следующем этапе осуществляется подготовка материала, студентами создается и утверждается у руководителя сценарий на основе синопсиса. В изобразительный ряд могут входить материалы, взятые из интернета (фото, документальные кадры (хроника), отрывки из игровых и документальных фильмов и др.), но их использование не должно превышать 25–35% от общего хронометража фильма. Хронометраж – до трех минут. Музыкально-шумовая партитура для каждого задания оговаривается отдельно. Она может быть, представлена всеми компонентами: закадровый голос, музыка, шумы.

Рекомендуется запланировать третий этап для коллективного просмотра работ с обсуждением и анализом.

Цикл заданий «Тематический видеофильм»

Задания помимо развития профессиональных навыков режиссера мультимедиа могут носить воспитательно-развивающий характер. Например, тема «Почему так названы?» стимулирует студентов изучить улицы, дома, скверы, станции метро Санкт-Петербурга. Для успешного выполнения задания студенту будет недостаточно собрать информацию и аудиовизуальный материал, нужно будет пройти, проехать, «пощупать и понюхать», почувствовать Город как некий живой организм и, только написавшись этим чувством, можно приступать к съемкам.

Или, допустим, тема фильма «А на самом деле...» позволяет уйти, избавиться от стереотипов, шаблонности, общепринятых заблуждений, которыми переполнено наше сознание. В своих фильмах студенты раскрывают, например, что арабские цифры придумали не арабы, и знаменитую фразу «Все-таки она вертится...» Галилей не говорил, и штурм Бастилии как такового не было, и прочее, и прочее. Таким образом, студенты могут выяснить, что многие распространенные утверждения являются «фейковыми» (как это принято сейчас говорить).

Часто используемым заданием является «Видеоклип». Как правило, музыкальную композицию студент выбирает самостоятельно. Визуальное решение должно соответствовать смыслу песни, ее жанровым особенностям. Визуальный материал подбирается студентом из разных источников (интернет, фотоальбомы, кинофрагменты, живопись, графика), собственные видеосъемки минимальны, если без них никак нельзя обойтись. Сценарий клипа обсуждается с руководителем на подготовительном этапе.

Интересным и полезным заданием является создание видеопортрета. Это может быть портрет человека, животного и т.д. Например, может быть предложено создать портрет дерева. В этом фильме дерево должно быть показано как существо, обладающее своим характером и историей. При создании портрета важен не только визуальный ряд, но и внимательное творческое отношение к аудиальному решению. Рекомендуется использование шумов – синхронных и несинхронных, избегать музыки и речи в фильме, не включать в кадр человека.

Задание «Буктрейлер» – видеоролик, рассказывающий о какой-либо книге. Книжку студент выбирает самостоятельно. Можно использовать любые компоненты визуального ряда: рисунки, трехмерную и двухмерную графику, текст, фотографии, видео. В подготовительный период необходимо обсуждение с преподавателем сценария. По жанру буктрейлер может быть игровым, неигровым, анимационным.

Следующим заданием могут быть видеофильмы, созданные на основе поэтических произведений. Например, «Японское хокку», «Русские поэты». В таком задании дополнительным условием является стилизация, передача характерного для произведения ритма, особенностей времени и культуры. Во время монтажа также необходимо обратить внимание студентов на передачу темпоритма стиха, применение ритмического, метрического, образного и ассоциативного видов монтажа.

Возможны задания не только художественного характера, но и рекламного, информационного. Рекламный ролик может быть коммерческим (бренд, товар, услуги), социальным (общественно полезные цели, например благотворительность, здоровый образ жизни, экология и т.д.), политическим (в том числе выборы), имиджевым (общественная деятельность, деятели науки, культуры и искусства). Направление выбирается преподавателем, а рекламируемый объект – студентом. Озвучание ролика не ограничено и может осуществляться «стендапами» (вербальный репортажный приём), закадровым текстом, музыкой, шумами.

Важны также задания, которые дают студентам возможность выразить свое личное отношение. Например, фильм, посвященный Великой Отечественной войне. Студентам может быть предложено снять фильм о ком-то из своих родных – прадедах, прабабушках. Либо найти историю, но показать ее, как глубоко личную. Рекомендованы следующие требования: обязательно

сочетание в работе самостоятельно снятых кадров, хроники, музыки, синхронного текста в кадре, шумов и титров.

При таком большом объеме работы необходимо консультировать студентов в период подготовки, выделив основные этапы: утверждение режиссерского сценария, таблицы локаций, работа с реквизитом, костюмами, тайминг съемочных дней.

Таким образом, во время работы осваивается производственная документация экранного продукта. Шаблоны всех документов и примеры их заполнения необходимо предоставить студентам во время теоретических занятий. Работа с документацией учит студента системному мышлению, заставляет видеть материал как структуру, формулировать задачи и распределять их выполнение во времени.

Заключение

В статье был рассмотрен комплекс заданий, направленных на практическую подготовку студентов к будущей профессиональной деятельности. Рассмотренные задания, помимо развития практических навыков работы в прикладных программах (монтажа, моделирования, редактирования и создания компьютерной графики) и работы с мультимедийными аппаратными средствами, дают студентам опыт организационной и творческой работы. Педагог должен следить не только за техническим качеством про-

дукции, но и развитием художественного вкуса, образованности студентов.

Разработанный комплекс заданий, построенный на постепенном концептуальном и техническом усложнении заданий, позволяет обучающимся расширять палитру применяемых мультимедийных средств, решать все более сложные организационные, технологические, художественные задачи, формулируемые педагогом, способствует профессиональному становлению режиссера мультимедиа.

Комплекс может быть расширен, скорректирован за счет добавления и доработки других заданий.

Список литературы

1. Югай И.И. Проблемы профессиональной подготовки специалистов для работы с медиатехнологиями // Педагогика искусства. 2013. № 4. С. 389–393.
2. Сошников В.Д., Денисов А.В., Югай И.И. Искусство мультимедиа. Мультимедиа и творчество. СПб.: СПбГУП (Новое в гуманитарных науках; вып. 56), 2012. 188 с.
3. Югай И.И., Рубичева М.В. Режиссура интерактивных игр: учебник. СПб.: СПбГУП, 2016. 180 с.
4. Югай И.И. Медиа-арт: предпосылки возникновения, художественные основания. СПб.: СПбГУП (Новое в гуманитарных науках; вып. 64), 2013. 216 с.
5. Сошников В.Д. Система практических заданий как фактор повышения качества подготовки режиссеров мультимедиа // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 12–2. С. 460–464.
6. Югай И.И. Формообразующие принципы и художественно-конструктивные особенности произведений медиаискусства // Университетский научный журнал. 2018. № 36. С. 110–118.

УДК 378.14

МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕКУЩЕГО ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Тисенко В.Н., Аблязов В.И.

*СПБПУ «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,
Санкт-Петербург, e-mail: abl-2@mail.ru*

Опыт преподавания технических дисциплин бакалаврам и магистрам, в ходе которого была апробирована и обеспечена пакетом программных средств методика проведения оперативного индивидуального тестирования, позволил авторам выявить и сформулировать особенности и преимущества данного проведения оценки качества усвоения пройденного материала. В статье описана методика индивидуального оперативно-го тестирования студентов по отдельным разделам изучаемой дисциплины с получением рейтинговой оценки освоения материала каждого раздела, а также представлена новая модель процедуры оценивания степени усвоения всей дисциплины с использованием полученных рейтинговых оценок по разделам. Разработанные методики и модели основаны на использовании квалиметрического подхода и нового аппарата нечеткой логики противоположностей, позволяющего получать оценку на модели с максимальной ее адекватностью условиям тестирования. Представленная система реализует возможность после проведения тестирования определять относительную сложность задаваемых вопросов для данной группы студентов, что позволяет преподавателю выявлять недостаточно изученные разделы дисциплины, которым следует уделить в дальнейшем больше внимания. Регулярное проведение подобного контроля, одинаковые для всех участников условия проведения режима тестирования, индивидуальные вопросы каждому, оперативность и формальное устранение преподавателя от процесса оценивания результатов – всё это нацеливает студентов на качественное улучшение изучения дисциплины и стимулирует его активность. В системе отработан пакет программ, обеспечивающий: подготовку индивидуальных тестовых заданий; оперативное проведение тестирования; выявление, по относительной сложности вопросов для данной группы, трудноусваиваемых разделов дисциплины.

Ключевые слова: качество образования, проведение тестирования знаний, анализ тестирования

METHODOLOGY AND TOOLING BACKUP FOR CURRENT ASSESSMENT OF THE QUALITY OF STUDENT TEACHING

Tisenko V.N., Ablyazov V.I.

Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg, e-mail: abl-2@mail.ru

An experiment of engineering disciplines teaching to the bachelors and master degree students, in the course of which a procedure of prompt individual testing has been tried out and provided with a pack of software applications, enabled the authors to find out and formulate the features and benefits of this assessment of the quality of digestion of lessons learnt. The paper describes a method of prompt individual student testing on separate section of a discipline in question obtaining a ranking score on each section material digestion, and also presents a new model of assessment of entire discipline digestion degree using the ranking scores obtained by the sections. The developed methods and models are based on the use of qualimetric approach and new fuzzy logic of opposites, allowing for receiving a score on a model that is adequate to the test conditions as maximum as possible. The presented system makes it possible to determine a relative complexity of the questions asked for a given group of students after test, enabling a teacher to find out the understudied sections of a discipline that shall be focused on more in the future. Regular checks of a like nature, similar for all participants test conditions, individual questions for everyone, promptness and official distancing of a teacher from the result evaluation process make the students to aim for qualitative improvement in discipline learning and drive their engagement. The system has a developed pack of applications allowing for as follows: preparation of individual tests; prompt testing; detection of obscure sections of a discipline under a relative complexity of questions for a given group.

Keywords: education quality, knowledge testing, testing analysis

Проблема повышения качества обучения постоянно находится в центре внимания отечественного и зарубежного образования. Болонская декларация, принятая в 1999 г., определила стратегию высшего образования, сформулировав основные задачи, которые включают разработку методологии модульного построения образовательных программ высшего профессионального образования. Для преподавателя эта система позволила рационально планировать учебный процесс по дисциплине, контролировать ход усвоения изучаемого

материала, своевременно вносить коррективы в организацию учебного процесса по результатам текущего рейтингового контроля, оценивать выполнение каждого учебного поручения, объективно определять оценку по предмету, позволяя рассматривать контроль как неотъемлемую часть образовательного процесса [1]. При проектировании рабочих программ дисциплин и учебных предметов для организации обучения студентов в вузе преподаватели используют уже не только традиционные режимы организации аудиторной и само-

стоятельной работы студентов, но и постоянно стараются находить новые формы, обеспечивающие повышение качества обучения. Здесь, в частности, присутствуют различные формы анализа и систематизации по группам допускаемых студентами ошибок, с целью дальнейшей работы над методикой их устранения [2]; разработка новых критериев и функций оценивания, влекущих за собой изменения системы мониторинга качества обучения [3], и другие работы, позволяющие системе стать более эффективной в тех случаях, когда такая работа носит систематический и целенаправленный характер.

Цель данной работы – описать и описать читателям с методикой, позволяющей оперативно осуществлять проведение в группе объективного индивидуального контроля знаний студентов по различным разделам дисциплины, а также совокупную оценку по всем разделам. Данная методика, разработанная и апробированная авторами как в аудиторном, так и в режиме онлайн, охватывает полный цикл проведения рейтингового контроля усвоения материала: оперативную подготовку индивидуальных тестов каждому студенту; автоматическое объективное (фактически без личного участия преподавателя) тестирование с определением индивидуальных рейтинговых оценок степени усвоения; выявление наиболее трудноусвояемых разделов тематических заданий. Регулярное проведение на занятиях подобного тестирования позволяет получить предварительную достоверную оценку степени усвоения изучаемой дисциплины, которую можно использовать при аттестации.

Материалы и методы исследования

Формирование тестовых заданий и проведение процедуры тестирования по различным дисциплинам должно соответствовать требованиям Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. Материалы, входящие в содержание тестовых вопросов, не должны выходить за рамки утвержденных рабочих программ дисциплин.

Критерии оценивания учебной деятельности студента должны отвечать, в частности, следующим принципам [3]:

- оценка должна быть валидной, то есть результат должен быть четко и ясно определен;
- процедура оценивания должна быть ясной и четкой;
- должен иметься механизм апелляции и повторного оценивания, оценка должна быть прозрачна и понятна студентам;

– надежность оценки – это ее устойчивость, что в свою очередь подтверждается на сходном материале в подобных условиях;

– необходимы унификация временных отрезков и условий контроля, одинаковые временные критерии для однотипных заданий, а также одинаковые методы контроля;

– регистрация результатов всегда должна быть систематизирована.

Результаты исследования и их обсуждение

Процедура проведения рейтингового контроля знаний по дисциплинам включает в себя следующие этапы: подготовку вопросов для включения их в индивидуальные тестовые задания; оперативное индивидуальное тестирование студентов с выставлением рейтинговых оценок; проведение анализа наиболее трудноусвояемого материала. *Первый тип тестов* состоит из обычных текстовых вопросов-утверждений с возможным дополнением их рисунком, схемой, графиком, формулой. Студент просто определяет, верен ли этот вопрос-утверждение или неверен. Кратко обозначим верный вопрос «1», а неверный «0», или «вопрос верный» и «неверный». Уровень сложности подобных утверждений формируется преподавателем в соответствии с рабочей программой дисциплины (РПД) таким образом, чтобы правильный ответ (верное утверждение) продемонстрировал квалификацию и уровень знаний студентов. Например, для раздела «Трёхфазные цепи в электротехнике» в РПД Электротехника относительно высокий уровень оценки знаний может быть отражен в следующем вопросе-утверждении (далее просто «вопрос»): «*В 3-фазной симметричной цепи звезда-звезда с нулевым проводом частота переменного тока, текущего по нулевому проводу, имеет ту же частоту, что и фазный ток потребителя*». Этот вопрос предполагает не поверхностное знание предмета, а более углубленное. Потому, что если бы цепь была несимметричной, то правильный ответ на этот вопрос был бы «да», обозначим «1». Но если цепь симметрична, как сказано в вопросе, то правильным ответом будет «0», потому что в этом случае ток в нулевом проводе не будет переменным с частотой фазного тока, он постоянно будет равен 0. Естественно, чем больше число N подобных различных вопросов будет включено в тест, тем точнее оценки рейтингового уровня знаний студентов по какому-то разделу дисциплины будут выше. Как показывает практика, для досто-

верной оперативной (5–10 мин) проверки достаточно ограничить значение вопросов в тесте N , например 6. При появлении же каких-то сомнений в оценке или для более глубокой проверки достаточно просто повторить тест, естественно, уже с другими вопросами. По результатам ответов на все шесть вопросов каждому студенту системой выставляется итоговая рейтинговая оценка от 0 до 1. Важно отметить, что число «верных» и «неверных» вопросов в тестах не зафиксировано и произвольно формируется системой. Потому что если число правильных ответов в тесте predetermined, то экзаменуемый будет стараться подогнать свой ответ под правильный результат. Поэтому число «верных» вопросов в каждом тесте может быть любым в пределах заданного преподавателем интервала. Например, от 1 до 5 или от 2 до 4. Естественно, в тесте должен быть хотя бы один «верный» вопрос. Далее возникает вопрос, каким же образом в системе по результатам ответов на все N вопросов следует формировать относительную рейтинговую оценку Q в пределах от 0 до 1. Очевидно, что если единицей отмечается верный вопрос, то рейтинговая оценка Q по тесту должна повышаться, а если единицей отмечается неверный вопрос, то рейтинговая оценка Q должна понижаться. Насколько должна повышаться или уменьшаться – зависит от относительной цены вопроса C_i в данном i -м тесте. Обозначим через m_{ii} – количество верных вопросов в i -м тесте. Причем соблюдаем условие, что $1 \leq m_{ii} < N$. Тогда относительная цена вопроса в этом тесте определится следующим образом: $C_i = 1/m_{ii}$.

Обозначим через n_{ii} – число вопросов в тесте, которые студент отметил как верные. Естественно, при этом возможны случаи, когда единицей отмечены как верные вопросы, их число обозначим a_{ii} , так и неверные b_{ii} . Причем соблюдается условие: $a_{ii} + b_{ii} = n_{ii}$. В случае если студент обозначил единицами только верные вопросы, т.е. $a_{ii} = n_{ii}$, рейтинговая оценка определяется пропорционально относительному числу отмеченных вопросов: $Q_i = C_i \cdot (n_{ii}/m_{ii})$. То есть каждый отмеченный единицей верный вопрос увеличивает рейтинговую оценку Q на цену вопроса. Действительно, если $m_{ii} = 1$, то цена вопроса в тесте $C_i = 1/m_{ii} = 1$, если $m_{ii} = 5$, то $C_i = 1/5 = 0,2$. В случае если единицей отмечены как верные, так и неверные вопросы, то должно соблюдаться правило: каждая единица в первом случае должна повышать, а во втором случае понижать рейтинговую оценку на относительную

цену вопроса. Окончательно формирование рейтинговой оценки осуществляется по правилу:

$$Q_i = C_i \cdot (a_{ii}/m_{ii}) - C_i \cdot (b_{ii}/m_{ii}) = \\ = C_i \cdot (a_{ii} - b_{ii})/m_{ii}$$

В случаях, когда $a_{ii} < b_{ii}$, понижение рейтинговой оценки, естественно, происходит только до 0.

В итоге, например, если в тесте присутствуют четыре правильных вопроса, то студент, отметив единицами из них только два, получает рейтинговую оценку 0,5, что справедливо. Но если при этом студент отметит единицей ещё и неверный вопрос, то рейтинговая оценка понизится до 0,25. Это правило делает более ответственным и обоснованным выбор студентом правильных вопросов. Подобное оценивание, когда за каждый правильный ответ рейтинговая оценка увеличивается, а за каждый неправильный – уменьшается, приводит к более точной оценке реальных знаний испытуемых. На практике студенты, получив свои тесты (билеты или онлайн), при необходимости сопровождаемые схемой, графиком или рисунком, в течение 5–10 мин определяют и отмечают единицей верные вопросы, а неверные просто оставляют пустыми. Для сокращения времени занесения результатов в таблицу студенты в поле Ответ1 (первый тест) или Ответ2 (второй тест) записывают просто десятичное число, равное по значению 6-разрядному двоичному, в котором наличие 1 в соответствующих разрядах (p1-p6) указывает на правильность этого ответа (рис. 1).

Двоичное число, наглядно показывающее студенту, какие из вопросов у него отмечены единицами верными, формируется автоматически системой. Итоги рейтинговой оценки становятся доступны студентам по завершению тестирования.

Естественно, проведение контроля уровня знаний с выставлением рейтинговых оценок целесообразно проводить не только в случаях, когда студентам предлагаются тестовые вопросы-утверждения, но также и тогда, когда необходима проверка знаний и умения проводить различные расчеты и вычисления. Например, расчет токов в цепях или расчет параметров элементов в схемах. Выполнение таких заданий тестов требует определенного времени для их выполнения. Поэтому подобные тесты, как правило, задаются студентам уже во внеурочное время, в том числе дистанционно. Для контроля их выполнения используется *Второй тип тестов*.

Figure 1 shows two Excel spreadsheets. The left one (a) is an 'ideal' version with integer values for all cells. The right one (b) is a 'real' version with decimal values for the 'Рейтинг 1', 'Рейтинг 2', and 'Итог-R' columns.

а)

б)

Рис. 1. Таблицы рейтинговых оценок тестов с шестью вопросами: а) идеальная; б) реальная

Для их проверки в системе используется другой алгоритм, позволяющий проводить проверку всех результатов с заданной для каждого из расчетов относительной погрешностью в процентах (рис. 2). Здесь также выставляется рейтинговая оценка, учитывающая, правильно ли выполнены все расчеты. Число рассчитываемых параметров в каждом тесте может достигать 10.

Разработка вопросов для подобных тестов, естественно, вызывает увеличение нагрузки преподавателя за счёт дополнительной работы по структурированию содержания дисциплины. Однако такая работа позволяет усовершенствовать учебный процесс, сосредоточиться на творческой части преподавания и экономит время при контроле.

Figure 2 shows an Excel spreadsheet with columns for parameters (ΔP, ΔP, ΔT, ΔT, ΔT) and calculated ratings (Рейтинг) for 13 students. The ratings are mostly 1.0, 0.6, or 0.8.

Рис. 2. Тесты с вычислениями параметров

Выше уже отмечалось, что процедура оценивания должна быть ясной и четкой. Здесь необходимо добавить еще и то, что оценка должна максимально отражать истинные знания студентов. С пониманием этого разрабатываются и используются соответствующие методы оценивания, отличающиеся друг от друга степенью соответствия условиям и законам окружающего мира. Наиболее часто для этого используются инструменты,

разработанные в рамках научного направления «квалиметрия» [4]. В рамках такого подхода каждому вопросу присваивается свой коэффициент сложности и отпадает необходимость при контроле обучающегося подбирать близкие по сложности вопросы. Подобный квалиметрический подход и был использован в описанной выше системе тестирования для определения рейтинговой оценки по результатам выполнения одного теста. Система позволяет оценивать знания студентов по разделам дисциплины быстро, не составляя никаких проблем и студентам, и преподавателю.

Обратим внимание на то, что в описанной выше системе предусматривались ответы в двучленной логике (0 или 1), что не вполне соответствует реальным знаниям студента (ответ может быть полностью правильным, совсем неправильным, не совсем правильным и т.д.). Иными словами, система тестирования оперирует двучленными исходными данными, а результат (рейтинговая оценка) выдает в рамках непрерывнозначной шкалы от 0 до 1.

Отметим, что средневзвешенная оценка (квалиметрическая) обладает существенным недостатком. Дело в том, что рассчитанная рейтинговая оценка будет равна 0 только в том случае, когда оценки по каждому вопросу равны 0. Это объясняется свойством аддитивности расчетной формулы. Очевидно, что такая особенность не даёт возможности считать полученную оценку адекватной реальной жизненной ситуации, когда всегда существуют такие ключевые оцениваемые показатели, нулевая оценка которых приводит к нулевой оценке всего теста. Этот недостаток в некоторой степени может быть нивелирован назначением соответствующих относительных цен вопросов теста. Тем не менее такой прием не может полностью избавить методику от указанного недостатка и не позволяет отказаться

от поиска более объективной и адекватной реальному миру системы оценивания.

Избавление системы тестирования от отмеченного недостатка обеспечивается применением новых методов в рамках непрерывнозначной логики, когда итоговая оценка рассчитывается с использованием специальных операторов (связок), позволяющих устранить негативное влияние свойства аддитивности. При этом можно отказаться и от представления исходных данных по непрерывнозначной шкале (например, от 0 до 1), что дает дополнительное преимущество такого подхода. Особенности такого подхода использованы в данной системе на этапе определения оценки степени усвоения по всем разделам дисциплины на основе рассчитанных выше рейтинговых оценок по результатам тестирования по отдельным тестам.

В последние десятилетия на практике все чаще применяются математические методы, основанные на применении новых непрерывнозначных логик, позволяющих совершенствовать системы оценивания различных объектов. Одной из таких логик является предложенная в 1990-х гг. канд. физ.-мат. наук Я.Я. Голотой и пока еще не получившая достойного признания логика противоположностей (логика антонимов). Для примера приведем ряд публикаций последних лет, в которых представлены различные случаи успешного применения логики противоположностей [5, 6].

В основу аксиоматики логики противоположностей положены две аксиомы, определяющие характер связей между двумя рассматриваемыми (оцениваемыми) объектами [7]:

– тесная связь γ между элементами оцениваемой системы подразумевает следующее: если характеристика хотя бы одного из элементов выходит за допустимые пределы, то и совокупная характеристика всей системы выходит из допустимых границ;

– слабая связь β между элементами означает, что выход за пределы значений, характеризующих любой из элементов, не влечет за собой вывод из допустимых границ характеристики всей системы, а лишь ухудшает ее.

Автор логики противоположностей, введя в оборот новые виды операторов (связей) γ и β , предложил и расчетные формулы для использования. Для определения суммарного рейтинга оценивания $Q[C]$ они будут выглядеть следующим образом:

$$Q[C] = Q[A] + Q[B] + \dots + Q[K] - \text{при слабой связи между } A, B, \dots, K;$$

$$Q[C] = -\log_2[1 - (1 - 2^{Q[A]}) \cdot (1 - 2^{Q[B]}) \cdot \dots \cdot (1 - 2^{Q[K]})] - \text{при тесной связи между } A, B, \dots, K.$$

В приведенных формулах $Q[C]$ – оценка сложной системы C , например совокупности тестов по всем разделам (A, B, \dots, K) дисциплины, состоящей из элементов – тестов по разделам. Выражения $Q[A], Q[B], \dots, Q[K]$ – оценки элементов (тестов) A, B, \dots, K . Каждой из оценок $Q[A], Q[B], \dots, Q[K]$ присваиваются **весовые коэффициенты** (по усмотрению преподавателя), которые не указаны, чтобы излишне не загромождать формулы. Нетрудно заметить, что если при тесной связи любая из оценок $Q[A], Q[B], \dots, Q[K]$ принимает значение 0, то оценка системы (в нашем случае – интегральная оценка освоения всей дисциплины по результатам тестирования) также станет равна 0, что отличает её от средневзвешенной оценки. Интегральная оценка освоения всей дисциплины получается как функция от оценок результатов отдельных тестов по разделам: $Q_{\text{итг}} = F\{Q[A], Q[B], \dots, Q[K]\}$.

Вид функции определяется путем указания характера связей между результатами выполнения тестов, в результате чего с использованием приведенных выше расчетных формул, при слабой или тесной связи, получается итоговое аналитическое выражение. Таким образом, использование логики противоположностей дает возможность получить в необходимых случаях оценку по результатам тестирования более объективную и адекватную реальным условиям. Кажущаяся, на первый взгляд, сложность вычислений согласно приведенным выражениям легко преодолевается разработкой программы вычислений и не составляет никаких препятствий на практике.

При определении содержания тестовых вопросов и заданий, естественно, следует уделять особое внимание формулированию предметных инновационных и актуальных технических задач, проблем, требующих вовлечения студентов в генерирование, анализ, оценку и реализацию идей, характерных для профессиональной инженерной деятельности (конструирование, моделирование и анализ ситуаций, решение практических задач).

Заключение

Рассмотренная методика оценки качества усвоения знаний у студентов, при наличии подготовленной базы сформулированных тестовых заданий (вопросов) и разработанного программного сопровождения, обеспечивает оперативное индивидуальное тестирование с выставлением рейтинговых оценок каждому студенту как по отдельным разделам дисциплины, так и по дисциплине в целом. Применение рейтинговой системы оценивания позволя-

ет добиться более ритмичной работы студента в течение семестра, а также стимулирует их заинтересованность и творческую активность. Полученные в течение семестра рейтинговые оценки позволяют преподавателю предварительно оценить уровень полученных студентом знаний по данному предмету и в совокупности с другими факторами обоснованно выставлять соответствующие оценки.

В системе реализована возможность, по результатам тестирования выявлять наиболее трудные или недостаточно изученные разделы дисциплины, которым следует уделить в дальнейшем больше внимания. В случаях, когда возникает необходимость проведения углубленной оценки, учитывающей знание нескольких предметов или другие факторы, имеющие ключевое значение (инновационность, перспективность, экономическую целесообразность), формирование рейтингового оценивания целесообразно осуществлять с применением новых непрерывнозначных логик противоположностей (антонимов). Регулярное проведение подобного контроля с одинаковыми условиями для всех участников, оперативность и формальное устранение преподавателя от процесса оценивания результатов нацеливают студентов на качественное улучшение изучения дисциплины и стимулируют активность. Применение современных математических методов нечеткой логики противоположностей и полная автоматизация процесса тестирования

позволяют рассчитывать на оперативную и максимально адекватную оценку степени усвоения студентами дисциплины. Авторы готовы ознакомить заинтересованных лиц с результатами своей работы и наработанным программным обеспечением.

Список литературы

1. Романцов М.Г. Повышение качества обучения в вузе посредством реализации на основе конструктивной педагогики болонской декларации // Современные проблемы науки и образования. 2010. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=1578> (дата обращения: 02.02.2021).
2. Ефремова О.Н., Плотникова И.В. Пути повышения качества обучения // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=29783> (дата обращения: 02.02.2021).
3. Кисель О.В., Зеркина Н.Н., Босик Г.А. Принципы, функции и средства оценки качества обучения в вузе // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=29996> (дата обращения: 02.02.2021).
4. Азгальдов Г.Г., Костин А.В., Садовов В.В. Квалиметрия для всех: учеб. пособие. М.: ИнформЗнание, 2012. 165 с.
5. Тисенко В.Н., Шадрин А.Д. О методике создания конкурентного преимущества организации // Научно-технические ведомости СПбПУ. 2013. № 4–2 (183). С. 103–109.
6. Ablyazov V., Drachev O., Tisenko V. Fuzzy control under uncertainty in machine building. The IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 971 (2020) 022026. [Electronic resource]. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/971/2/022026/pdf> (date of access: 14.02.2021). DOI: 10.1088/1757-899X/971/2/022026.
7. Борисов Н.А. Организация процесса обучения на основе нечеткой модели знаний студента // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2012. № 5 (2). С. 262–265.

УДК 796.012.49

ЛОКОМОТОРНО-РЕСПИРАТОРНОЕ СОПРЯЖЕНИЕ (ЛРС) В УПРАЖНЕНИИ ГИРЕВОГО СПОРТА «ТОЛЧОК»

Тихонов В.Ф.

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»,
Чебоксары, e-mail: letterpa@mail.ru

Проблема дыхания в спортивных упражнениях заключается в отсутствии научных основ для понимания возникновения непроизвольного гиперпноэ. Что является пейсмейкером для повышения частоты и глубины дыхания в гиревом спорте? Целью работы является определение роли динамических усилий спортсмена-гиревика в локомоторно-респираторном сопряжении в упражнении «толчок». В период с 2008 г. по 2014 г. были проведены различные эксперименты по исследованию способов дыхания у спортсменов мастеров спорта России (МС, $n = 26$) и мастеров спорта России международного класса (МСМК, $n = 12$) в упражнениях гиревого спорта. Для измерения вертикальной составляющей ускорения туловища $a(t)_{vert}$ (m/s^2), датчик ускорения (акселерометр) закреплялся на пояснице у испытуемого с помощью широкого эластичного ремня. С помощью спирографа измерялась скорость потока дыхательного воздуха $\bar{V}(t)$ (л/с). В результате исследования обнаружено, что локомоторно-респираторное сопряжение (ЛРС) в гиревом спорте возникает на основе изменения усилий человека в различных фазах двигательного действия. Результаты исследования показали, что у спортсменов высокой квалификации нарастание усилий (в каждой фазе) вызывает непроизвольный выдох, а снятие усилия, наоборот, непроизвольный вдох. Графики $a(t)_{vert}$ объективно отражают изменение этих усилий во времени. Произвольные циклы вдоха-выдоха спортсмен может выполнять только в статических позах «фиксация» и «исходное положение». Таким образом, в упражнении «толчок» ЛРС отражается в сопряжении скорости потока дыхательного воздуха $\bar{V}(t)$ с вертикальной составляющей ускорения туловища $a(t)_{vert}$.

Ключевые слова: гиревый спорт, упражнение «толчок», дыхание, локомоторно-респираторное сопряжение (ЛРС), акселерометрия

LOCOMOTOR-RESPIRATORY COUPLING (LRC) IN THE KETTLEBELL LIFTING SPORT EXERCISE «JERK»

Tikhonov V.F.

Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, e-mail: letterpa@mail.ru

The problem of breathing in sports exercises is the lack of a scientific basis for understanding the occurrence of involuntary hyperpnea. What is a pacemaker to increase breathing rate and depth in kettlebell lifting? The aim of the study is to determine the role of the dynamic efforts of a kettlebell-lifting athlete in locomotor-respiratory coupling in the «jerk» exercise. In the period from 2008 to 2014, various experiments were carried out to study breathing methods in athletes – masters of sports of Russia (MS, $n = 26$) and masters of sports of Russia of international class (MSIC, $n = 12$) in kettlebell lifting exercises. To measure the vertical component of the torso acceleration $a(t)_{vert}$ (m/s^2), the acceleration sensor (accelerometer) was attached to the subject's lower back using a wide elastic belt. The respiratory air flow rate $\bar{V}(t)$ (L/s) was measured using a spirometer. As a result of the study, it was found that locomotor-respiratory coupling (LRC) in kettlebell lifting occurs against the background of changes in human efforts in various phases of motor action. The results of the study showed that among highly qualified athletes, an increase in efforts (in each phase) causes an involuntary exhalation, and a decrease in effort, on the contrary, an involuntary inhalation. Graphs $a(t)_{vert}$ objectively reflect the change in these efforts over time. The athlete can perform inhalation-exhalation cycles arbitrary only in static positions «fixation» and «initial position». Thus, in the «jerk» exercise, the LRC is reflected in the coupling of the respiratory air velocity $\bar{V}(t)$ (flow rate) with the vertical component of the torso acceleration $a(t)_{vert}$.

Keywords: kettlebell lifting, exercise «jerk», breathing, locomotor respiratory coupling (LRC), accelerometry

Во всех видах спорта, в том числе и в гиревом спорте, эффективность тренировочного процесса спортсменов повышается за счет различных методик применения средств общей и специальной физической подготовки. В гиревом спорте применяются упражнения силовой и скоростно-силовой направленности [1, 2]. Установлена эффективность отдельных методик тренировки устойчивости гиревиков к гипоксии и приводятся алгоритмы дыхания в упражнениях гиревого спорта [3]. Российские ученые и специалисты в гиревом спорте указывают на влияние ритмичного дыхания на пока-

затели силовой выносливости спортсменов-гиревиков [3, 4]. Также и в зарубежных источниках находим утверждения о важности навыков дыхания в гиревом спорте [5] и при выполнении развивающих упражнений с гирями [6]. Однако, когда поднимается вопрос об обучении спортсменов дыханию в упражнениях гиревого спорта, тренеры почти единодушно заявляют о том, что спортсмен сам научится координировать дыхание с движениями. Такие же ответы мы получили в ходе бесед с тренерами по легкой атлетике и по лыжным гонкам. Но если обратиться к научной литературе,

то ученые всего мира утверждают о тесной взаимосвязи и влиянии друг на друга двух процессов: движения человека и его дыхания. В отечественной литературе это явление называется: «взаимосвязь», «сопряжение», «сцепление» или «соотношение фаз дыхания с движениями». Также известно, что максимальные мышечные усилия связаны с выдохом [7]. В зарубежной литературе применяются термины: «entrainment», Locomotor Respiratory Coupling (LRC) [8]. В нашей работе мы будем применять термин «локомоторно-респираторное сопряжение», которое означает взаимосвязь отдельных фаз движения с дыхательными движениями (вдох-выдох) в упражнении «толчок».

Цель исследования: определение роли динамических усилий спортсмена-гиревика в локомоторно-респираторном сопряжении в упражнении «толчок».

Материалы и методы исследования

В период с 2008 г. по 2014 г. были проведены различные эксперименты по исследованию способов дыхания у спортсменов уровня мастеров спорта России (МС, $n = 26$) и мастеров спорта России международного класса (МСМК, $n = 12$) в упражнениях гиревого спорта. В настоящее время для исследования динамических процессов широко используются недорогие и простые в применении акселерометры [9]. Для измерения вертикальной составляющей ускорения туловища $a(t)_{\text{верт}}$ (м/с^2), датчик ускорения (акселерометр) закреплялся на поясе у испытуемого с помощью широкого эластичного ремня. С помощью спирографа измерялась скорость потока дыхательного воздуха $\dot{V}(t)$ (л/с). На рис. 2–4 график скорости потока дыхательного воздуха (Поток, л/с) на вдохе идет вниз от 0, а на выдохе – вверх от 0. Испытуемые выполняли упражнение «толчок» одной гири 24 кг в произвольном темпе.

Датчик спирографа испытуемые держали свободной рукой. Регистрация показателей $a(t)_{\text{верт}}$ и $\dot{V}(t)$ проходила синхронно с помощью универсальных регистраторов с частотой регистрации 5 Гц. В своей работе мы применяли различные датчики ускорения (цифровые и аналоговые), спирографы и регистраторы. Названия и фирмы их выпускающие не влияли на качество измерения и представление результатов в графическом виде. Для обозначения фаз двигательных действий на рис. 1 показано схематическое представление основных положений спортсмена-гиревика в соревновательном упражнении «толчок». Это: а) исходное положение (ИП) перед очередным выталкиванием, б) полуприсед, в) выталкивание, д) «уход» под гири, д1) полуподсед, е) вставание из полуподседа, е1) остановка движения гири, е2) фиксация, ф) начальная фаза опускания, г) свободное опускание гири, h) опускание гири на грудь, и) амортизация.

Результаты исследования и их обсуждение

На начальном этапе особенности формирования дыхательных движений в процессе выполнения упражнений определялись методом видеоанализа. Обобщенно определились 4 варианта дыхания в упражнении «толчок» [10]. Однако видеоанализ не позволяет выяснить природу возникновения дыхательных циклов. Здесь происходит только подтверждение фактов о наличии тех или иных вариантов дыхания. Затем исследование продолжалось с измерениями показателей движений и дыхания с применением стационарной тензоплатформы и спирографа [11]. Однако трудность применения стационарной тензоплатформы заключается в невозможности ее транспортировки к месту соревнований или спортивных сборов.

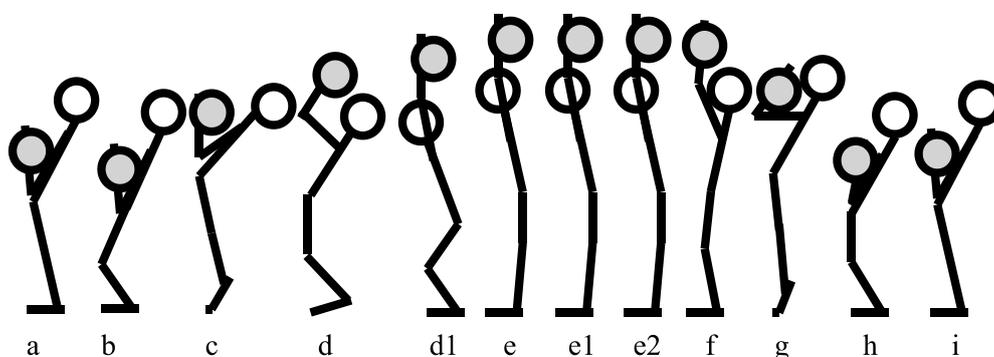


Рис. 1. Схематическое представление основных положений спортсмена-гиревика в соревновательном упражнении «толчок»

В 2013–2014 гг. нами были проведены измерения вертикальной составляющей ускорения туловища $a(t)_{\text{верт}}$ (м/с^2) и пневмограммы дыхания в упражнении «толчок» ($n = 187$). В данном исследовании мы пренебрегли точными значениями амплитуды показателей, так как ускорение (м/с^2) и поток (л/с) имеют разную размерность. Здесь можно сравнивать только ритмические, временные характеристики этих показателей. В современных микропроцессорных регистраторах синхронизация по времени происходит с высокой точностью и с частотой измерения сигналов. В настоящее время не представляет большого труда процесс сборки измерительного комплекса, состоящего из акселерометров, датчика потока воздуха и регистратора. Все комплектующие можно найти даже на сайте АлиЭкспресс. Также в свободном доступе можно найти различные программы для регистрации, обработки, анализа и отображения сигналов на экране.

На рис. 2 приведен пример тесной локомоторно-респираторной сопряженности в упражнении «толчок». На графике $a(t)_{\text{верт}}$ зубцы обозначены буквами, в соответствии с основными положениями фаз движений спортсмена в упражнении «толчок», изображенными на рис. 1.

Во время фиксации гирь вверху (интервал «e2») положение туловища близко к вертикальному (рис. 1, 2). В этом статическом положении датчик ускорения регистрирует ускорение, равное ускорению свободного падения тела, т.е. $a(t)_{\text{верт}} = g$ ($9,8 \text{ м/с}^2$). В исходном статическом положении (интервал «a») перед очередным подъемом гирь

значение $a(t)_{\text{верт}} < g$ (рис. 2). Это объясняется тем, что в этом положении туловище спортсмена наклонено назад и проекция вектора $a(t)_{\text{верт}}$ на ось, связанную с позвоночником, уменьшается. В данной работе зубцы ускорения «с, d1, e1, f, h», которые выше уровня интервалов «a» и «e2», считаются положительными, так как $a(t)_{\text{верт}} > g$. Зубцы «b, d, e, g, i» считаются отрицательными, так как $a(t)_{\text{верт}} < g$. Согласно второму закону Ньютона, сила, действующая на тело, прямо пропорциональна ускорению движения тела. Следовательно, увеличение значения $a(t)_{\text{верт}}$ соответствует приложению спортсменом усилия против действия силы тяжести, а уменьшение $a(t)_{\text{верт}}$ – снятию усилий.

На рис. 3, а, показан шестициклового вариант дыхания мастера спорта России С-ва, при котором у спортсмена в первом подъеме выдохи запаздывают в точках «с» и «h» на 0,181 мс. Однако во втором подъеме (и в дальнейших подъемах) выдохи синхронизируются с фазами положительных значений ускорения (с зубцами с, d1, f и h). Выдохи соответственно синхронизируются с фазами отрицательных значений ускорения (с зубцами b, d, e, g и i). Это указывает на существование пока мало изученных переходных процессов в приспособлении дыхания к движениям или, наоборот, движения к дыханию [7]. После первого подъема в интервале «a» спортсмен делает два цикла вдоха-выдоха, а после второго – только один цикл. В первом подъеме во время фиксации в интервале «e2» отмечается один цикл вдоха-выдоха, а во втором подъеме – два цикла вдоха-выдоха.

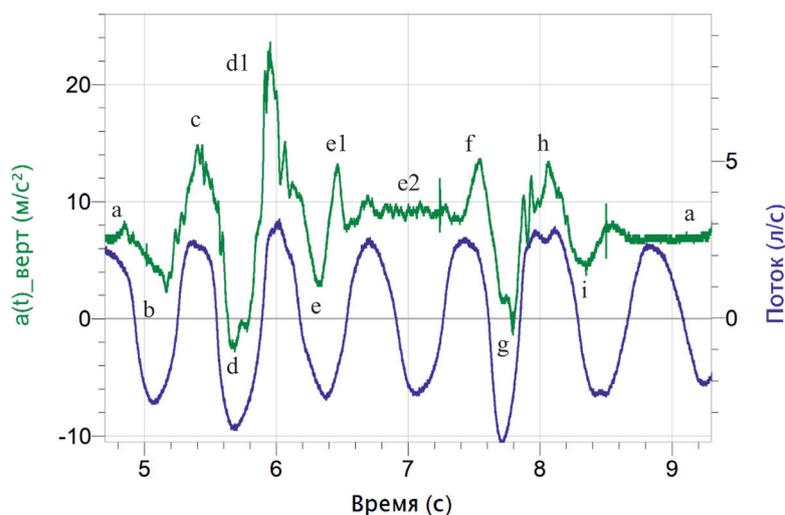


Рис. 2. Пример динамической локомоторно-респираторной сопряженности в упражнении «толчок»

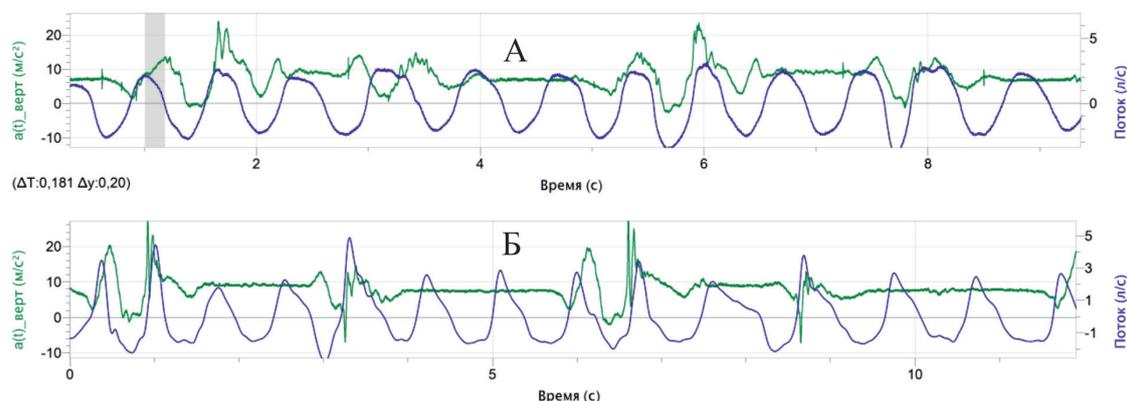


Рис. 3. Пример наличия переходных форм динамической локомоторно-респираторной сопряженности в упражнении «толчок»: А) МС С-ов; Б) МСМК Хвостов А.

На рис. 3, Б, приведен пример сопряжения показателей $a(t)_{\text{верт}}$ и $\bar{V}(t)$ мастера спорта России международного класса Хвостова А. В первом подъеме отмечается семь циклов дыхания, а во втором – шесть. После первого и второго подъемов в интервале «а» спортсмен делает по два цикла вдоха-выдоха. В первом подъеме во время фиксации в интервале «е2» отмечаются два цикла вдоха-выдоха, а во втором подъеме – один цикл вдоха-выдоха. Таким образом, как на рис. 3, А, так и на рис. 3, Б, показано, что оба спортсмена произвольно могут менять количество дыхательных циклов в статических позах в ИП и при фиксации. Однако на рис. 3, Б, выдохи синхронизированы с положительными $a(t)_{\text{верт}}$ только в зубцах «с», «d1» и «h», так как в основном у данного спортсмена зубцы «e1» и «f» отсутствуют. Это указывает на высокую экономичность двигательных действий и отсутствие избыточных движений у МСМК Хвостова А.

Высказывания специалистов в разных видах спорта о том, что «спортсмен сам научится правильно дышать в процессе совершенствования своего мастерства», не беспочвенны. На основе вышеописанного исследования был проведен однократный эксперимент с группой спортсменов-гиревиков I спортивного разряда ($n = 3$). Испытуемые выполняли подъемы одной гири 24 кг в предпочитаемом для себя темпе в течение 60 с, не обращая внимания на дыхание (непроизвольное дыхание). Затем спортсмены были инструктированы о необходимости 6-циклового дыхания (произвольное дыхание). Графики $a(t)_{\text{верт}}$

и $\bar{V}(t)$ на рис. 4 показывают слабое их сопряжение при 4-цикловом непроизвольном дыхании (рис. 4, А). При 6-цикловом произвольном дыхании можно говорить об отсутствии динамической локомоторно-респираторной сопряженности (рис. 4, Б).

В данном случае на начальном этапе обучения дыханию ЛРС не может возникнуть без целенаправленного педагогического воздействия, без выработанной на научной основе эффективной методики. Какой период времени, какой объем тренировочной нагрузки необходим для того, чтобы выработался необходимый стереотип взаимосвязи дыхания с двигательными действиями? В доступных научных источниках ответа на этот вопрос мы не находим.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что локомоторно-респираторное сопряжение (ЛРС) в упражнении «толчок» возникает на основе изменения характера усилий спортсмена в различных фазах двигательного действия. При сравнении графиков показателей $a(t)_{\text{верт}}$ и $\bar{V}(t)$ у различных спортсменов (рис. 2, 3) обнаружено, что у спортсменов высокой квалификации быстрое нарастание усилий в момент выталкивания гирь вверх (с) и подседа (d1), а также при амортизации при опускании гирь на грудь (в каждой фазе f и h) вызывает непроизвольный выдох. Быстрое снятие усилия при полуприседе (b), подседе после выталкивания (d), опускании гирь вниз (g) и амортизации (i), наоборот, вызывает непроизвольный вдох. Произвольные циклы вдоха-выдоха спортсмен может выполнять только в статических позах «исходное положение» (a) и «фиксация» (e2).

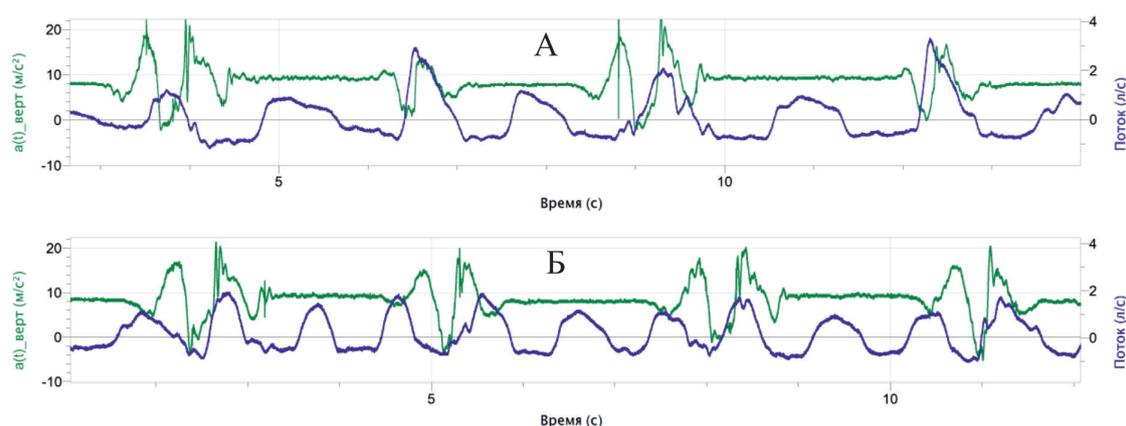


Рис. 4. Пример отсутствия динамической локомоторно-респираторной сопряженности в упражнении «толчок» у спортсмена I спортивного разряда К-ва:
А) 4-цикловое дыхание; Б) 6-цикловое дыхание

Таким образом, есть основание для выдвижения гипотезы о том, что пейсмейкером (pacemaker, англ. – водитель ритма) для ЛРС в динамических фазах упражнения «толчок» является сам характер усилий спортсмена при выполнении двигательных действий. Можно предположить также, что сами движения вызывают экскурсию грудной клетки спортсмена и дыхательные движения происходят без участия дыхательных мышц. При этом повышается экономичность функции внешнего дыхания. Но для принятия этой гипотезы необходимо проводить более глубокое изучение явления ЛРС в спортивных упражнениях.

Заключение

У спортсменов высокой квалификации нарастание усилий (в каждой фазе) вызывает произвольный выдох, а снятие усилия, наоборот, произвольный вдох. Графики $a(t)_{\text{верт}}$ объективно отражают изменение этих усилий во времени. Характер динамических усилий при подъеме гирь является основным фактором формирования дыхательных циклов в упражнении «толчок». Произвольные циклы вдоха-выдоха спортсмен может выполнять только в статических позах. Таким образом, локомоторно-респираторное сопряжение отражается в сопряжении скорости дыхательного воздуха (потока) $\bar{V}(t)$ с вертикальной составляющей ускорения туловища $a(t)_{\text{верт}}$.

Список литературы

1. Воронков А.В., Беляев И.С., Дорохин А.Ю., Кандабар А.Н. Методика спортивной подготовки высококвалифицированных гиревиков // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 5. [Электронный ресурс]. URL:

<https://science-education.ru/ru/article/view?id=26871> (дата обращения: 30.01.2021).

2. Ципин Л.Л., Кириллов С.А., Петров В.М., Беляев И.С. Современные тенденции методики тренировки в гиревом спорте // Актуальные проблемы физической и специальной подготовки силовых структур. 2017. № 2. С. 65–71.

3. Медведев В.И., Ачкасов В.В. Оценка существующих подходов для повышения толерантности к гипоксии в гиревом спорте // Актуальные вопросы физической культуры и спорта: материалы XX Всероссийской научно-практической конференции (Томск, 29 марта 2018 г.). Томск: Издательство ТГПУ, 2018. С. 69–75.

4. Гранкин Н.А. Экспериментальная проверка эффективности методики воспитания выносливости и формирования индивидуального ритма дыхания курсантов-гиревиков // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2015. Т. 10. № 4. С. 57–66. [Электронный ресурс]. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_25373033_62653024.pdf (дата обращения: 30.01.2021).

5. Cotter S. Kettlebell Training. Human Kinetics. 2014, 213 p. <https://books.google.ru/books?id=-XonAQAQAQBAJ> (дата обращения: 30.01.2021).

6. Meigh N.J., Keogh J.W.L., Schram B. et al. Kettlebell training in clinical practice: a scoping review. BMC Sports Sci. Med. Rehabil 11, 19 (2019). DOI: 10.1186/s13102-019-0130-z.

7. Фарфель В.С. Управление движениями в спорте. 2-е изд., стереотип. М.: Советский спорт, 2011. 202 с.

8. Fei Gu, Jianwei Niu, Sajal K. Das, Zhenxue He, and Xin Jin. 2017. Detecting breathing frequency and maintaining a proper running rhythm. Pervasive Mob. Comput. 42, C (December 2017), 498–512. DOI: 10.1016/j.pmcj.2017.06.015.

9. Мавлиев Ф.А., Пьянзин А.И., Альбшлави М.М., Кудяшев Н.Х., Зотова Ф.Р. Метрологическая оценка тренировочных и соревновательных упражнений тяжелоатлетов // Человек. Спорт. Медицина. 2020. Т. 20. № 4. С. 111–119. [Электронный ресурс]. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_44428890_47600381.pdf (дата обращения: 30.01.2021).

10. Мишин С.Н., Тихонов В.Ф. Координация дыхания и двигательных действий в упражнении «толчок» гиревого спорта // Вестник спортивной науки. 2009. № 1. С. 12–14.

11. Тихонов В.Ф. Взаимосвязь показателей реакции опоры и пневмограмм дыхания в физических упражнениях // Вестник спортивной науки. 2013. № 3. С. 39–42.

УДК 372.862

ОБ УЧЕТЕ В СОВРЕМЕННОЙ МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ ВОПРОСОВ ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Фокин Р.Р.*ФГКВОВУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского»,
Санкт-Петербург, e-mail: vka@mil.ru*

Постепенное формирование в нашей стране информационного общества, государственные программы цифровизации экономики, управления, образования и других сторон общественной жизни делает неизбежным увеличение времени непосредственного взаимодействия с компьютерной техникой для большинства населения. В результате этого более значимыми становятся вопросы учета затрат на потребление электроэнергии этой техникой и учета ее опасности для здоровья пользователей и окружающих их людей. В последние два года в связи с пандемией коронавируса, карантином, самоизоляцией граждан, расширением повсеместного использования сервисов интернет и интранет отмеченные выше вопросы стали еще более актуальными. В методике обучения любой дисциплине должен появиться раздел об особенностях ее изучения в этих условиях. При изучении информатики и математики компьютеры используются в значительно большей степени по сравнению с другими дисциплинами. Поэтому в методике обучения математике и особенно информатике отмеченные выше вопросы должны учитываться очень серьезно. Регулярно должна выполняться специальная гимнастика. Обучаемые должны понимать, почему компьютерная техника может создавать угрозу для здоровья, чтобы сознательно подчиняться определенным правилам при работе с ней, а также делать сознательный выбор при ее приобретении.

Ключевые слова: методика преподавания, информатика, математика, энергопотребление, высокочастотное излучение, синий и фиолетовый оттенки, частота обновления

ABOUT TAKING INTO ACCOUNT THE ISSUES OF HEALTH PROTECTION AND ENERGY SAVING IN MODERN METHODS OF TEACHING MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

Fokin R.R.*Military Space Academy named after A.F. Mozhaiskiy, Saint-Petersburg, e-mail: rrfokin@yandex.ru*

The gradual formation of the information society in our country, the state programs of digitalization of the economy, management, education and other aspects of public life make it inevitable to increase the time of direct interaction with computer technology for the majority of the population. As a result, the issues of accounting for the cost of electricity consumption by this equipment and taking into account its danger to the health of users and people around them become more significant. In the last 2 years, in connection with the coronavirus pandemic, quarantine, self-isolation of citizens, and the expansion of the widespread use of Internet and intranet services, the above-mentioned issues have become even more relevant. In the teaching methodology of any discipline, there should be a section about the features of its study in these conditions. In the study of computer science and mathematics, computers are used to a much greater extent than in other disciplines. Therefore, in the methodology of teaching mathematics and especially computer science, the above questions should be taken very seriously. Should be regularly performed on a special gymnastics. Students should understand why computer technology can pose a threat to health, to consciously obey certain rules when working with it, as well as to make a conscious choice when purchasing it.

Keywords: teaching methods, computer science, mathematics, power consumption, high-frequency radiation, blue and purple shades, refresh rate

Актуальность рассматриваемой тематики обусловлена постепенным формированием в нашей стране информационного общества, цифровизацией экономики [1], управления, образования, [2] других сторон общественной жизни. Особую важность приобрело это направление исследований в последние два года в связи с пандемией коронавируса, карантином, самоизоляцией граждан, расширением повсеместного использования сервисов интернет и интранет, дистанционных технологий образования, здравоохранения, медицины, дистанционных технологий организации досуга и служебной деятельности.

Главная цель – выявить некоторые важные, но не очень широко освещаемые

проблемы охраны здоровья и энергосбережения, связанные с современным этапом информатизации общества, найти им место при изучении информатики и математики. В отдельных случаях предложить к обсуждению авторское видение причин, вызывающих эти проблемы, а иногда – даже некоторые пути их частичного решения. Данная статья, естественно, не предлагает полного решения всех поставленных в ней проблем.

Материалы и методы исследования

Существуют многочисленные федеральные и ведомственные нормативно-правовые документы, относящиеся к применению компьютерной техники в труде и в образовании, к охране труда, к энергосбережению.

Это Конституция Российской Федерации (РФ), Трудовой кодекс РФ, Гражданский и Уголовный кодексы РФ, Государственные стандарты [3], Санитарные правила и нормы, Типовые инструкции и нормы. За очень редким исключением они никак не корректировались уже не один десяток лет. Между тем информатика и информационные технологии (ИТ) развиваются [4] очень быстро. Продажи соответствующей техники – это в настоящее время источник стабильных сверхдоходов для множества коммерческих фирм – производителей, посредников, продавцов. Серьезная информация о вреде для здоровья и излишнем энергопотреблении этих устройств свободно распространяться реально не может. Часто такая информация будет целенаправленно искажаться и скрываться, несмотря на конкуренцию. Подобные статьи не могут не использовать современные материалы [5, 6] из интернет-источников. Часто автор будет вынужден ссылаться только на свои субъективные впечатления и ощущения. Интересующийся читатель без большого труда может самостоятельно провести аналогичные эксперименты и получить собственные впечатления и ощущения от их результатов. Автор оперирует некоторыми своими значимыми примерами и делает выводы на основе их анализа. В статье в большей степени используются индуктивные методы исследования, чем дедуктивные, что, исходя из ее тематики, неизбежно.

Результаты исследования и их обсуждение

Почему в заголовке статьи упомянута математика?

Во-первых, потому что изучение высшей математики невозможно без изучения такого ее раздела, как «Вычислительные методы», что немислимо без столь же активного применения компьютера, как и при изучении информатики. Во-вторых, современная методика изучения высшей математики предполагает активное применение различных пакетов прикладных программ (ППП): электронные таблицы (например, Microsoft Excel), универсальные математические пакеты (например, Matcad, Mathlab), статистические пакеты (например, IBM SPSS & Statistica), калькуляторы символьных расчетов (например, Waterloo Maple) и т.п. В-третьих, угрозы здоровью при изучении математики и информатики в школе, колледже, техникуме, вузе очень похожи (статичная фокусировка глаз, длительное пребывание в неудобных позах, гиподинамия), нужна та же самая гимнастика.

Об энергосбережении при использовании компьютера

В 2008 г. автор статьи выбирал, заменить блок питания с 500 W на 1000 W на своем настольном компьютере (десктопе) или перейти на использование ноутбука с блоком питания менее 100 W. Автору хотелось некоторых новых удобств в использовании компьютера. Вариант с покупкой ноутбука был дороже, но в этом варианте получалась 10-кратная постоянная экономия электроэнергии. Для примера, 700 W – это максимальная мощность микроволновой печи, которая работает немного, а компьютер – более 10 ч в сутки. С тех пор до 2020 г. основным компьютером автора был ноутбук. Однако он не наблюдал ни одного примера использования ноутбуков в учебных заведениях или в иных организациях. Хотя часто ноутбуки стоили дешевле аналогичных по возможностям служебных десктопов. Если в компьютерном классе [4] более 8–10 десктопов, то их тепловыделение вызывает такую жару и духоту, что даже зимой настужь открывают окна. Мощность высокочастотного электромагнитного излучения [4] тоже, соответственно, высокая. Это уже об охране здоровья.

Об охране здоровья и применении неттопа

В 2020–2021 гг. автор обратил внимание на неттопы. Это системные блоки компьютеров массой менее 1,5 кг. Естественно, они собраны из тех же комплектующих, что и ноутбуки. По энергопотреблению неттоп не отличается от ноутбука. Но корпус неттопа обычно стальной, следовательно, он экранирует электромагнитные волны. А корпус ноутбука – пластмассовый. Высокочастотные электромагнитные излучения вокруг неттопа значительно меньше. Приведенные выше идеи о меньшей вредности для здоровья неттопов по сравнению с ноутбуками принадлежат профессору Г.В. Абрамяну – соавтору автора статьи [4] по некоторым научным работам. Он проводил соответствующие измерения электромагнитного излучения. На ноутбуке проблемы выхода из строя монитора, клавиатуры, встроенных веб-камеры, звуковых колонок и микрофона может решить только мастерская по ремонту ноутбуков. Для неттопа всё это периферийные устройства, их заменить может сам пользователь. Он может приобрести более качественные периферийные устройства для неттопа, чем встроенные в ноутбук. С начала 2021 г. неттоп – основной компьютер автора. Очень маленькие неттопы массой менее 1 кг и с процессорами Intel i3 или мощнее имеют проблемы с ох-

лаждением. При таких процессорах предпочтительнее несколько большие неттопы массой 1,2–1,5 кг. Дело, конечно, не в массе, а в объеме внутреннего пространства корпуса неттопа. Оптимальный процессор для образования и служебных работ – это обычно Intel i5 или его аналог – AMD Ryzen 5. Процессоры Intel i5 и уровнем выше имеют интеллектуальную систему слежения за своим «здоровьем». Они измеряют собственную температуру и при необходимости увеличивают мощность охлаждающего вентилятора или снижают свою тактовую частоту. При малой загруженности выполнением программ они также снижают свою тактовую частоту. Процессоры Intel i3 и уровнем ниже такой интеллектуальной системой не обладают.

Об охране здоровья и работе с дисплеем

Вот что есть в стандартных источниках [5, 7] по этому вопросу. Дисплеи на основе электронно-лучевых трубок генерируют в направлении зрителя β -излучение – это постепенный путь к лучевой болезни и один из основных факторов ядерного взрыва, если читатель помнит содержание занятий по гражданской обороне, а непосредственно зрению они фактически и не вредят. Продажи таких дисплеев и телевизоров в настоящее время почти нулевые, ну почему бы сейчас всего этого и не признавать? Приблизительно 10 лет назад продавались жидкокристаллические дисплеи с галогенной подсветкой, сейчас – со светодиодной подсветкой. Ни те, ни те ни α , ни β , ни γ излучения не дают. Хотя там и там процессор имеется и пластиковая конструкция, отсюда – высокочастотное электромагнитное излучение. У дисплеев со светодиодной подсветкой имеется значительное преобладание синих и фиолетовых тонов в спектре, что вызывает повышенную усталость глаз через некоторое время. Спектр дисплея с галогенной подсветкой идеален. Повышенную усталость глаз также вызывает нечеткое изображение и низкая частота перерисовки экрана, ниже 50 Гц. Жидкокристаллические дисплеи могут иметь три основных типа матриц: TN, IPS, OLED. AMOLED и Super AMOLED – это разновидности OLED матриц. TN способна к самой высокой частоте обновления, но зато имеет самую «мутную» картинку. OLED превосходит IPS и по частоте обновления, и по качеству картинки. Именно для OLED матриц используется широтно-импульсная модуляция (ШИМ) при регулировке яркости. ШИМ вызывает особый вид мерцания экрана, некоторые люди из-за него ощущают резь в глазах, головные боли и т.п. Еще

хуже для тех, кто этих симптомов не ощущает, поскольку ШИМ разрушает зрение любого человека. Так что наиболее перспективные OLED матрицы однозначно ухудшают зрение – пока не будет модифицирована ШИМ. DC dimming – это последняя такая модификация ШИМ, она, увы, однозначно практических положительных результатов не дала. В настоящее время в целях сохранения зрения OLED экранами пользоваться не следует. Оптимально пользоваться IPS экранами с частотой обновления 60 Гц или более или TN экранами с частотой обновления 100 Гц или более.

Неофициальная точка зрения состоит в том, что светодиодная подсветка излучает также и ультрафиолет, постепенно убивающий все живое: и микробы коронавируса, и сетчатку глаза. Известно [5], что непропорционально большая доля излучения белого светодиода приходится на сине-фиолетовую часть видимого спектра. Но это край видимого спектра с минимальной длиной волны, а дальше находится невидимый глазу ультрафиолет. Сторонники этой точки зрения (включая автора и упомянутого выше профессора Г.В. Абрамяна) используют солнцезащитные очки при работе с соответствующими дисплеями. Солнцезащитные очки экранируют ультрафиолет, но затемняют изображение на дисплее. Г.В. Абрамяну также принадлежит идея (и ее практическая реализация), состоящая в том, что логичнее использовать специальные очки, экранирующие именно ультрафиолет, они затемняют изображение на дисплее значительно слабее. Такие очки можно купить в магазинах медицинской техники, там же, где продают специальные устройства, излучающие ультрафиолет в целях дезинфекции помещения и лечения некоторых заболеваний. Автор статьи лично такие очки применял, по субъективному ощущению глаза от дисплея устают значительно меньше.

Об охране здоровья и применении проектора

Можно с компьютером использовать вместо дисплея проектор и большой экран из ткани, как раньше в сельском кинозале. Именно так писал автор эту статью, используя Microsoft Windows и Word, при этом наблюдая всю эту среду на тканевом экране, имеющем размеры приблизительно 2x1 м и висящем на расстоянии около 3 м от рабочего стола с неттопом, клавиатурой, мышью и прочими периферийными устройствами. По субъективным ощущениям глаза почти не устают. Применение темных очков дает еще лучшие результаты. Следовательно, даже ткань не избавляет нас полностью

от спектра коротких волн – синий, фиолетовый, возможно, и ультрафиолет. Поскольку экран находится в 3 м, то ни о какой миопии (близорукости) говорить не приходится. Тем, кто имеет возможность собрать в своем кабинете такой компьютерный комплекс, автор советует это сделать в целях сохранения своего зрения, особенно если Вам приходится много работать с компьютером. Дисплей работает значительно надежнее, чем проектор, поэтому для начальной настройки такого комплекса без дисплея не обойтись, затем уже можно подключать проектор.

Подробнее о физической сути происходящего. Внутри проектора тоже работает белая светодиодная подсветка, но значительно более мощная, чем у дисплея. Если я смотрю прямо в объектив проектора, то можно быстро потерять зрение, как если бы приходилось смотреть на солнце. Никто не отрицает, что от солнца идет мощный ультрафиолет, от которого мы и загораем. Так что избавиться от ультрафиолета совсем можно только вместе с солнцем. А я смотрю на изображение, излучаемое тканью в результате того, что она предварительно поглотила луч проектора. Атомы ткани поглощают фотоны, прилетевшие от проектора, в результате повышается энергетический потенциал этих атомов, затем такие атомы с очень большой вероятностью начнут фотоны излучать. Фотон – это просто квант энергии. Атомы ткани поглощают одни фотоны, а излучать будут совсем другие фотоны, длины волн могут и не совпадать. И это не явление оптического отражения, поскольку ткань зеркалом не является. Зеркала не бывает без некоторого слоя металла. Металлы – это вещества, атомы которых слабо держат свои электроны, эти электроны образуют общее для всех атомов электронное облако, отсюда высокая электрическая проводимость металла и эффект зеркала. В используемой автором ткани нет металлических нитей.

Художники называют цветовые оттенки горящего костра, включенной лампочки, фонарика, солнца излучающими оттенками, они приятны для глаз. Цветовые оттенки травы, деревьев, стен, мебели они называют поглощающими, они приятны для глаз. Фактически трава сначала поглотила одни фотоны от солнца, а затем излучила другие фотоны, тем не менее художники эти излученные травой фотоны называют поглощающими цветовыми оттенками, такая у них терминология. Упомянутый выше компьютерный комплекс при работе с проектором и тканью перерабатывает излучающие оттенки от проектора в поглощающие оттенки от ткани.

*Компьютерный комплекс,
минимизирующий энергопотребление
и угрозы здоровью*

Таким образом, у автора практически получился компьютерный комплекс, собранный из самых современных комплектующих (основные – это неттоп, обычный дисплей для настройки комплекса, мультимедийный проектор для основной работы пользователя, защитные очки для пользователя и окружающих) с целью минимизации энергопотребления и угрозы здоровью. Основные идеи, положенные в основу этого комплекса, были высказаны автором статьи и упоминавшимся выше профессором Г.В. Абрамяном.

Далее замечания по реализации комплекса и перспективы его развития. Во-первых, удобно, когда сам неттоп и дисплей находятся в одной части комнаты, а проектор и большой тканевый экран – в другой, тогда используют: 1) кабель HDMI версии 1.4 или более поздней длиной 5 м для соединения неттопа и проектора; 2) беспроводные клавиатуру и мышь, чтобы обеспечить возможность управления комплексом из любой точки комнаты. Во-вторых, предпочтителен проектор со светодиодной лампой, срок службы которой более 30 тыс. ч (как и у дисплея), предпочтительный световой поток 500 ANSI Lm или более, чтобы видеть изображение на большом тканевом экране без затемнения комнаты. В-третьих, предпочтительно, чтобы проектор не имел встроенной операционной системы (ОС) Android или Android TV, иначе может начаться «интерференция» ОС Windows с неттопа и ОС Android или Android TV с проектора. Увы, у автора статьи проектор с Android TV, и ему пока не удалось разгадать всех загадок такой «интерференции». В-четвертых, идеально, если бы производитель начал выпускать проекторы с ОС Windows или Linux. Хотя можно и самому «скрепить изолентой» неттоп и проектор без ОС. Проектор с ОС очень удобен, он сам себе также и компьютер. Для организации лекций можно носить с собой только его.

О гимнастике для глаз и не только

Помимо всего указанного выше следует на занятиях рассказать об упражнениях для глаз, шеи, рук, ног, поясницы и найти 5 мин в течение каждого академического часа занятий для практического выполнения таких упражнений обучающим и обучаемыми вместе. Эти упражнения описаны во многих источниках, в данной статье они не приводятся.

*О нормативно-правовой базе
обсуждаемых вопросов*

Следует обязательно перечислить для обучаемых все уровни нормативно-правовых документов, регулирующих применение компьютерной техники в труде и в образовании, относящиеся к охране труда и к энергосбережению от Конституции РФ до Типовых инструкций и норм – см. раздел «Материалы и методы исследования». Особо следует упомянуть об ответственности за нарушения норм охраны труда вплоть до уголовной. Что касается, например, ведущего для сферы образования ГОСТ Р 53623-2009 [3], принятого в 2009 г., то там для преподавателей и обучаемых рекомендуются жидкокристаллические дисплеи, «разрешением не менее 1280x1024 и размером диагонали не менее 17 дюймов», про процессоры, локальные сети и остальное – аналогично. Приблизительно, такая информация соответствует 2006–2009 гг., она для обучаемых бесполезна! Действующие санитарные правила и типовые инструкции более актуальны. Рассмотрим СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». Вот некоторые его фрагменты: «Мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса ВДТ (на электронно-лучевой трубке) при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать 1 мкЗв/час (100 мкР/час)»; «Площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ с ВДТ (видео-дисплеями-терминалами) на базе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) должна составлять не менее 6 м² и с ВДТ на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) – 4,5 м². Полезно, например, ознакомиться с ТОИ Р-45-084-01 «Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере». Такая конкретная информация будет очень интересна для обучаемых.

Заключение

Во-первых, в современных условиях информатизированного общества и пандемии коронавируса все учебные курсы должны стать междисциплинарными. Во-вторых, области знания «Информатика» и «Математика» более большинства других при изучении нуждаются в применении современных ИТ обучающими и обучаемыми – речь идет и о средней, и о высшей школе. В-третьих, выше предлагаются необходимые в современных условиях дополнения к методике обучения информатике и математике в части вопросов энергосбережения и охраны здоровья. В-четвертых, предлагается идея (проверенная на практике) компьютерного комплекса с применением неттопа, традиционного дисплея, мультимедийного проектора, защитных очков для пользователя и окружающих с целью существенного сокращения энергопотребления и вреда для здоровья.

Список литературы

1. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р. М., 2017. 87 с.
2. Стратегия 24 // Портал Национальные проекты России [Электронный ресурс]. URL: <https://strategy24.ru/> (дата обращения: 23.02.2021).
3. ГОСТ Р 53623-2009. Информационные технологии. Информационно-вычислительные системы. Комплекты вычислительной техники (компьютерные классы) для общеобразовательных учреждений. Характеристики качества. Технические требования. М.: Стандартинформ, 2019. 93 с.
4. Абрамян Г.В., Фокин Р.Р. Метамодель обучения информационным технологиям в высшей школе: монография. СПб.: Изд-во СПбГУСЭ, 2011. 211 с.
5. Почему болят глаза от смартфона с AMOLED-экраном или что такое ШИМ и DC Dimming? // Проект Deep-Review [Электронный ресурс]. URL: <https://deep-review.com/articles/what-is-dc-dimming-and-pwm-on-amoled-display/> (дата обращения: 23.02.2021).
6. Гимнастика для глаз // Проект Офтальмология. ИНФО [Электронный ресурс]. URL: <https://oftalmologiya.info/18-gimnastika-dlya-glaz.html> (дата обращения: 23.02.2021).
7. Томилин М.Г., Невская Г.Е. Дисплеи на жидких кристаллах. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2016. 108 с.

УДК 379.85:338.48

СОЦИОКУЛЬТУРНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РЕГИОНА ПО РАЗВИТИЮ ПАЛОМНИЧЕСКОГО ТУРИЗМА

Харьковская Е.В., Харьковский С.Н., Белецкая Е.А., Яковлева Л.В.

*ГБОУ ВО «Белгородский государственный институт искусств и культуры», Белгород,
e-mail: elena.xarkovskaya@mail.ru, sewaw2014@yandex.ru, 280177@inbox.ru, Lyudmilayako@yandex.ru*

В статье представлены исследования паломнического туризма в Белгородской области. Основная цель научной работы заключалась в разработке методических и практических рекомендаций по формированию и проектированию паломнических туров на территории Белгородской области. Установлено, что в настоящее время паломнический туризм стремительно совершенствуется, увеличивается число паломников, разрабатываются новые маршруты. В этой связи паломнический туризм является самым востребованным видом туризма. Паломнический туризм входит в одно из пяти основных стратегических направлений развития туризма в мире. Паломнический туризм имеет массу преимуществ и возможностей, как для потребителя, так и для туроператора, предоставляющего услуги. Авторами статьи проанализирован социокультурный потенциал Белгородской области по развитию паломнического туризма и разработан тур «Священное Белогорье». Авторы статьи отмечают, что Белгородская область является привлекательным и интересным регионом с большим потенциалом для развития паломнического и туристического направления. В статье рассмотрены методические и практические рекомендации по формированию и проектированию паломнических туров как фактора развития рекреационного туризма региона на Белгородчине. Определено, что популяризация паломнического туризма в области будет способствовать притоку иностранных туристов, расширит и создаст новые туристские маршруты по территории области.

Ключевые слова: паломнический туризм, паломники, индустрия туризма, туристическое проектирование, Белгородский регион, тур, туристический потенциал

SOCIOCULTURAL POTENTIAL OF THE REGION FOR THE DEVELOPMENT OF PILGRIMIC TOURISM

Kharkovskaya E.V., Kharkovskiy S.N., Beletskaya E.A., Yakovleva L.V.

*Belgorod State Institute of Arts and Culture, Belgorod, e-mail: elena.xarkovskaya@mail.ru,
sewaw2014@yandex.ru, 280177@inbox.ru, Lyudmilayako@yandex.ru*

The article presents research on pilgrim tourism in the Belgorod region. The main purpose of the scientific work was to develop methodological and practical recommendations for the formation and design of pilgrimage tours in the Belgorod region. It has been established that at present, pilgrim tourism is rapidly improving, the number of pilgrims is increasing, and new routes are being developed. In this regard, pilgrimage tourism is the most popular type of tourism. Pilgrimage tourism is one of the five main strategic directions of tourism development in the world. Pilgrimage tourism has many advantages and opportunities for both the consumer and the tour operator providing services. The authors of the article analyzed the socio-cultural potential of the Belgorod region for the development of pilgrim tourism and developed a tour «Sacred Belogorie». The authors of the article note that the Belgorod region is an attractive and interesting region with great potential for the development of a pilgrimage and tourist destination. The article deals with methodological and practical recommendations for the formation and design of pilgrimage tours as a factor in the development of recreational tourism in the region in the Belgorod region. It has been determined that the popularization of pilgrim tourism in the region will facilitate the influx of foreign tourists, expand and create new tourist routes throughout the region.

Keywords: pilgrimage tourism, pilgrims, tourism industry, tourism design, Belgorod region, tour, tourism potential

В настоящее время паломнический туризм является составной частью современной индустрии внутреннего туризма. За последнее время в России увеличилось число паломников, совершающих паломнические туры по святым местам России.

В настоящее время паломнический туризм стремительно совершенствуется, увеличивается число паломников, разрабатываются новые маршруты. В этой связи паломнический туризм является самым востребованным видом.

Духовная индустрия и ее разновидности представлены различными конфигурациями. Забытое слово «паломничество» вернулось в лексикон в 1990-е гг.

Когда рухнул «железный занавес», многие россияне отправились путешествовать за границу. Никакой единой цели эти поездки не преследовали. Люди просто хотели увидеть другие страны и прикоснуться к опыту жизни других народов. Некоторые туристы по религиозным мотивам стали посещать такие страны, как Израиль, Греция и Египет.

Цель паломника – прикоснуться к местам, которые были освящены либо основателем религии, либо его последователями, чтобы приобщиться к их благодати и святости. Он принимает участие в богослужениях и других ритуалах, получает наставления от духовных лиц, которые находятся

в святых местах. Паломник может преследовать и другие цели, например получить уверенность в принятом важном решении, исцелиться (телесно и духовно), преодолеть духовный кризис или отблагодарить божество за исцеление (или что-то другое). Таким образом, у паломников может быть достаточно много мотивов для совершения подобных путешествий.

В этой связи необходимость исследования данной отрасли для успешного функционирования внутреннего туризма в России является актуальной.

Цель научной работы заключалась в анализе туристического потенциала Белгородской области, чтобы развивать паломнический туризм на ее территории и разработке паломнического тура «Священное Белогорье».

Основные задачи научной работы:

- изучение сущности и содержания организации проектирования паломнических туров;
- анализ развития паломнического туризма в Белгородской области;
- проектирование паломнических туров в Белгородской области;
- разработка паломнического тура по Белгородской области.

Материалы и методы исследования

Методы исследования: теоретические – теоретический анализ и синтез, сравнение, обобщение; эмпирические – наблюдение, анкетирование, контент-анализ.

В сложившейся в мире политической, экономической ситуации важно развивать внутренний туризм, особенно региональный. В этой связи паломнический туризм становится одним из популярных и востребованных видов туризма [1, с. 51].

Исследователи рассматривают паломнический туризм с разных точек зрения. Так, И.В. Борисенко дает следующее определение паломническому туризму: «Паломнический туризм – один из востребованных в последнее время видов туризма, благодаря своей невысокой цене он привлекает все большее количество паломников. По мнению автора, основная цель паломнического туризма – приобщить людей различной социальной направленности, к общению и взаимоподдержке, к толерантности к различным социальным группам, классам, нормам» [2, с. 3].

Н.С. Жданов указывает, что «паломнический туризм – это совокупность поездок представителей различных конфессий с паломническими целями. Паломничество – стремление верующих людей поклониться святым местам» [3, с. 7].

Ряд зарубежных авторов, таких как П. Луис-Гонзалес (P. Lois-Gonzalez) Кс. Сантос (X. Santos), Дж. Нэш (J. Nash), С. Сиарси (S. Searcy), отмечают двойственность паломнического поведения туристов. Современные паломники во время паломнических поездок ведут себя не совсем подобающе истинным верующим, ведут себя вызывающе (потребность расслабиться, на время уйти от давления повседневной жизни), что говорит в первую очередь о потере сакральности паломничества. Но, по мнению авторов, паломнический туризм, тем не менее, должен расширить доступную аудиторию посетителей святых мест за счет тех лиц, которые не совсем готовы к паломничеству, но при этом ощущающих к нему определенный интерес» [4–6].

Специфика паломнического туризма описана в трудах М.Б. Биржакова, М.Н. Бессонова, Е.А. Калужникова, С.В. Корнилова, Т.В. Масолкиной, А.В. Меня, А.Н. Муравьева, А.С. Панарина, Т.Х. Тодера, Д. Тардже и др.

Духовная индустрия и ее разновидности представлены различными конфигурациями. Забытое слово «паломничество» вернулось в лексикон в 1990-е гг. Когда рухнул «железный занавес», многие россияне отправились путешествовать за границу. Никакой единой цели эти поездки не преследовали. Люди просто хотели увидеть другие страны и прикоснуться к опыту жизни других народов. Некоторые туристы по религиозным мотивам стали посещать такие страны, как Израиль, Греция и Египет [7, с. 6].

Маркетологи туристических агентств быстро среагировали на эту моду и стали употреблять по отношению к турам малоизвестное тогда слово «паломничество» для привлечения клиентов. И тогда возникла потребность дать понятию определение.

Паломничество – посещение святых мест, чтимых православными христианами, для реализации их духовных, религиозных и нравственных потребностей.

Цель паломника – прикоснуться к местам, которые были освящены либо основателем религии, либо его последователями, чтобы приобщиться к их благодати и святости. Он принимает участие в богослужениях и других ритуалах, получает наставления от духовных лиц, которые находятся в святых местах. Паломник может преследовать и другие цели, например получить уверенность в принятом важном решении, исцелиться (телесно и духовно), преодолеть духовный кризис или отблагодарить божество за исцеление (или что-то другое) [8, с. 72].

Кроме того, не все современные паломники хотят принимать участие в ритуалах, многие хотят просто прикоснуться к святым местам. И здесь уже познавательный компонент вытесняет религиозный.

Таким образом, на сегодняшний день паломнический туризм продолжает активно развиваться, растет количество паломников, принимаются новые программы развития религиозного туризма.

Святые места имеются в каждом уголке России, не исключением является и Белгородская область. Белгородская область славится своими святынями. Ежегодно тысячи туристов со всей России приезжают, чтобы поклониться иконам и мощам, о чудодейственной силе которых ходят легенды. Однако примечательных храмов и церквей в области много, а путешествие ограничено временными рамками.

В обширной Белгородской области действует около 500 храмов, каждый из которых в чем-то уникален. Конечно, вы вряд ли сможете посетить их все. Но даже если за время вашего паломничества вы доберетесь только до основных святынь, вы сможете ощутить дух православной Белогорской земли. Каждый найдет здесь что-то свое. Монастыри и храмы, величественные, пережившие революцию, войны и тяжелые советские времена, поражают своей красотой. Мелодичный звон колоколов заставляет сердце биться чаще.

Несмотря на развитие паломничества и повышенный интерес со стороны правительства, существует ряд проблем. Паломничество постепенно может быть вытеснено религиозным туризмом познавательной направленности. Среди имеющихся религиозных туров на рынке Белгородского региона

преобладают познавательные туры. Паломничество в первозданном виде представляет не столь значительный сектор и является малорентабельным. Деятельность паломнических служб не нацелена на получение материальной выгоды, духовное превыше материальных благ. Для определения региональных перспектив в развитии паломнического туризма в Белгородской области нами был проведен SWOT-анализ (табл. 1).

В паломничестве, безусловно, главенствующую роль играет молитва, почитание православных святынь, непосредственное участие в богослужениях, молебнах, труд во славу Божию. Паломнические туры предусматривают посещение только православных святынь.

Помимо храмов и соборов, паломников необходимо ознакомить с иными объектами, которые имеют огромное значение для истории православного человека.

Для развития и совершенствования паломничества в Белгородской области необходимо создание дополнительных паломнических служб. На данный момент в Белгороде по благословению епархии действуют две службы, занимающиеся организацией и проведением паломнических туров.

Еще одним методом повышения интереса к паломничеству является сотрудничество Белгородской и Старооскольской епархий с туристическими агентствами. Для этого фирма должна будет получить разрешение, документ, подтверждающий возможность осуществления паломнических поездок, а также подготовить специализированных экскурсоводов. Это должен быть человек верующий, который знакомит паломников не только с историей, но в первую очередь с основами православной веры.

Таблица 1

SWOT-анализ паломнического туризма в Белгородской области

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> – наличие большого количества объектов православного паломничества, в том числе и древнейших сакральных памятников; – паломничество является актуальным направлением туристской отрасли Белгородской области; – поддержка со стороны правительства 	<ul style="list-style-type: none"> – нехватка квалифицированных кадров, специализирующихся на проведении паломнических туров; – недостаточное количество средств размещения паломников
Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> – создание благоприятных условий для духовного развития жителей Белгородской области; – привлечение паломников из близлежащих регионов России; – разработка новых паломнических маршрутов 	<ul style="list-style-type: none"> – размытое понимание сущности и традиций православного паломничества; – низкая рентабельность; – сложность рекламы; – паломнические службы акцентирует свое внимание на исторической и познавательной специализации туров; – существует угроза того, что паломничество может быть вытеснено познавательной направленностью религиозного туризма

К святым местам Белгородской области можно отнести: храм Апостолов Петра и Павла и храм Святителя Николая Чудотворца; храм Блаженной княжны Ксении Петербургской, Спасо-Преображенский кафедральный собор; Александро-Невский кафедральный собор; Крестильный храм Святой Равноапостольной княгини Ольги и мученицы княжны Анастасии; храм Рождества Христова; храм Преподобного Сергия Радонежского; Свято-Троицкий Холковский мужской монастырь; храм Рождества Пресвятой Богородицы; родник «Белый колодец»; храм Великомученика Георгия Победоносца; храм Святых Мучениц Веры, Надежды, Любви и матери их Софии; Преображенский кафедральный собор.

Результаты исследования и их обсуждение

Проанализировав туристский потенциал паломнического туризма на территории Белгородской области, авторы разработали паломнический тур «Священное Белогорье» с целью популяризации Белгородчины как благоприятного района для развития паломнического туризма.

География паломнического тура «Священное Белогорье»: Белгородская область (Белгород, Прохоровка, Губкин, Старый Оскол, Холки, Короча).

Коммерческая рентабельность: 825 тыс. руб.

Социальная значимость: формирование устойчивого мировоззрения, религиозного взгляда на мир и место человека в нем. Формирование норм социально дозволённого и одобряемого поведения. Культурообразующая значимость: политическая, воспитательная.

Маршрут тура:

День 1.

1. Храм Святых Апостолов Петра и Павла (Прохоровка).

2. Храм Блаженной Княжны Ксении Петербургской (Губкин).

3. Спасо-Преображенский кафедральный Собор (Губкин).

4. Александро-Невский Кафедральный Собор (Ст. Оскол).

5. Крестильный храм Святой равноапостольной Княгини Ольги и мученицы Княжны Анастасии (Ст. Оскол).

6. Храм Преподобного Сергия Радонежского (Ст. Оскол).

День 2.

1. Свято-Троицкий Холковский Монастырь (Холки).

2. Храм Рождества Пресвятой Богородицы (Короча).

3. Родник Белый Колодец (Короча).

4. Храм Святого Великомученика Георгия Победоносца (Белгород).

5. Храм Веры, Надежды, Любви и матери их Софии (Белгород).

6. Преображенский кафедральный собор (Белгород).

Перечень базовых услуг.

– трансфер с вокзала (авто, аэро, ж/д) г. Белгорода;

– экскурсионное обслуживание 2 дня;

– проживание в гостинице;

– питание (ужин – по приезду; завтрак, обед, ужин – 2 дня; завтрак – день отправления);

– ланч-пакет;

– трансфер на вокзал (авто, аэро, ж/д) г. Белгорода.

Технико-экономическое обоснование тура заключается в оценке затрат на отдельные товары и услуги, в суммировании издержек на все составляющие тура (транспортные услуги, размещение, питание и т.д.) и определении общей стоимости турпродукта. Технико-экономическое обоснование тура – обязательный элемент разработки турпродукта. Оно помогает определить конечную розничную цену туристской путевки.

Таблица 2

Определения оптимальной цены на турпродукт

Составляющие турпродукта	Расчеты на 1-го человека	Стоимость
Трансфер	500	500 рублей
Питание	шведский стол	2500 рублей
Обслуживание экскурсовода	450	205 рублей
Проживание в гостинице	800*1 ночь	800 рублей
	ИТОГО	4005 рублей

Туристы следуют конкретному маршруту на протяжении всей поездки. Маршрут – определенный путь следования туристов, предполагающий визит святых мест вероисповеданий, различных религиозных объектов в соответствии с целью поездки.

Исходя из вышесказанного, можем сказать, что паломническая поездка по Белгородской области – это в основном экскурсионный тур. Данный тур лучше всего совершать в теплый сезон: с июня по сентябрь.

В России есть такие места, где обязательно должен побывать каждый, и Белгородская область – как раз один из них.

Основная цель научного исследования заключалась в анализе проблемы исследования и выявлении наиболее благоприятных

условий развития внутренних туристских ресурсов на примере разработки паломнического тура «Священное Белогорье».

С целью развития внутренних туристских ресурсов нами был разработан паломнический тур «Священное Белогорье» и обозначены способы продвижения тура на рынке туруслуг.

Таким образом, Белгородская область является привлекательным и интересным регионом с большим потенциалом для развития паломнического туризма. В области имеются разнообразные природные особенности (лес, речные и озерные системы, уникальные ландшафты и памятники природы, животный мир и рыбные ресурсы), социально-культурные и исторические объекты. Кроме того, Белгородская область привлекательна своими достопримечательностями. Популяризация паломнического туризма в области будет способствовать притоку в район иностранных туристов, приведет к расширению и созданию новых туристских маршрутов по территории региона, внесет

существенный вклад в структурную перестройку региональной экономики.

Список литературы

1. Потапова Н.Ю. Проблема религиозного туризма в малых городах России // Научные горизонты. 2019. № 5–1 (21). С. 298–301.
2. Житенёв С.Ю. Современное состояние паломничества и религиозного туризма в России: правовые и организационные аспекты // Культурологический журнал. 2019. С. 89–93.
3. Борисенко И.В. Специфика организации религиозных и паломнических поездок // Сервис+. 2019. № 3. С. 3–9.
4. Lois-González R.C., Santos X.M. Tourists and pilgrims on their way to Santiago. Motives, Caminos and final destinations. *Journal of Tourism and Cultural Change*. 2015. № 13 (2). P. 149–164.
5. Nash J. Re-examining ecological aspects of Vrindavan pilgrimage. *Flows of Faith: Religious Reach and Community in Asia and the Pacific*. 2012. P. 105–121.
6. Searcy S. Tourism, pilgrimage and development in Bodhgaya, Bihar, India: Thes.... degree **master of arts / East Carolina University**. 2012. 76 p.
7. Афанасьев О.Е. Особенности и тенденции развития религиозного и паломнического туризма // Современные проблемы сервиса и туризма. 2019. № 3. С. 5–6.
8. Якунин В.Н. Религиозный туризм и паломничество: особенности организации, проблемы и перспективы развития // Культурное наследие России. 2017. № 1. С. 71–76.

УДК 378.172

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОРТОСТАТИЧЕСКОЙ ПРОБЫ У СТУДЕНТОВ В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ COVID-19

Хромина С.И., Батыршина Н.А., Батыршин Р.Р.

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: hrominasi@tyuiu.ru

В статье рассмотрены результаты исследований студентов-юношей 18–22 лет на протяжении первого и второго года обучения разных направлений подготовки. Исследования проводились в допандемийный период, осенью–весной 2019–2020 гг., на этапе ухода обучающихся на дистанционный режим обучения, и осенью 2020 г., на этапе выхода обучающихся с удаленного режима обучения. Были проанализированы результаты проведенной ортостатической пробы на основе базовых показателей центральной гемодинамики – частоты сердечных сокращений, определяемой по пульсу, и систолического артериального давления обучающихся. В результате проведенных исследований определено, как меняются показатели ортостатической пробы и функционирования сердечно-сосудистой системы в целом, а также в зависимости от формата обучения студентов, связанного с вынужденными условиями их пребывания в самоизоляции, в период пандемии COVID-19. Проанализирована сравнительная характеристика изучаемых показателей в группах обучения студентов разных направлений подготовки технического вуза на протяжении одного года обучения в вузе. Определены доступность метода исследования ортостатической пробы как показателя адаптационного потенциала к меняющимся условиям обучения, и доступность применительно к учебному процессу по физическому воспитанию.

Ключевые слова: ортостатическая проба, показатели гемодинамики, функциональные резервы организма, учебный процесс по физическому воспитанию, самоизоляция, удаленный формат обучения, пандемия COVID-19

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESULTS OF AN ORTHOSTATIC TEST IN STUDENTS DURING THE COVID-19 PANDEMIC

Khromina S.I., Batyrshina N.A., Batyrshin R.R.

Industrial University of Tyumen, Tyumen, e-mail: hrominasi@tyuiu.ru

The article considers the comparative characteristics of the research results of young students aged 18–22 years, during the first and second years of study, in different areas of training. The studies were conducted in the pre-pandemic period, autumn-spring 2019–2020, at the stage of students departure to the distance learning mode, and at the stage of students exit from the remote learning mode, autumn-2020. The results of the conducted orthostatic test were analyzed, based on the basic indicators of central hemodynamics – heart rate, determined by pulse, and systolic blood pressure of students. The conducted studies have shown how the indicators of the orthostatic test and the functioning of the cardiovascular system in general change, as well as, depending on the format of student training, associated with the forced conditions of students stay in self-isolation, during the COVID-19 pandemic. The comparative characteristics of the studied indicators are analyzed in the groups of students studying in different areas of training at a technical university, during one year of study at the university. The availability of the research method, the orthostatic test, as an indicator of the adaptive potential to changing learning conditions, and the availability, in relation to the educational process of physical education, are determined.

Keywords: students of different training areas, Crampton index, orthostatic test, functional reserves of the body

Вопросам формирования здоровьесберегающей среды в вузе всегда уделялось пристальное внимание. Особую актуальность вопросы сохранения здоровья обучающихся представляют в период пандемии, когда дистанционное обучение и самоизоляция перенастраивают все системы организма на работу в ограниченных условиях. Низкий режим двигательной активности сам по себе является стрессовым фактором для работы всех систем организма (в частности, сердечно-сосудистой) [1, с. 38].

В организации здоровьесберегающей среды вуза огромная роль принадлежит физкультурно-спортивной деятельности. Грамотно организованный учебно-тренировочный процесс направлен на повышение выносливости организма, на уменьшение проявлений дисбаланса сердечно-сосуди-

стой системы, на снижение заболеваемости студентов в целом [2, с. 106; 3, с. 44].

В теории И.А. Аршавского «Энергетическое правило скелетных мышц» утверждается о непосредственной зависимости вегетативных функций от двигательной активности, при которой огромное значение имеет направленность тренировочного процесса. Иными словами, степень адаптируемости организма к физическим нагрузкам, а также к влиянию факторов внешней среды определяется по степени и характеру изменений морфофункционального состояния организма в целом. Оценивая реакцию организма на стрессовый фактор меняющихся условий обучения, мы можем прогнозировать ситуацию как в тренировочном процессе, так и при влиянии любого стрессового фактора [4, с. 22].

Ортостатическая проба является одной из наиболее распространенных функциональных исследовательских проб в спортивной и прикладной физиологии. Это наиболее информативный метод выявления скрытых изменений в работе сердечно-сосудистой системы и механизмов ее регуляции [5, с. 75].

Доступность этого метода исследований подтверждается его простотой и легкостью проведения. Переход из исходного положения лежа в вертикальное положение не является значимой нагрузкой для здоровых людей, а пребывание в вертикальном положении, т.е. стоя, и нахождение в этом положении в течение нескольких минут при отсутствии функциональных нарушений не причиняют испытуемому существенных неудобств. В то же время если механизмы регуляции не обладают необходимым функциональным резервом или в системе кровообращения имеется скрытая функциональная недостаточность, то смена положения тела послужит стрессом для организма, произойдет изменение показателей его устойчивости.

Исследование ортостатической пробы заключается в подсчете ЧСС (уд/мин) и измерении величины артериального систолического давления (САД, мм рт. ст.) после нахождения человека в течение 15 мин в положении лежа. В практике физического воспитания широко используются различные функциональные исследования. Одним из наиболее доступных исследований функционального состояния для изучения адаптационных возможностей организма является ортостатическая проба [6].

Посредством ортостатической пробы можно оценить состояние механизмов регуляции вегетативной, в большей мере симпатической нервной системы [7, с. 7; 2, с. 43].

Данное исследование позволяет получить дополнительную информацию о функциональных резервах организма, в частности о работе сердечно-сосудистой системы, на основании изменений показателей вариабельности сердечного ритма [8, с. 58; 9].

Многие исследователи применяют ортостатическую пробу как индикаторную при определении предрасположенности к артериальной гипертензии, в том числе и у лиц молодого возраста [10].

Проведение индивидуальной ортостатической пробы имеет большое значение при режиме трудовой или учебной деятельности, в условиях монотонной работы. Определяя сравнительную характеристику ортостатической устойчивости организма обучающихся при обучении в обычных и карантинных условиях режима самоизоляции, мы получаем возможность прогнозирования реакции кардиореспираторной

системы на стрессовый фактор изоляции и гиподинамии.

Известно, что функциональной пробой, при которой происходит депонирование в нижних конечностях до 300–400 мл крови, является ортостатическая проба. Исследование многими авторами активной индивидуальной ортостатической пробы с определением систолического, диастолического артериального давления и частоты сердечных сокращений в первые минуты после перехода в вертикальное положение не получило должного подтверждения и практической оценки, поскольку не исключает влияния насоса «скелетной мускулатуры».

Изучение актуальных вопросов резервных возможностей сердечно-сосудистой системы организма обучающихся, а также адаптационных ресурсов регуляторных систем организма к влиянию средового изменчивого фактора имеет особое стратегическое значение в рамках подготовки будущих специалистов [11–13].

В доступной литературе содержится недостаточно сведений об использовании ортостатической пробы для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы студентов.

Цель исследования: оценить показатели ортостатической пробы у юношей-студентов разных направлений подготовки в допандемийный период и в период выхода с дистанционного режима обучения.

Материалы и методы исследования

В исследовании приняли участие 112 юношей – студентов первого курса обучения Тюменского индустриального университета по направлениям подготовки: «Строительство» – 56 человек; «Нефтегазовое дело» – 56 человек. Лонгитюдное обследование было проведено в течение первого года обучения, с сентября по март 2019–2020 гг. (допандемийный период). На втором курсе эти же студенты прошли обследование в сентябре 2020 г. – в момент перехода к обычному режиму обучения.

Методика оценки ортостатической пробы заключается в подсчете ЧСС (уд/мин) и измерении значений систолического артериального давления (АДС, мм рт. ст.) у юношей после нахождения их в течение 15 мин в положения лежа на спине. После этого студент переходит в вертикальное положение, и через 2 мин у него производится подсчет ЧСС и измерение АДС.

Значение ортостатической пробы определяются по формуле:

$$3,15 + \text{АДС} - (\text{ЧСС}/20),$$

где АДС – систолическое артериальное давление (мм рт. ст.), ЧСС – частота сердечных

сокращений (уд/мин), 3,15 – коэффициент. Оценка полученных данных приведена в табл. 1.

Частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин) определялась пальпаторным методом на лучевой артерии. Артериальное давление (АДС, мм рт. ст.) измерялось по методу Н.С. Короткова.

Результаты исследования обработаны на персональном компьютере с использованием современных электронных программ (STATISTIKA). Оценка достоверности различий осуществлялась с использованием t-критерия Стьюдента. Соблюдены принципы добровольности, прав и свобод личности, гарантированные статьями 21 и 22 Конституции РФ, а также Приказом Минздравсоцразвития России № 774н от 31 августа 2010 г. «О совете по этике». Исследование проводилось с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации и Директивах Европейского сообщества (8/609ЕС), и при устном согласии студентов после их информирования о проводимом исследовании.

Результаты исследования и их обсуждение

При проведении исследования было выявлено, что за период с сентября 2019 г. по март 2020 г. частота сердечных сокращений (ЧСС) у всех студентов обоих направлений подготовки в абсолютных величинах имела тенденцию к урежению.

В сентябре 2019 г. у обучающихся первого курса направления подготов-

ки «Строительство» ЧСС составляла 76,6 уд/мин, к марту 2020 г. ЧСС стала меньше на 1,5 уд/мин, к сентябрю 2020 г., после выхода из удаленного режима обучения, связанного с коронавирусной инфекцией, ЧСС у студентов строительных специальностей увеличилась на 1,4 уд/мин. У студентов направления подготовки «Нефтегазовое дело» ЧСС уменьшилась с 78,2 уд/мин в сентябре до 77,5 уд/мин в марте. К сентябрю 2020 г. пульсовый ритм участился до 78,3 уд/мин, что на 0,8 уд/мин выше, чем в марте, но без достоверных различий ($p > 0,05$). При этом ЧСС не превышала нормативных значений, свойственных периоду юношеского возраста (табл. 2, рис. 1).

За период с сентября 2019 по март 2020 гг. артериальное давление (систолическое) у юношей обоих направлений подготовки имело тенденцию к повышению с максимальным подъемом показателей в сентябре 2020 г. АДС в абсолютных значениях у юношей строительных специальностей увеличилось на 0,9 мм рт. ст.; у юношей направления подготовки «Нефтегазовое дело» – на 0,5 мм рт. ст. (рис. 2, 3).

Показатели ортостатической пробы отразили следующую динамику. Так, у студентов обоих направлений подготовки наблюдалось максимальное значение показателей в марте 2020 г., что соотносится с динамикой снижения значений в учебном году как 120,92 – 121,70 – у студентов строительных специальностей и 120,64 – 120,98 – у студентов нефтегазового дела.

Таблица 1

Результаты оценки функционального состояния кардиореспираторной системы по ортостатической пробе

Показатель	Результат
<50	Недостаточное функциональное состояние кардиореспираторной системы
50–75	Слабое функциональное состояние кардиореспираторной системы
75–100	Среднее функциональное состояние кардиореспираторной системы
>100	Отличное функциональное состояние кардиореспираторной системы

Таблица 2

Показатели ЧСС, АДС и ортостатической пробы у юношей-студентов разных направлений подготовки с сентября 2019 г. по сентябрь 2020 г. (M ± m)

Направление подготовки	2019				2020			
	Сентябрь		Декабрь		Март		Сентябрь	
	СТР	НД	СТР	НД	СТР	НД	СТР	НД
ЧСС (уд/мин)	76,6 ± 1,8	78,2 ± 2,0	76,2 ± 1,8	78,5 ± 1,9	75,1 ± 1,7	77,5 ± 1,9	76,5 ± 1,4	78,3 ± 1,6
АДС (мм рт. ст.)	121,6 ± 2,4	121,4 ± 2,6	121,8 ± 2,3	121,6 ± 2,5	122,3 ± 2,6	121,7 ± 2,2	122,5 ± 2,3	121,9 ± 2,2
Ортостат (у.е.)	120,92	120,64	121,14	120,83	121,70	120,98	121,83	121,14

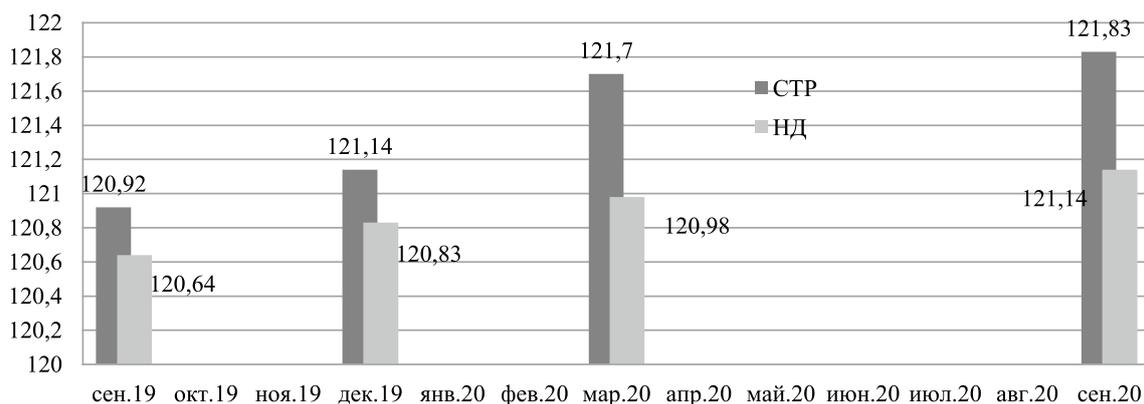


Рис. 1. Показатели изменения значений ортостатической пробы у студентов (сентябрь 2019 г. – март 2020 г.) ко 2-му курсу (сентябрь 2020 г.)

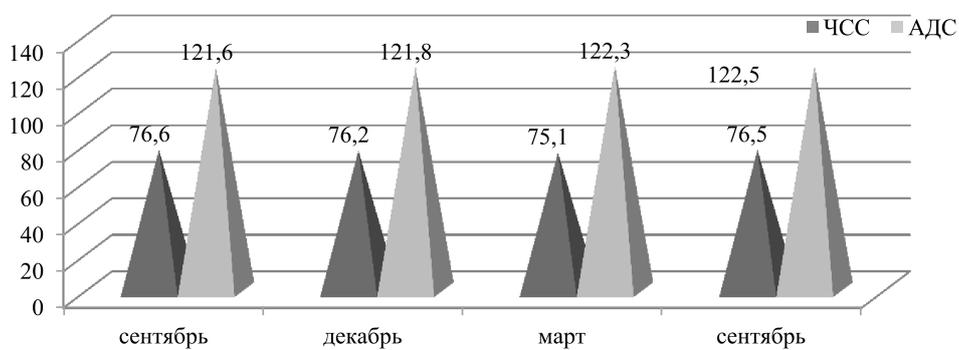


Рис. 2. Показатели повышения величины ЧСС и АДС студентов направления подготовки «Строительство» за период обучения с сентября 2019 по сентябрь 2020 гг.

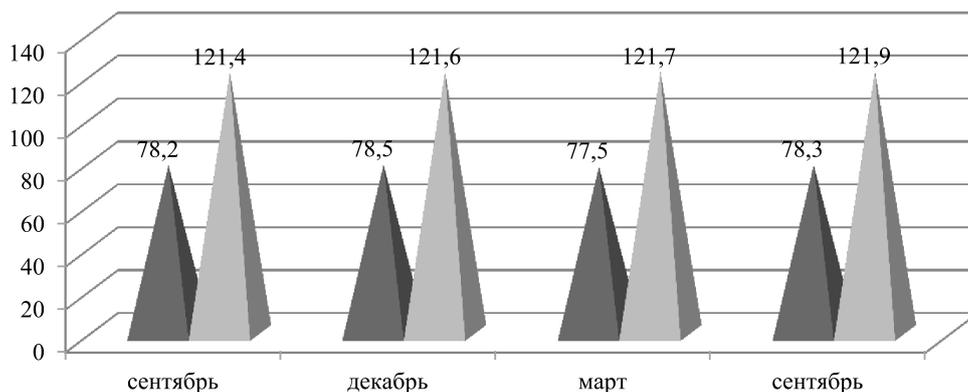


Рис. 3. Показатели повышения величины ЧСС и АДС студентов направления подготовки «Нефтегазовое дело» за период обучения с сентября 2019 по сентябрь 2020 гг.

После завершения режима самоизоляции, связанного с пандемией коронавируса и удаленным режимом обучения студентов, при переходе на обычный режим обучения показатели ортостатической пробы у студентов строительных специальностей увеличились по сравнению со значениями

в марте 2020 г. с 121,70 до 121,83 (разница составила 0,13 у.е.). Показатели ортостатической пробы у студентов специальности «Нефтегазовое дело» также претерпели изменения в сторону увеличения значений с 120,98 до 121,14 (разница составила 0,16 у.е.).

Такое незначительное повышение АДС связывается, прежде всего, с возрастными физиологическими изменениями и не оказывает стрессового влияния на работу сердечно-сосудистой системы. Результаты исследования значений ортостатической пробы показали, что у всех юношей-студентов обоих направлений подготовки отмечается оптимальное функционирование сердечно-сосудистой системы, что обусловлено, прежде всего, соблюдением студентами правильного образа жизни как в допандемийный период, так и после него, при переходе на обычный формат обучения. Значения ортостатической пробы характеризовали функционирование кардиореспираторной системы как отличное. Достоверной разницы в показателях ЧСС, АДС и значениях ортостата между обучающимися разных направлений подготовки не выявлено.

Анализ результатов исследования свидетельствует о том, что условия дистанционного обучения в период пандемийных мероприятий и связанное с этим стрессовое влияние режима изоляции не повлияли на функциональное состояние обучающихся.

Методика проведения ортостатической пробы является простой в использовании как преподавателями, тренерами, так и самими испытуемыми.

За период с сентября 2019 г. по сентябрь 2020 г. у юношей направлений подготовки «Строительство» и «Нефтегазовое дело» со стороны показателей центральной гемодинамики было определено своеобразное несоответствие: урежение частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин) и одновременно некоторое повышение систолического артериального давления (АДС, мм рт. ст.), не выходящие за рамки возрастных физиологических норм. На протяжении всего периода исследования (с сентября 2019 г. по сентябрь 2020 г.) значения ортостатической пробы свидетельствовали о высоком уровне функционального состояния кардиореспираторной системы обучающихся.

Выводы

1. Исследование показало, что по показателям ортостатической пробы у юношей, обучающихся по разным направлениям подготовки, отмечается оптимальное состояние сердечно-сосудистой системы как в допандемийный период, так и при переходе на обычный режим обучения.

2. Ортостатическая проба позволяет дать оценку как резервным возможностям регуляторной системы кровообращения, так и адаптационным ресурсам организма обучающихся.

3. Являясь простым методом оценки функционального состояния центральной гемодинамики, ортостатическая проба может и должна быть использована в практике физического воспитания и спорта студенческой молодежи, в том числе и для выявления возможного развития сердечно-сосудистой патологии.

Список литературы

1. Быков Е.В., Балберова О.В., Сабирьянова Е.С., Чипышев А.В. Особенности миокардиально-гемодинамического и вегетативного гомеостаза у спортсменов циклических видов спорта с разной квалификацией // Человек. Спорт. Медицина. 2019. Т. 19. № 3. С. 36–45.
2. Лоскутова А.Н. Вариабельность сердечного ритма у подростков с различным уровнем активности вегетативной нервной системы при ортостатической пробе // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2013. № 4. С. 104–110.
3. Семизоров Е.А., Прокопьев Н.Я., Губин Д.Г., Речупов Д.С. Показатели индекса (пробы) Кремптона у студентов юношеского возраста профильных вузов г. Тюмени // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. 2019. № 12. С. 42–48.
4. Белова Е.Л., Румянцева Н.В. Адаптация к условиям ортостатической пробы у юных спортсменов, в зависимости от особенностей тренировочного процесса // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. СПб., 2008. № 3(37). С. 21–24.
5. Скуратова Н.А., Беляева Л.М. Значение ортостатических тестов и пробы с реактивной гиперемией в обследовании юных спортсменов // Медицинские новости. 2011. № 9. С. 75–79.
6. Bhuachalla B.N., McGarrigle C.A., O'Leary N. Orthostatic hypertension as a risk factor for age-related macular degeneration: evidence from the Irish longitudinal study on ageing. *Exp. Gerontol.* 2018. № 106. P. 80–87.
7. Аверьянова И.В. Перестройки показателей гемодинамики и кардиоритма в ответ на активную ортостатическую пробу у юношей, проживающих в различных субъектах дальневосточного региона России // Якутский медицинский журнал. 2019. № 2. С. 6–10.
8. Петрова В.К., Ванюшин Ю.С. Возрастные особенности деятельности сердца при активной ортостатической пробе // Евразийское Научное Объединение. 2018. № 4-1 (38). С. 57–59.
9. Kang M., Xu Y., Zou R. Differences of age and gender in orthostatic hypertension-a single-center study. *Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban.* 2016. № 41(8). P. 783–788. DOI: 10.11817/j.issn.1672-7347.2016.08.002.
10. Kang M.H., Xu Y., Wang C. Differences of age and gender in children with orthostatic hypertension. *Chin. J. Appl. Clin. Pediatr.* 2013. № 28(1). P. 24–26.
11. Архангельский С.П., Грабельников С.А. Сравнительный анализ реакции гемодинамических показателей на ортостатическую пробу у спортсменов разных ростовых групп. *Физическая культура и спорт Верхневолжья*, 2009. № 2. С. 97–102.
12. Десятников Г.А. Сравнительный анализ результатов ортостатической пробы у студентов разных спортивных секций // Слобожанский научно-спортивный вестник. 2012. № 3(31). С. 120–123.
13. Прокопьев Н.Я., Семизоров Е.А., Хромина С.И. Влияет ли тип конституции на показатели индекса Кремптона у студентов вузов г. Тюмени на их начальном этапе обучения // Воспитательно-патриотическое и физкультурно-спортивная деятельность в вузах: решение актуальных проблем: материалы МНПК. Тюмень, 2020. С. 278–284.

УДК 378.1

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ FLIPPED-ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНОГО ВУЗА

Чигиринская Н.В.

Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, e-mail: nvtchi@yandex.ru

Статья посвящена актуальной проблеме современного технического образования – обеспечению формирования математических компетенций студентов инженерного вуза с учетом условий пандемии. Вариативность предъявления сложного для студента материала может быть обеспечена как за счет различных педагогических средств: классических форм обучения (лекции, семинары, практические занятия), так и за счет инновационных, так называемых Flipped learning форм. Эффективность каждой модели обучения обеспечивается учетом требований ко всем участникам образовательного процесса. Эти модели должны быть адаптированы с учетом возможностей каждого вуза. Инженерные вузы, обладая хорошими техническими возможностями, способны достаточно быстро перейти к «смешанным» формам организации учебной деятельности на базе Microsoft Teams и в электронно-обучающей среде ЭИОС. В отличие от классического обучения, в перевернутой модели обучающий контент (теоретическая основа курса) задается в обучающих авторских роликах и презентациях. В перевернутом классе (Flipped Class) отработка практических навыков основана на технологиях пре-водкастинга (Pre-Vodcasting), при котором знакомство с теоретическим материалом у студентов начинается до отработки практических навыков. По своей сути это и есть перевернутое обучение. При организации данной технологии возникают проблемы контентного (содержательного) и технологического характера. Для возрастного преподавателя наиболее важной является именно технологическая проблема. Проблема студентов состоит в мнимой свободе от необходимости постоянной работы. Однако данная технология может быть признана комплементарной (дополнительной) к существующим классическим академическим.

Ключевые слова: инженерное образование, перевернутое обучение, математическая компетенция, смешанное обучение, IT-технология

PROBLEMS AND PROSPECTS FOR THE IMPLEMENTATION OF FLIPPED-LEARNING TO ENSURE THE FORMATION OF MATHEMATICAL COMPETENCES OF ENGINEERING UNIVERSITY STUDENTS

Chigirinskaya N.V.

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

The article is devoted to the urgent problem of modern technical education – ensuring the formation of mathematical competencies of students of an engineering university, taking into account the conditions of the pandemic. The variability of presenting material that is difficult for a student can be ensured through various pedagogical means: classical forms of education (lectures, seminars, practical classes), and through innovative, so-called Flipped learning forms. The effectiveness of each learning model is ensured by taking into account the requirements for all participants in the educational process. These models should be adapted to suit the capabilities of each institution. Engineering universities, possessing good technical capabilities, are able to quickly switch to «mixed» forms of organizing educational activities based on Microsoft Teams and in the electronic learning environment of the EIOS. In contrast to the classical teaching in the inverted model, the teaching content (the theoretical basis of the course) is set in the author's training videos and presentations. In the Flipped Class, practical skills development is based on Pre-Vodcasting technologies, in which students become familiar with theoretical material before practicing practical skills. At its core, this is inverted learning. When organizing this technology, problems of a content (substantive) and technological nature arise. For an older teacher, the most important is precisely the technological problem. The problem for students is the apparent freedom from the need for constant work. However, this technology can be recognized as complementary (additional) to the existing classical academic ones.

Keywords: engineering education, flipped learning, mathematical competence, blended learning, IT technology

Примером современных требований ко всем участникам образовательного процесса можно считать стандарты международного общества содействия технологиям в образовании [1, 2]. Обновленные федеральные образовательные стандарты [3] содержат требования, непосредственно относящиеся к «перевернутому» (*Flipped Learning, Flipped Class*) обучению. Специфика сегодняшнего времени заставила многих педагогов-исследователей и педагогов-практиков обратиться к моделям сме-

шанного образования и их модификациям. Одной из них является *flipped*-обучение, адаптированное для инженерного образования с учетом психолого-педагогических, технико-технологических и организационных возможностей инженерного вуза.

В настоящее время закономерно встают следующие вопросы, раскрывающие проблему и перспективы внедрения *flipped*-обучения в инженерном вузе. Каковы должны быть новые организационные формы обучения в вузе, обеспечивающие эффек-

тивное усвоение знаний в очном, дистанционном и смешанном формате? Что еще может предложить ИКТ-технология с позиции деятельностного и рефлексивного подхода в обучении? Какие проблемы и трудности могут возникнуть у преподавателя с внедрением модели перевернутого обучения? В данной статье остановимся на возможности применения *flipped*-обучения для формирования математических компетенций студентов инженерного вуза.

Материалы и методы исследования

Основы построения модели «перевернутого обучения» (*flipped learning*) заложил некоммерческий проект Академии Салмана Хана – учителя химии, – из *Woodland Park High School* (США) в 2008 г. [4]. Причиной появления послужили социальные явления, сходные с условиями пандемии. Практически в то же время Джонатан Бергман и Аарон Самс [5] стали записывать видеоуроки по химии для тех учеников, которые не посещали школу из-за болезни или соревнований. На сайте Академии размещались видеолекции по химии, биологии, физике, математике и другим предметам, обеспечивая доступность получения высококачественного образования каждому и повсюду. Доступность видео онлайн и возросший доступ обучающихся к ИКТ-технологиям преопределили идею и успех *flipped learning*.

Теоретически перевернутое обучение базируется на так называемом смешанном обучении, при котором знакомство с теорией выходит за рамки академического классно-урочного обучения [6]. Оно хорошо согласуется [7] с психологической теорией деятельности и деятельностного подхода к развитию личности и обучению (В.В. Давыдов, А.Н. Леонтьев, С.Л. Рубинштейн, Г.П. Щедровицкий и др.); рефлексивным подходом в обучении (Г.П. Щедровицкий, Н.Г. Алексеев), с дидактическими основами естественнонаучного образования в гуманитарной парадигме (В.И. Слободчиков, И.С. Якиманская и др.), индивидуальным подходом в образовании (Ш.Ю. Амонашвили, В.В. Давыдов и др.).

Результаты исследования и их обсуждение

Под термином смешанное обучение будем понимать такую аддитивную форму организации процесса образования, при которой происходит наращение классической аудиторной формы взаимодействия со студентом за счет дистанционной, основанной на технологиях ИКТ обучения. В инженерном вузе смешанное обучение выступает как часть специально организованного

ИКТ-обучения, при котором цели, содержание, методы остались традиционными, а средства и организационные формы стали носить инновационный характер. Возникли такие формы, как аудиторно-групповая, дистанционная форма и другие. Компонентами смешанного обучения являются [2, 8]:

- традиционное прямое личное взаимодействие участников образовательного процесса;
- интерактивное взаимодействие;
- самообразование.

Суть смешанного обучения хорошо представлена в определении, которое дает *Clayton Christensen Institute* (Институт Клейтона Кристенсена): «Смешанное обучение (*blended-learning*) – это образовательная технология, совмещающая обучение с участием учителя (лицом к лицу) с онлайн-обучением, предполагающая элемент самостоятельного контроля учеником пути, времени, места и темпа обучения, а также интеграцию опыта обучения с учителем и онлайн» [9, 10]. В России смешанное обучение хорошо зарекомендовало себя в работе физико-математических лицеев с углубленным изучением отдельных предметов [11].

В чем заключается отличие классического обучения от перевернутого? При организации классического обучения, когда преподаватель предъявляет теоретический материал на лекции, отработка практических навыков студентов происходит в основном самостоятельно, во время внеаудиторной работы. В перевернутом обучении все наоборот. Перевернутый класс – это модель обучения, в которой выполнение домашней работы, помимо прочего, включает в себя применение технологий водкаста:

- просмотр видеолекции;
- чтение учебных текстов, рассмотрение поясняющих рисунков;
- прохождение тестов на начальное усвоение темы [5].

Преподаватель в очной форме организует практическую работу по отработке навыков применения изученного самостоятельно материала, т.е. аудиторная и домашняя работы «меняются местами», «переворачиваются». Что происходит в аудитории? Здесь происходит закрепление самостоятельно изученного теоретического материала и актуализация полученных знаний, которая может проходить в формате семинара, ролевой игры, проектной деятельности и других интерактивных формах. При этом объяснительно-иллюстративная, то есть пассивная стратегия обучения переходит к активной деятельностно-рефлексивной модели. Педагогика вместе с управляе-

мой ею «большой наукой» (математикой, физикой, химией и др.) создают не только понятную популярную или доступную с дидактической точки зрения форму учебных знаний, но создают новое содержание, новое видение объектов человеческой деятельности, новую систему «идеальных действительностей» [12].

Начиная с марта 2020 г. автор ведет постоянную работу со студентами направления 09.03.04 «Программная инженерия» и 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» в формате перевернутого обучения. Специфика математических дисциплин в техническом вузе такова, что в течение 1–3 семестров преподаватель должен обеспечить студентам усвоение материала, не всегда логически выстроенного по времени, сложности и охвату обучения. Например, по направлению 09.03.01 в течение третьего семестра студенты изучали предметы «Вычислительная математика» и «Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы». При этом каждый предмет содержал большое количество лабораторных работ. Сокращение часов на изучение математики приводит к беглому, подчас поверхностному изучению дисциплины. Поэтому говорить о комплексном формировании такой математической компетенции, как «осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1) и «применять естественнонаучные и общинженерные знания, знания математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности (ОПК-1)» [3] приходится лишь как о желаемом результате. Отсутствие у студентов навыков самостоятельной работы с математическими текстами, умение разбираться с доказательством теорем, наконец, отсутствие элементарной математической грамотности – все это следствие неоправданно широкого внедрения ЕГЭ по математике как единственной формы сдачи вступительного экзамена в инженерные вузы. Ежегодное входное тестирование показывает, что выпускники подчас не могут решить простейшие задачи вычислительного характера. Их научили в школе угадывать результат, анализировать условие задачи, выдвигать возможные пути решения, логически обосновывать его они просто не умеют.

Для преодоления указанных трудностей коллектив кафедры «Высшая математика» ВолГТУ успешно использует возможности интерактивной обучающей программы «Ментор». Следует отметить, что эта систе-

ма была разработана и апробирована на кафедре еще 15 лет тому назад. В настоящее время она содержит достаточное количество параметрических тестовых задач. С наступлением пандемии, когда превалирующей формой работы стала дистанционная, хорошим дополнительным средством явилась единая коммуникативно-обучающая платформа ЭИОС (электронно-информационно-образовательная среда) и Microsoft Teams (корпоративная платформа, объединяющая в рабочем пространстве чат, встречи, заметки и вложения) [13]. Она поддерживается на компьютерах и ноутбуках – на платформах Windows, Mac OS, Linux, смартфонах и планшетах – Android и iOS. Эта платформа является хорошей альтернативой другим платформам видеоконференцсвязи (Skype, ZOOM, ...). Не останавливаясь на всех ее достоинствах, отметим некоторые технологические особенности MS Teams:

- локализация программного обеспечения и подробного руководства пользователя;
- возможность хранения рабочих файлов и видеоматериалов в облачном хранилище One Drive;
- возможность удобно раздавать индивидуальное задание студентам;
- возможность быстро и сравнительно несложно собрать рабочую команду, групповую онлайн-конференцию и отдельные виртуальные «переговорные комнаты».

Поскольку платформа сравнительно молода, ей присущи и определенные недостатки. Но опытный преподаватель может легко перейти на другие, более удобные для него. Мы организовали работу таким образом, что до практического применения весь теоретический материал выкладывался студентам в ЭИОС.

Какие проблемы могут возникнуть у педагога? Одной из ключевых проблем является проблема отбора и структурирования учебного материала. Это должен быть тщательно отобранный контент, соответствующий не отдельно взятому конкретному учебнику, как в школе, а материал может быть авторским (авторские курсы) или заимствован из доступных студентам источников. Он должен быть понятным студенту, а в случае с математическими дисциплинами иметь соответствующие графические иллюстрации. Затраты времени на его поиск и усвоение должны быть соизмеримы. Уровень сложности должен быть рассчитан на некий «средний» уровень студента. С технической точки зрения этот материал должен быть доступен с мобильных устройств. Наш опыт показал, что для домашнего освоения материала наиболее подходящими являются ролики, рассчитанные

на 30–40 мин. Это может быть авторский видеоролик. Мы выкладывали свои авторские лекции в облаке One Drive или на UTube. Часть видео, содержащие материал, который лектор считал дополнительным, подбиралась из видео, выложенного в интернете. Во время работы в команде Microsoft Teams мы использовали анимированные презентации, созданные в программном пакете MS PowerPoint. Лучше всего показали себя авторские интерактивные видеоролики, содержащие ссылки на учебную литературу, контекстные вопросы, ссылки на тесты в ЭИОС. Усвоение учебной деятельности можно было проверить тогда, когда студент научился осуществлять какой-то процесс. Это может быть процесс решения мини-задачи, облеченной в форму теста. В конце каждой изученной темы предлагался тест в виде небольшой вычислительной задачи, примера на понимание теории или небольшое эссе. Для написания эссе или реферата студент должен был самостоятельно найти литературу по новой теме. Особо выделим технологию тематического тестирования как наиболее подходящую в курсе математических дисциплин в инженерном вузе. Нами разработаны следующие виды тестов [14]:

- закрытый однозначный – тестовые задания с выбором единственно правильного ответа из нескольких предложенных вариантов;

- открытый однозначный – тестовые задания с вводом единственно правильного ответа;

- закрытый многозначный – тестовые задания с множественным выбором ответов, – в отличие от закрытых однозначных заданий, предлагается выбрать все правильные ответы из нескольких предложенных; при этом не исключается и однозначность выбора.

- вопрос на соответствие – тестовые вопросы с подбором пар соответствия, сопоставления или противопоставления элементов двух представленных множеств.

Отметим, какие, на наш взгляд, появились преимущества от использования данной модели обучения:

- экономия времени на занятии;
- возможность разноуровневого обучения;
- индивидуальный темп для каждого студента при освоении теоретического материала;
- возможность у каждого студента повторения пройденного материала во время просмотра записи авторской лекции;
- условия для использования совместной деятельности, проектного метода;
- возможность использовать качественные электронные образовательные ресурсы;

- создание собственной траектории обучения;

- возможность оперативного обновления и дополнения информации.

Минусы использования рассматриваемой технологии.

- Опасность формального контроля за усвоением материала. Мы наблюдали случаи, когда сдача зачета или экзамена превращалась в формальное проведение «усредненного» теста. Конечно, технологии тестирования очень удобны. И многие тематические тесты можно найти в открытых ресурсах. Но не все вопросы в тестах заданы корректно, кроме того, возникающие при составлении тестов ошибки не всегда удается исправить единолично. В математических дисциплинах, например, преподаватель должен при отладке теста владеть еще и навыками программирования при наборе формул и составлении рисунков и чертежей.

- Есть опасность ухудшить «перевернутую» модель образования из-за невозможности оперативно задать вопросы лектору.

- Неизбежно возникающие проблемы прокторинга решались не всегда корректно. Наблюдение за работой студентов онлайн требует повышенного внимания и понимания психологических особенностей каждого студента.

- Несмотря на очевидность «перевернутого» образования следует внимательно относиться к содержательной и технологической стороне вопроса. Требуется личное время и усилия преподавателя на запись качественной видеолекции и наличие дорогостоящего оборудования. Даже в техническом вузе при наличии оснащенных аудиторий существовали проблемы с подключением и связью.

- Трудность во внедрении технологии состояла еще и в недостаточной мотивации студентов на постоянную самостоятельную и ритмичную работу. Необходимо было так выстроить аудиторную и внеаудиторную работу, чтобы студенты смогли воспринимать их как элементы одной цепи, логически следующие одна за другой. При этом наиболее продвинутые студенты не потеряли бы интерес к очным занятиям, а слабые не потерялись в пути за новым знанием.

- Со стороны преподавателей потребовались дополнительные усилия во время наполнения содержанием ЭИОС, ведения онлайн-консультаций, заполнения массы анкет. Методическое управление вуза не сразу осознало необходимость единой формы заполнения личной страницы курсов преподавателей в ЭИОС. Преподавателям приходилось самим изобретать и внедрять дополнительные программные сервисы.

Все это потребовало освоения новых навыков. Возрастные преподаватели могут освоить эту модель частично или не освоить ее совсем. Очень важно не навязывать освоение этой модели директивно, а внедрять ее отдельные элементы постепенно. Это означает обучение на курсах переподготовки по дополнительной профессиональной программе. В нашем случае такой программой была «Организация образовательной деятельности преподавателя средствами ЭИОС университета», где автор был непосредственным участником и тьютором.

– Потеря очных лекций, отсутствие постоянного живого контакта с преподавателем может сформировать у студентов ощущение, что все, что им понадобится в дальнейшем, можно найти в открытом доступе в интернете. Особенно если авторские лекции становятся доступны всем. Может произойти замещение «перевернутой» модели на модель полного погружения в обучение онлайн, переход к заочному или частично заочному обучению. Лектор становится неким транслятором кодифицированного знания, иногда добавляя некое разнообразие.

– Технические проблемы могут свести на нет саму идею обучения. Даже если студенты и мотивированы на него, возможности их оборудования не всегда позволяют делать это без помех.

Как видим, рассматриваемая проблема включает методическую и технологическую составляющие. Технологическая часть проблемы здесь выходит на первое место – для «предметного» преподавателя многое в технологии «перевернутого» обучения является новым.

Наконец, мы считаем, что ключевая проблема здесь – это не только трудоемкость в создании электронных образовательных ресурсов или техническая оснащенность вуза. Проблема гораздо глубже – в ослаблении роли педагога. В мнимой свободе студента от необходимости постоянной напряженной работы в условиях отсутствия тотального контроля со стороны преподавателя. Ведь для успешного освоения предметной области студент должен самостоятельно, желательно до участия в видеолекции, ознакомиться с материалом, научиться погружать себя в новое знание. Это, безусловно, вызывает на первых порах неприятие и раздражение. Вот здесь нужно проявить волю, целеустремленность и характер.

Заключение

Подчеркнем основную мысль, сформулированную еще основоположниками пере-

вернутого обучения. Данная модель может быть признана дополнительной к классическим базовым технологиям обучения в инженерном вузе. Именно в технических вузах, где техническая и технологическая база создают возможности ее внедрения, она может дать наибольший эффект. В процессе обучения студенты должны использовать не только технологические инструменты, но должны также «персонализировать» учебное пространство для погружения в знание, упакованное в цифровой формат. Они должны понимать специфику цифрового пространства и критически использовать его возможности, действуя осознанно безопасными методами. Со стороны преподавателей возможен консенсус между устоявшимися традиционными формами представления учебной информации и новыми интерактивными, создаваемыми совместно со студентами и информационной средой.

Список литературы

1. International Society for Technology in Education [Electronic resource]. URL: https://ru.qaz.wiki/wiki/International_Society_for_Technology_in_Education (date of access: 16.03.2021).
2. Кулиева О.Н. Перевернутая классная комната (Flipped Classroom) как учебная стратегия смешанного обучения // Роль университетского образования и науки в современном обществе. Минск: Белорусский государственный университет, 2019. С. 363–369.
3. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс]. URL: <http://fgosvo.ru/> (дата обращения: 16.03.2021).
4. Круподерова Е.П., Белова Т.А. ИКТ-инструменты как технологическая основа реализации инновационных образовательных моделей // Проблемы современного педагогического образования. 2018. № 60–4. С. 229–232.
5. Bergmann, Jonathan., Sams, Aaron. Flip Your Classroom: Reaching Every Student in Every Class Every Day, 2012. 112 p.
6. Чигиринская Н.В., Андреева М.И., Бочкин А.М., Горелик Р.Е., Чесноков О.К. Реализация распределенной стратегии обучения математике студентов инженерного вуза на примере использования контрольно-обучающей системы «МЕНТОР» // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26582> (дата обращения: 16.03.2021).
7. Чигиринская Н.В. Формирование экономической культуры инженера в системе высшего профессионального образования: дис. ... докт. пед. наук. Волгоград, 2010. 355 с.
8. Чернышева О.В. Смешанное обучение на примере «Flipped Classroom» // Актуальные вопросы образования. 2020. Т. 1. С. 105–107.
9. Андреева Н.В., Рождественская Л.В., Ярмахов Б.Б. Шаг школы к смешанному обучению. М.: Рыбаков фонд, Открытая школа, 2016. 282 с.
10. Майкл Хорн, Хизер Стейкер. Смешанное обучение. Использование прорывных инноваций для улучшения школьного образования. Сан-Франциско: Wiley, 2015. 308 с.
11. Смешанное обучение в России [Электронный ресурс]. URL: <https://blendedlearning.pro/application/actions/blended-learning-2020> (дата обращения: 16.03.2021).
12. Щедровицкий Г.П., Розин В.М., Алексеев Н.О., Непомнящая Н.И. Педагогика и логика. М.: Касталь, 1993. 416 с.
13. Microsoft Teams: 7 things you need to know [Electronic resource]. URL: <https://www.cnet.com/news/microsoft-teams-7-things-you-need-to-know/> (date of access: 16.03.2021).
14. Чигиринская Н.В., Горобцов А.С., Андреева М.И. Индивидуализация процесса обучения математике в вузе на основе использования технологий компьютерного тестирования // Известия ВГПУ. Серия «Педагогика». 2012. Т. 71. № 7. С. 73–77.