СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ 3, 2020

ISSN 1812–7320

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,916
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,284

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, Алоев В.З. (Нальчик); д.т.н., доцент, Аршинский Л.В. (Иркутск); д.т.н., профессор, Ахтулов А.Л. (Омск); д.т.н., профессор, Баёв А.С. (Санкт-Петербург); д.т.н., профессор, Баубеков С.Д. (Тараз); д.т.н., профессор, Беззубцева М.М. (Санкт-Петербург); д.п.н., профессор, Безрукова Н.П. (Красноярск); д.т.н., доцент, Белозеров В.В. (Ростов-на-Дону); д.т.н., доцент, Бессонова Л.П. (Воронеж); д.п.н., доцент, Бобыкина И.А.(Челябинск); д.г.-м.н., профессор, Бондарев В.И. (Екатеринбург); д.п.н., профессор, Бутов А.Ю. (Москва); д.т.н., доцент, Быстров В.А. (Новокузнецк); д.г.-м.н., профессор, Гавришин А.И. (Новочеркасск); д.т.н., профессор, Герман-Галкин С.Г. (Щецин); д.т.н., профессор, Германов Г.Н. (Москва); д.т.н., профессор, Горбатюк С.М. (Москва); д.т.н., профессор, Гоц А.Н. (Владимир); д.п.н., профессор, Далингер В.А. (Омск); д.псх.н., профессор, Долгова В.И., (Челябинск); д.э.н., профессор, Долятовский В.А. (Ростов-на-Дону); д.х.н., профессор, Дресвянников А.Ф. (Казань); д.псх.н., профессор, Дубовицкая Т.Д. (Сочи); д.т.н., доцент, Дубровин А.С. (Воронеж); д.п.н., доцент, Евтушенко И.В. (Москва); д.п.н., профессор, Ефремова Н.Ф. (Ростов-на-Дону); д.п.н., профессор, Жеребило Т.В. (Грозный); д.т.н., профессор, Завражнов А.И. (Мичуринск); д.п.н., доцент, Загревский О.И. (Томск); д.т.н., профессор, Ибраев И.К. (Караганда); д.т.н., профессор, Иванова Г.С. (Москва); д.х.н., профессор, Ивашкевич А.Н. (Москва); д.ф.-м.н., профессор, Ижуткин В.С. (Москва); д.т.н., профессор, Калмыков И.А. (Ставрополь); д.п.н., профессор, Качалова Л.П. (Шадринск); д.псх.н., доцент, Кибальченко И.А. (Таганрог); д.п.н., профессор, Клемантович И.П. (Москва); д.п.н., профессор, Козлов О.А. (Москва); д.т.н., профессор, Козлов А.М. (Липецк); д.т.н., доцент, Козловский В.Н. (Самара); д.т.н., доцент, Красновский А.Н. (Москва); д.т.н., профессор, Крупенин В.Л. (Москва); д.т.н., профессор, Кузлякина В.В. (Владивосток); д.т.н., доцент, Кузяков О.Н. (Тюмень); д.т.н., профессор, Куликовская И.Э. (Ростов-на-Дону); д.т.н., профессор, Лавров Е.А. (Суми); д.т.н., доцент, Ландэ Д.В. (Киев); д.т.н., профессор, Леонтьев Л.Б. (Владивосток); д.ф.-м.н., доцент, Ломазов В.А. (Белгород); д.т.н., профессор, Ломакина Л.С. (Нижний Новгород); д.т.н., профессор, Лубенцов В.Ф. (Краснодар); д.т.н., профессор, Мадера А.Г. (Москва); д.т.н., профессор, Макаров В.Ф. (Пермь); д.п.н., профессор, Марков К.К. (Иркутск); д.п.н., профессор, Матис В.И. (Барнаул); д.г.-м.н., профессор, Мельников А.И. (Иркутск); д.п.н., профессор, Микерова Г.Ж. (Краснодар); д.п.н., профессор, Моисеева Л.В. (Екатеринбург); д.т.н., профессор, Мурашкина Т.И. (Пенза); д.т.н., профессор, Мусаев В.К. (Москва); д.т.н., профессор, Надеждин Е.Н. (Тула); д.ф.-м.н., профессор, Никонов Э.Г. (Дубна); д.т.н., профессор, Носенко В.А. (Волгоград); д.т.н., профессор, Осипов Г.С. (Южно-Сахалинск); д.т.н., профессор, Пен Р.З. (Красноярск); д.т.н., профессор, Петров М.Н. (Красноярск); д.т.н., профессор, Петрова И.Ю. (Астрахань); д.т.н., профессор, Пивень В.В. (Тюмень); д.э.н., профессор, Потышняк Е.Н. (Харьков); д.т.н., профессор, Пузряков А.Ф. (Москва); д.п.н., профессор, Рахимбаева И.Э. (Саратов); д.п.н., профессор, Резанович И.В. (Челябинск); д.т.н., профессор, Рогачев А.Ф. (Волгоград); д.т.н., профессор, Рогов В.А. (Москва); д.т.н., профессор, Санинский В.А. (Волжский); д.т.н., профессор, Сердобинцев Ю.П. (Волгоградский); д.э.н., профессор, Сихимбаев М.Р. (Караганда); д.т.н., профессор, Скрыпник О.Н. (Иркутск); д.п.н., профессор, Собянин Ф.И. (Белгород); д.т.н., профессор, Страбыкин Д.А. (Киров); д.т.н., профессор, Сугак Е.В. (Красноярск); д.ф.-м.н., профессор, Тактаров Н.Г. (Саранск); д.п.н., доцент, Тутолмин А.В. (Глазов); д.т.н., профессор, Умбетов У.У. (Кызылорда); д.м.н., профессор, Фесенко Ю.А. (Санкт-Петербург); д.п.н., профессор, Хода Л.Д. (Нерюнгри); д.т.н., профессор, Часовских В.П. (Екатеринбург); д.т.н., профессор, Ченцов С.В. (Красноярск); д.т.н., профессор, Червяков Н.И. (Ставрополь); д.т.н., профессор, Шалумов А.С. (Ковров); д.т.н., профессор, Шарафеев И.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 = 0,916.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,284.

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: 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 – 27.03.2020
Дата выхода номера – 27.04.2020

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.

Способ печати – оперативный
Распространение по свободной цене
Усл. печ. л. 25
Тираж 1000 экз. Заказ СНТ 2020/3
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

ПРАКТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРА ИЗНОСА КЛАПАНОВ БУРОВЫХ ПОРШНЕВЫХ НАСОСОВ

Абдюкова Р.Я. 9

ПОДДЕРЖКА УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА IT-ПРОЕКТАХ

Алексеева М.С., Куренных А.Е., Судаков В.А. 14

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ КАК СВЯЗУЮЩЕЙ ЦИФРОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННУЮ ГЕНЕРАЦИЮ

Белкин П.А., Посмаков Н.П., Ростовский Н.С. 19

МОДЕЛЬ ГОТОВНОСТИ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАПАСНЫМИ ЧАСТЯМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Богдан А.Н., Поляков А.П., Поляков С.А. 25

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ И ДИАГНОСТИКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН, ОБОРУДОВАННЫХ УСТАНОВКАМИ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ (УЭЦН), МЕТОДОМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПОТЕРЬ

Большунов А.В., Мостакалов К.А. 30

ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АЛГОРИТМОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ТЕКСТОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМ С ПРЕДОПРЕДЕЛЕННОЙ СЕМАНТИКОЙ

Ванюлин А.Н., Алексеева Н.Р., Мочалова Т.А. 35

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА К ОДНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОГРАММЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Горбанева О.И., Басангова Е.О., Горяев В.М., Милошенко А.П. 40

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА, УПРАВЛЕНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Желтов В.П., Желтов П.В. 45

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ МНОГОКАМЕРНОЙ ТРУБЧАТОЙ ПЕЧИ С ЦЕЛЬЮ ЛИКВИДАЦИИ ЗОН ПЕРЕГРЕВА И КОКСООБРАЗОВАНИЯ

Иваненко А.Ю., Яблокова М.А., Пономаренко Е.А., Грабская Н.В. 49

МОДЕЛИРОВАНИЕ УЧАСТКА ПУПИЛЛОГРАММЫ, ИДЕНТИФИЦИРУЕМОГО КАК «УРОВЕНЬ УЗНАВАНИЯ»

Исаева О.Л., Бороненко М.П. 54

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ДИСКОВЫМ КУЛЬТИВАТОРОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ДИСКРЕТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Лысыч М.Н. 59

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМА ОЧИСТКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА С РЕКУПЕРАТИВНЫМ ПРИВОДОМ

Мартыненко Д.С., Устинов Н.Н. 65

О ПРОЦЕДУРЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА

Опарин Д.А., Бахирев И.В., Кавалеров Б.В., Килин Г.А. 70

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРИЕМА В ВУЗЫ РОССИИ

Фурсов В.В., Щиголева И.В., Суровцова Т.Г., Пушкин А.И., Овчинкин О.В., Пыхтин А.И. 76

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ОСНОВАНИИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Фурсов С.А., Киров А.В. 81

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО СТЕНДА ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ РОТОРНЫХ СИСТЕМ

Хвостиков А.С. 87

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОЛНОЙ ДИАГРАММЫ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ШЛАКОБЕТОНА ПРИ ТРЕХТОЧЕЧНОМ ИЗГИБЕ

Черноусов Н.Н., Стурова В.А. 92

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Шабельская Н.П., Егорова М.А., Полякова Ю.А. 97

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Шелехов И.Ю., Пожидаев В.В., Смирнов Е.И. 102

ЗАДАЧИ ОПЕРАЦИОННОГО УРОВНЯ В ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ

Юсупова Н.И., Валеев Р.С. 107

ОБЗОРЫ

МЕТОДОЛОГИЯ ERP В ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

Игнатова Е.С. 112

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

СТАТЬИ

ЛИЧНОСТНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ НА ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ УЧИТЕЛЕЙ БИОЛОГИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Белова О.А., Сазонов В.Ф., Асеев В.Ю. 119

ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ПОЛИТИЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ МОЛОДЕЖИ

Белогорская Л.В. 129

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НЕПРЕРЫВНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПЕДАГОГОВ

Гребенникова В.М., Узунова Г.П. 133

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА ПЛОВЦОВ

Григан С.А., Бельмач В.А. 138

ЯЗЫКОВАЯ СРЕДА КАК ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР ОБУЧЕНИЯ НЕРОДНОМУ ЯЗЫКУ

Ермекбаева Г.Г. 143

ОТНОШЕНИЕ СТУДЕНТОВ К ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗДОРОВЬЯ СРЕДСТВАМИ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА

Жуков Р.С., Макарова О.А., Курганова Е.В., Апарина М.В., Тюкалова С.А. 148

ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ГИДРОТЕХНИКА ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Зуб И.В. *153*

УПРАВЛЕНИЕ АКАДЕМИЧЕСКОЙ МОБИЛЬНОСТЬЮ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА В УСЛОВИЯХ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

Куркина Н.Р., Стародубцева Л.В., Имяреков С.М. *158*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ-ДИЗАЙНЕРОВ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ДИГИТАЛЬНЫХ ФОРМ

Ланщикова Г.А., Позднякова Т.Ю. *163*

ЗДОРОВЬЕ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

Маркова Н.В., Рютин С.Г. *168*

РОЛЬ МОДЕЛЕЙ В ФИЗИКЕ

Монастырский Л.М. *173*

ФОРМИРОВАНИЕ ГЕНДЕРНОЙ КУЛЬТУРЫ УЧАЩИХСЯ ОСНОВНОЙ СЕЛЬСКОЙ МАЛОКОМПЛЕКТНОЙ ШКОЛЫ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГИИ

Наумова Т.А., Причинин А.Е., Титов А.В. *178*

К ВОПРОСУ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ВУЗА К СДАЧЕ НОРМ ВСЕРОССИЙСКОГО ФИЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСА ГТО В СПРИНТЕРСКОМ БЕГЕ

Полещук В.В., Полещук И.Н. *183*

ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧИТЕЛЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ: ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ

Собянин Ф.И., Никифоров Ю.Б., Мацко А.И., Ковалева Р.Е., Бойцова М.В., Кольва В.О. *188*

ПРОБЛЕМЫ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Тишина Л.А., Данилова А.М. *194*

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

PRACTICAL RESEARCH ON THE WEAR PATTERN OF MUD PISTON PUMP VALVES
Abdyukova R.Ya. 9

MANAGEMENT DECISION SUPPORT FOR IT PROJECTS
Alekseeva M.S., Kurennykh A.E., Sudakov V.A. 14

APPLICATION OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN ELECTRICITY AS A CONNECTING DIGITAL TECHNOLOGY IN TRANSITION TO DECENTRALIZED GENERATION
Belkin P.A., Posmakov N.P., Rostovskiy N.S. 19

MODEL OF READINESS OF THE SYSTEM FOR PROVIDING SPARE PARTS FOR TECHNOLOGICAL EQUIPMENT OF THE ROCKET AND SPACE COMPLEX
Bogdan A.N., Polyakov A.P., Polyakov S.A. 25

DEVELOPMENT OF SYSTEM FOR ASSESSMENT AND DIAGNOSTICS OF OPERABILITY OF OIL WELLS EQUIPPED WITH INSTALLATIONS OF ELECTRIC CENTRIFUGAL PUMPS BY METHOD OF ENERGY EFFICIENCY AND LOSSES
Bolshunov A.V., Mostakalov K.A. 30

LINGUISTIC FOUNDATIONS OF ALGORITHMS IN COMPUTER PROCESSING OF TEXTS ON THE BASIS OF SYSTEMS WITH A PREDEFINED SEMANTICS
Vanyulin A.N., Alekseeva N.R., Mochalova T.A. 35

APPLICATION OF MODELS OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP TO ONE STATE AGRICULTURAL PROGRAM OF THE ROSTOV REGION
Gorbaneva O.I., Basangova E.O., Goryaev V.M., Miloshenko A.P. 40

DEVELOPMENT OF COMPUTER SYSTEMS FOR TERRITORIAL MONITORING, MANAGEMENT AND FORECASTING
Zheltov V.P., Zheltov P.V. 45

RECOMMENDATIONS FOR UPGRADING A MULTI-CHAMBER TUBE FURNACE TO ELIMINATE OVERHEATING AND COKING ZONES
Ivanenko A.Yu., Yablokova M.A., Ponomarenko E.A., Grabskaya N.V. 49

MODELING A PART OF A PUPILLOGRAM IDENTIFIED AS A «LEVEL OF RECOGNITION»
Isaeva O.L., Boronenko M.P. 54

RESEARCH OF PROCESS TREATING SOIL BY DISK CULTIVATOR USING THE METHOD OF DISCRETE ELEMENTS
Lysych M.N. 59

RESULTS OF EVALUATION OF DYNAMIC PARAMETERS OF THE CLEANING MECHANISM OF A COMBINE HARVESTER WITH A REGENERATIVE DRIVE
Martynenko D.S., Ustinov N.N. 65

ABOUT PROCEDURE FOR IDENTIFYING THE MATHEMATICAL MODEL OF THE AIR FLOW
Oparin D.A., Bakhirev I.V., Kavalerov B.V., Kilin G.A. 70

DIGITAL TRANSFORMATION OF THE ADMISSION PROCESS TO RUSSIAN UNIVERSITIES
Fursov V.V., Shchigoleva I.V., Surovtsova T.G., Pushkin A.I., Ovchinkin O.V., Pykhtin A.I. 76

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM ON THE BASIS OF STATISTICAL DATA USING SOFTWARE

Fursov S.A., Kirov A.V. 81

IMPROVEMENT OF THE MEASURING STAND FOR RESEARCHING THE DYNAMICS OF HIGH-SPEED ROTARY SYSTEMS

Khvostikov A.S. 87

MATHEMATICAL MODEL OF THE FULL DIAGRAM OF DEFORMATION OF SLAG CONCRETE IN THREE-POINT BEND

Chernousov N.N., Sturova V.A. 92

IMPROVING THE OSH MANAGEMENT SYSTEM AT ENGINEERING ENTERPRISES

Shabelskaya N.P., Egorova M.A., Polyakova Yu.A. 97

STUDY EFFICIENCY OF WORK THERMOELECTRIC SYSTEMS

Shelekhov I.Yu., Pozhidaev V.V., Smirnov E.I. 102

OPERATIONAL LEVEL PROBLEMS IN TRANSPORT LOGISTICS

Yusupova N.I., Valeev R.S. 107

REVIEWS

ERP METHODOLOGY IN THE ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF CONSTRUCTION PRODUCTION

Ignatova E.S. 112

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

ARTICLES

PERSONAL INFLUENCE OF THE TEACHER ON STUDENTS UNDER TRAINING OF TEACHERS OF BIOLOGY IN MODERN CONDITIONS OF THE USE OF ELECTRONIC LEARNING

Belova O.A., Sazonov V.F., Aseev V.Yu. 119

PEDAGOFICAL ASPECT OF PROBLEM OF THE DEVELOPMENT OF POLITICAL CONSCIOUSNESS OF THE YOUTH

Belogorskaya L.V. 129

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF CONTINUING PROFESSIONAL EDUCATION OF TEACHERS

Grebennikova V.M., Uzunova G.P. 133

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF MAJOR FACTORS DETERMINING THE EFFECTIVENESS OF THE TRAINING PROCESS OF SWIMMERS

Grigan S.A., Belmach V.A. 138

LANGUAGE ENVIRONMENT AS A PSYCHOLOGICAL FACTOR IN TEACHING A NON – NATIVE LANGUAGE

Ermekbaeva G.G. 143

ATTITUDE OF STUDENTS TO THE OPPORTUNITY OF FORMING HEALTH BY PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS MEANS

Zhukov R.S., Makarova O.A., Kurganova E.V., Aparina M.V., Tyukalova S.A. 148

PROFESSIONAL AND APPLIED PHYSICAL TRAINING OF WATER TRANSPORT HYDRAULIC ENGINEER

Zub I.V. 153

MANAGEMENT OF ACADEMIC MOBILITY OF STUDENTS OF PEDAGOGICAL UNIVERSITY IN CONDITIONS OF EDUCATIONAL ENVIRONMENT TRANSFORMATION

Kurkina N.R., Starodubtseva L.V., Imyarekov S.M. *158*

USE OF SOFTWARE OPPORTUNITIES IN TEACHING DESIGN STUDENTS TO DESIGN DIGITAL FORMS

Lanshchikova G.A., Pozdnyakova T.Yu. *163*

HEALTH OF STUDENT YOUTH: MODERN TRENDS

Markova N.V., Ryutin S.G. *168*

ROLE OF MODELS IN PHYSICS

Monastyrskiy L.M. *173*

FORMATION OF GENDER CULTURE OF STUDENTS OF THE MAIN RURAL SMALL SCHOOL AT TECHNOLOGY LESSONS

Naumova T.A., Prichinin A.E., Titov A.V. *178*

ON THE ISSUE OF TRAINING UNIVERSITY STUDENTS TO PASS THE NORMS OF THE ALL-RUSSIAN SPORTS COMPLEX GTO IN SPRINT RUNNING

Poleshchuk V.V., Poleshchuk I.N. *183*

PROJECT AND RESEARCH ACTIVITIES OF PHYSICAL EDUCATION TEACHERS: FOUNDATIONS

Sobyanin F.I., Nikiforov Yu.B., Matsko A.I., Kovaleva R.E., Boytsova M.V., Kolva V.O. *188*

PROBLEMS OF PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL SUPPORT OF STUDENTS WITH DISABILITIES IN AN EDUCATIONAL ORGANIZATION

Tishina L.A., Danilova A.M. *194*

СТАТЬИ

УДК 622.276.53

ПРАКТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРА ИЗНОСА КЛАПАНОВ БУРОВЫХ ПОРШНЕВЫХ НАСОСОВ

Абдюкова Р.Я.

Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Октябрьский, e-mail: abd_rima1968@mail.ru

Надежность работы буровых насосов зависит от срока службы отдельных узлов, в особенности деталей гидравлической части. В результате статических исследований выявлено, что детали гидравлической части, а именно клапана, имеют самые низкие показатели работоспособности. Улучшению конструкции клапанной пары посвящен ряд исследований, но при этом вопрос увеличения срока службы клапанов остаётся нерешенным, так как недостаточно хорошо был изучен механизм действия и виды разрушения отдельных элементов и поверхностей клапанной пары. Для изучения механизма износа были рассмотрены конструкции клапанов зарубежных и отечественных исполнений, с различными посадочными поверхностями и способами закрепления уплотнительного элемента. По результатам анализа износ определялся на опорно-посадочных поверхностях и на уплотнительном элементе, что приводило в целом выходу из строя клапанной пары и нарушению герметичности. Практические исследования посвящены анализу износа, определению видов износа, причин износа клапанов, вышедших из строя. Поэтому увеличение срока службы клапанов остается весьма серьёзной и актуальной задачей. Дальнейшие исследования, посвященные решению данного вопроса, остаются весьма перспективными. Проведенные исследования в области нефтепромыслового дела позволяют формировать систему фундаментальных знаний, позволяющую будущему специалисту анализировать, решать проблемы, использовать на практике приобретённые им навыки и знания, самостоятельно использовать современные методы исследований, овладевать новой информацией, с целью решения проблем нефтепромыслого дела. Решение данного вопроса позволит повысить технико-экономические показатели работы буровых поршневых насосов, а также процесса бурения в целом.

Ключевые слова: клапан бурового насоса, уплотнительное устройство, ресурс клапанов, износ клапанов, буровой поршневой насос, детали гидравлической части поршневого насоса

PRACTICAL RESEARCH ON THE WEAR PATTERN OF MUD PISTON PUMP VALVES

Abdyukova R.Ya.

Branch of Ufa State Petroleum Technological University, Oktyabrskiy, e-mail: abd_rima1968@mail.ru

The reliability of the mud pumps depends on the service life of the individual components, especially the parts of the hydraulic part. As a result of static studies, it was revealed that the details of the hydraulic part, namely the valve, have the lowest performance indicators. A number of studies have been devoted to improving the design of the valve pair, but at the same time, the question of increasing the service life of valves remains unresolved, because the mechanism of action and the types of destruction of individual elements and surfaces of the valve pair have not been well studied. To study the wear mechanism, valve designs of foreign and domestic versions with various seating surfaces and methods of fixing the sealing element were considered. According to the results of the analysis, wear was determined on the bearing and seating surfaces and on the sealing element, which resulted in the whole failure of the valve pair, and a violation of tightness. Practical research is devoted to the analysis of wear, the determination of the types of wear, the causes of wear of valves that have failed. Therefore, increasing the service life of valves remains a very serious and urgent task. Further studies on the solution of this issue remain very promising. The conducted research in the field of oilfield business allows the formation of a system of fundamental knowledge that allows a future specialist to analyze, solve problems, put into practice the skills and knowledge acquired by him, independently use modern research methods, master new information in order to solve the problems of oilfield business. The solution to this issue will improve the technical and economic performance of boring piston pumps, as well as the drilling process as a whole.

Keywords: mud pump valve, sealing device, valve service life, valve wear, piston mud pump, piston pump hydraulic parts

Повышение объемов добычи нефти требует повышения затрат на ремонт, техническое обслуживание и эксплуатацию оборудования. Долговечность является одним из основных резервов увеличения производительности и снижения затрат на эксплуатацию, ремонт деталей и узлов насосного оборудования. Дальнейшие проведённые исследования направлены на поиски решений данной задачи, с целью повышения технико-экономических показателей работы буровых поршневых насосов [1]. Изучению данной проблемы посвящены работы следующих авторов: Г.Г. Аббасова, Л.С. Айрапетова, С.Г. Бабаева, М.З. Валитова, О.И. Верзилина, Р.Е. Газарова, Л.Н. Гороновича, В.М. Литвинова, С.В. Ловчева, Я.С. Мкртычана, А.С. Николича, В.И. Пындака, В.З. Шаяхметова по усовершенствованию узлов и деталей буровых насосов. Несмотря на проведённые улучшения конструктивных параме-

тров, в настоящее время их надежность продолжает оставаться низкой.

Клапанный узел является одним из основных элементов бурового насоса. Степень совершенства конструкции поршневого насоса определяет высоту всасывания, величину объемного КПД и коэффициент подачи, динамику работы насосного агрегата. Эффективность эксплуатации буровых насосов определяется ограничением механических и гидравлических потерь в насосе. Поэтому дальнейшие исследования, направленные в поисках практических и теоретических решений, являются весьма перспективными и актуальными.

В результате изучения вопроса износа клапанов одни считают, что ведущим видом изнашивания является ударно-абразивное, другие – гидроабразивное. В трудах например, В.Н. Виноградова, Г.М. Сорокина, Н.А. Прохорова ведущим видом изнашивания является ударно-абразивный. Предложена методика и лабораторная установка, построенная на принципе соударения тел с абразивной жидкостью. Данный принцип утверждает, что в работе клапана имеет место удар. Другие исследователи утверждают, что величина напряжений составляет незначительную величину на границе стука. Это исходит из условия перехода кинетической энергии тарели в энергию деформации седла клапана. Динамическая нагрузка определяется скоростью возрастания перепада давления над клапаном после посадки тарели на седло. Данное предположение о работе клапана свидетельствует о том, что максимальная ударная нагрузка возникает после закрытия седла тарелью, что указывает на неприменимость известных методик, лабораторных установок для исследования износостойкости. Наряду с ведущим ударно-абразивным изнашиванием металлических деталей клапана существует и другая точка зрения. С.Г. Бабаев утверждает, что ведущим видом изнашивания является гидроабразивный. Следовательно, утверждения о том, какой вид изнашивания опорно-посадочных поверхностей клапанного узла является ведущим, остается до сих пор открытым. В результате проведенного анализа по исследованию характера износа можно сформулировать следующие задачи для исследования: 1. Ранее выполненные работы показали, что при различных условиях эксплуатации буровых насосов низкая долговечность определяется нарушением герметичности клапанного узла. Недостаточно изучены виды разрушения отдельных элементов клапана, механизм действия. 2. Состояние уплотнительного элемента клапана определяется напряженно-деформированным состоянием опорно-посадочных поверхностей. 3. Одной из причин выхода из строя клапанов буровых насосов является вибрация, вызванная динамической нагрузкой, но существующие испытательные стенды изнашивания клапанов не позволяют оценить их вибрацию. Для изучения этого вопроса необходимо соответствующее оснащение и средства измерения. 4. Выявлена неоднозначность и противоречивость рекомендации исследователей по выбору материалов клапанной пары. 5. Несомненный интерес представляет дальнейшее проведение исследований с точки зрения обеспечения оптимальных условий работы клапанной пары за счет выбора рациональной формы уплотнительных поверхностей. Изучению износа клапанов буровых поршневых насосов посвящены многочисленные работы, по результатам которых приняты различные технические решения по усовершенствованию конструкции клапанов. На технический ресурс деталей гидравлической части влияют условия эксплуатации в агрессивных и абразивосодержащих средах и их конструктивные характеристики. В табл. 1 приведены наработки деталей гидравлической части буровых насосов. Самой низкой наработкой обладают клапана, их коэффициент вариации составляет 0,77. Вероятность увеличения коэффициента указывает на внезапный и частый характер проявления отказов этих деталей. Низкий срок службы клапанов не соответствует требованиям бурения, приводит к частым остановкам бурового насоса. Значительные трудовые и материальные затраты требуются на ремонтные работы в неблагоприятных эксплуатационных, климатических условиях. Задача повышения ресурса клапанов в среднем до 300…500 ч остается весьма актуальной. С учетом условий эксплуатаций невозможно ответить на многие поставленные вопросы, например как облегчаются или усложняются условия работы клапанного узла по мере углубления бурения, уменьшения подачи насоса, увеличения плотности, вязкости и температуры бурового раствора.

Материалы и методы исследования

В настоящее время применяются самые различные конструкции тарельчатых клапанов буровых поршневых насосов: с конической формой металлической и резинометаллической опорной поверхностей, с плоской формой металлических и резинометаллических опорных поверхностей, с плоской резинометаллической и конической металлической опорой, с плоской конической металлической и конической резинометаллической опорой (рис. 1, 2). Исходя из условий износостойкости, не выявлено преимущество той или иной конструкции клапанного узла.

Таблица 1

Статистический параметр распределения наработки деталей гидравлической части

Деталь	Закон распределения	Статистический параметр распределения		
		$t^*_{ср}$, час	σ^*, час	$\upsilon^* = \sigma^* / t^*_{ср}$
Цилиндровые втулки	Вейбулла	204,1	106,1	0,51
Штоки	Логарифмически-нормальный	106,0	51,0	0,48
Поршни	Экспоненциальный	97,3	80,7	0,83
Клапаны	Экспоненциальный	72,5	55,9	0,77

Конструкции клапанов отличаются друг от друга элементами сопряжения тарели и седла, т.е. геометрическими характеристиками опор и направляющих. Тарель с седлом клапана является запорным гидравлическим механизмом одностороннего действия, пропускает жидкость в заданном направлении и перекрывающий ей проход в противоположном направлении. В результате чего обеспечивается разобщение и соединение рабочей камеры цилиндра насоса с подводящим и напорным трубопроводами. Отличительной особенностью в работе клапанов является возникновение больших ударных сил и вибрации [2, 3]. Можно отметить, что ресурс клапанов зависит не только от режима работы насосов, но и от конструктивных особенностей клапанной пары и уплотнительного элемента. Несомненный интерес представляет дальнейшее решение задачи за счет выбора рациональной формы посадочных поверхностей и уплотнительного элемента.

Результаты исследования и их обсуждение

Данные исследования посвящены изучению износа клапанных узлов, поступавших на капитальный ремонт. С целью изучения характера износа был проведен соответствующий анализ. По результатам характеристики износа наблюдается механический износ эластичного элемента. Механический износ определяется в независимости от крепления и распределения наибольших предельных напряжений. Наибольшее предельное напряжение определяется в местах сопряжения уплотнительного элемента с элементами клапана. При посадке тарели на седло заострённая часть уплотнительного элемента, выдавливается и защемляется в уплотняемом зазоре. При этом защемленный объем отрывается и приводит к потере герметичности клапанной пары. Во всех исследуемых клапанах наблюдался износ уплотнительного элемента, ввиду контакта с абразивными частицами нарушалась точность посадки тарели на седло. В результате циклического воздействия давления в зависимости от скорости жидкости, уплотнительный элемент разрушался и клапан выходил из строя. Выявлено, что направляющие посадочные поверхности клапанов подвергались большему износу в результате соударения двух тел. В процессе работы клапана, при перемещений тарели уменьшаются диаметры направляющих втулок и седла, вследствие чего можно наблюдать на посадочной поверхности седла вмятины, прямолинейные трещины, направленные вдоль образующей. В результате для тарели клапана перемещающего относительно седла при высоких переменных давлениях, с большими скоростями скольжения, характерен интенсивный износ и разрушение, вследствие ударных нагрузок [4–6]. Анализ исследований показал, что на напряженно-деформированное состояние уплотнительного элемента оказывают опорно-посадочные поверхности тарели и седла клапана, ввиду действия ударных нагрузок. Авторами, еще в XVII в. в области исследований ударных явлений, были Ньютон, Гюйгенс, Виллис и др. Постановка задачи о продольном ударе двух стержней с учетом деформирования тел связана с использованием модели Кокса. Модель Кокса основывается на применении теоремы об изменении кинетической энергии механической системы и гипотез о характере распределения энергии деформаций при ударе и при статическом взаимодействии тел. Модель позволяет рассчитывать коэффициент динамичности с максимальным значением ударной силы. Задача о прямом центральном соударении двух тел по стержню сформулирована в XIX в. в работах Навье и Сен-Венана. В модели удара Герца доказывается, что динамическое, контактное взаимодействие тел такое же, как и статическое.

В результате задача о прямом ударе двух тел сводится к задаче о соударении двух абсолютно твердых тел при нелинейной упругой характеристике эластичного элемента. Исследования центрального удара двух стержней получили широкое применение в области ударных технологий в строительстве, горнодобывающей промышленности, машиностроении и приборостроении. Однако этот вопрос требует аналитических и экспериментальных исследований [7, 8].

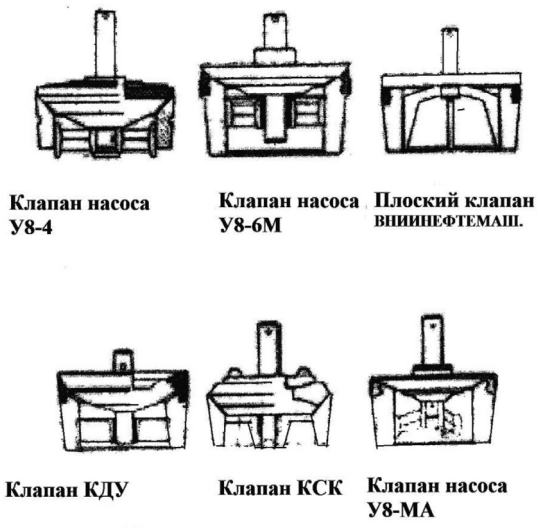


Рис. 1. Конструкции клапанов отечественных производителей

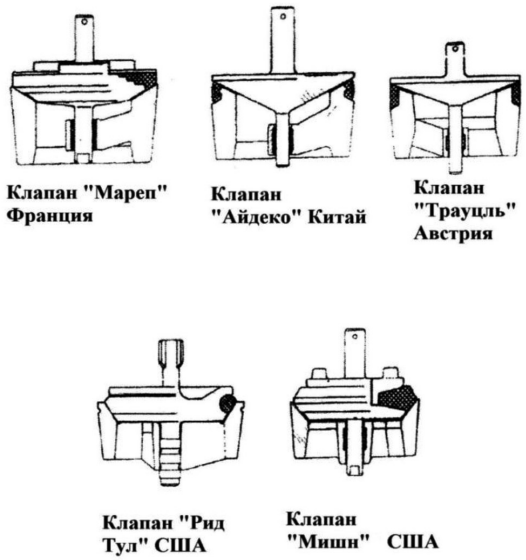


Рис. 2. Конструкции клапанов зарубежных производителей

Таблица 2

Характер износа клапанов буровых поршневых насосов

Тип бур. насоса	Диаметр клапана	Марка клапана	Износ посадочной поверхности и уплотнительного элемента	Характер износа	Район эксплуатации
НБТ-600	160,9	НБТ600	Царапины и риски на поверхностях трения, изменение размеров и формы уплотнительного элемента	Абразивное	Республика Татарстан, Азнакаевский УБР
НБ-375	163	НБ375	Лунки, вмятины, трещины на рабочих поверхностях, изменение размеров и формы уплотнительного элемента	Ударно-абразивное	Республика Башкортостан Туймазинский УБР
БрН-1	163	НБ125	Отколы и выбоины на рабочих поверхностях, изменение размеров и формы уплотнительного элемента	Ударно-абразивное	Республика Башкортостан Туймазинский УБР
9Т	111	НБ125	Следы коррозии на рабочих поверхностях, изменение размеров и формы уплотнительного элемента	Ударно-абразивное	Республика Башкортостан Туймазинский УБР
9МГр	111	НБ125	Выбоины, отколы, изменение размеров и формы уплотнительного элемента	Коррозионно-механическое	Республика Татарстан, Азнакаевский УБР

Исследованию, направленному на улучшение конструкции клапанной пары, посвящена работа Э.Г. Бурсунзовой. Показано, что при определённых углах наклона опорно-посадочных поверхностей удается существенно уменьшить металлоёмкость и сохранить при этом необходимую прочность и жесткость тарели клапана, но критерий износа, предложенный А.С. Николичем не учитывался, это является основным недостатком данной работы.

Выводы

На эффективность работы клапанов буровых поршневых насосов несомненное влияние оказывают формы посадочных

поверхностей и напряженно-деформированное состояние уплотнительного элемента, материалы элементов клапанной пары, способы упрочнения рабочих поверхностей и конструктивные особенности элементов клапанов. С этой целью предлагается принять новое техническое решение по усовершенствованию конструкции клапанов буровых поршневых насосов [9, 10] и проведение аналитических исследований по уменьшению величины максимальных усилий, приводящей к ударным нагрузкам и износу элементов клапанной пары.

Список литературы

1. Тимеркаев А.А., Габидуллин Р.А., Абдюкова Р.Я. Изучение уплотнительных устройств деталей гидравлической части буровых поршневых насосов: материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов в 3-х томах. Ответственный ред. К.Т. Тынчеров; Уфимский государственный нефтяной технический университет. 2013. С. 166–168.

2. Шакуров Н.Г., Гарипова И.И. Формирование характеристик качества деталей: материалы 45-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов в 2-х томах. 2018. С. 95–99.

3. Миннивалеев Т.Н. Современное состояние оборудования, применяемого для выравнивания неравномерности давления и защиты оборудования от гидравлических ударов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2011: сб. науч. тр. Уфа: УГНТУ, 2011. С. 51–54.

4. Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М., Хабибуллина Р.Г., Миннивалеев Т.Н. Условия, необходимые для формирования компетенции: умение моделировать технические объекты и технологические процессы // Актуальные вопросы инженерного образования – 2015: сборник научных трудов международной научно-методической конференции. 2016. С. 88–92.

5. Сулейманов Р.И., Хабибуллин М.Я., Давыдов А.Ю., Сидоркин Д.И., Давыдова О.В. Система технического обслуживания и ремонта нефтепромыслового оборудования // Опыт, проблемы и переспективы развития неразрушающих методов контроля и диагностики машин и агрегатов: сборник научных трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летнему юбилею филиала УГНТУ в г. Октябрьском и 20-летию лаборатории «Вибродиагностика машин и агрегатов нефтяной промышленности». 2017. С. 150–158.

6. Abdyukova R.Ya. Studies on operation and types of drilling pump valves. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (13th International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems, MEACS 2018). 2019. Vol. 560. № 1. Номер статьи 012050. DOI: 10.1088/1757-899X/560/1/012050.

7. Abdyukova R.Ya. Improving the design of poppet valve in piston mud pump. Advances in Engineering Research (AER) (International conference «Actual issues of mechanical engineering» (AIME 2018)). 2018. Vol. 157. P. 1–4.

8. Габдрахимов М.С., Миннивалеев Т.Н., Галимов Р.М. Анализ бурения нефтяных скважин в Азнакаевском ПБР ООО «Бурение» // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2013. № 5. С. 8–11.

9. Валиев А.В., Сулейманов Р.И. Насос НСН2-44 с оптимизированной конструкцией узла ловителя всасывающего клапана: материалы 45-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов в 2-х томах. 2018. С. 247–250.

10. Шакуров Н.Г. Формирование комплекса анализа структур и испытаний для оценки надежности конструкционных материалов // Актуальные вопросы высшего образования – 2018: материалы Международной научно-методической конференции. 2018. С. 138–143.

УДК 004.05:519.816

ПОДДЕРЖКА УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА IT-ПРОЕКТАХ

[1]Алексеева М.С., [1,2]Куренных А.Е., [2,3]Судаков В.А.

[1]АО «Галактика НТЦ», Сколково, e-mail: m151750@edu.misis.ru;
[2]ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (НИУ)», Москва, e-mail: alexey.kurennykh@gmail.com;
[3]ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», Москва, e-mail: sudakov@ws-dss.com

В данной работе рассматриваются важные задачи при управлении проектами по разработке и внедрению информационных систем: задачи о назначениях, а также задача развития профессиональных компетенций исполнителей в различных предметных областях. Для обеспечения оптимальных или рациональных управленческих решений ведется разработка программного комплекса, который обрабатывает данные, хранимые в трекерах задач, а на основании собранной статистики и математических методов теории принятия решений может вырабатывать рекомендации руководителю проекта о назначениях исполнителей с учетом предложенных критериев и ограничений. Предложенные методологические и алгоритмические подходы являются инвариантными по отношению к классу разрабатываемой системы, что позволяет использовать разработку для большого спектра IT-проектов. При программной реализации используются кроссплатформенные средства с применением web-технологий, что также имеет ряд плюсов. Предложенное алгоритмическое обеспечение может являться полезным инструментальным средством для обеспечения процесса управления проектами среди российских производителей программного обеспечения, обеспечивая контроль и оптимизацию на всех стадиях жизненного цикла разработки компьютерным программ. Применение такого подхода обеспечит, в свою очередь, высокую и стабильную конкурентную способность отечественных предприятий по отношению к западным производителям программного обеспечения.

Ключевые слова: поддержка решений, задача о назначениях, управление проектами

MANAGEMENT DECISION SUPPORT FOR IT PROJECTS

[1]Alekseeva M.S., [1,2]Kurennykh A.E., [2,3]Sudakov V.A.

[1]JSC «Galaktika NTC», Skolkovo, e-mail: m151750@edu.misis.ru;
[2]Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, e-mail: alexey.kurennykh@gmail.com;
[3]Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, e-mail: sudakov@ws-dss.com

In this paper we discuss important tasks in project management during the development and implementation of information systems: assignment problem, as well as the task of developing professional competencies of performers in various subject areas. To ensure optimal or rational management decisions, we are developing a software package that processes the data stored in the issue trackers, and based on the collected statistics and mathematical methods of decision theory, it can develop recommendations for the project manager on the appointments of the performers with respect to the proposed criteria and limitations. The proposed methodological and algorithmic approaches are invariant to the class of the designing system, which allows to use the development for a wide range of IT projects. For the implementation of proposed software we used cross-platform tools in pair with web technologies, which also has a number of advantages. The proposed algorithms can be a useful tool for supporting the project management process among Russian software manufacturers, providing control and optimization at all stages of the life cycle of computer program development. This approach, in turn, will ensure a high and stable competitive ability of domestic enterprises in relation to Western software manufacturers.

Keywords: decision making, assignment problem, project management

В настоящее время на российских предприятиях наблюдается глобальная тенденция к цифровизации, которая включает в себя автоматизацию документооборота [1], а также внедрение информационных технологий на всех этапах конструкторской и производственной деятельности [2, 3]. Дополнительное повышение спроса на продукцию отечественных разработчиков корпоративных информационных систем обусловлено продолжающейся волной импортозамещения зарубежного программного обеспечения. Совокупность этих факторов требует от разработчиков качественно и в сжатые сроки выполнять поставленные задачи, чтобы удовлетворить потребности заказчика программного продукта, гарантировать получение своих экономических выгод, а также противостоять конкурентам. Ведение такой деятельности является сложным процессом, который требует от руководителей проектов учитывать большое количество внутренних и внешних факторов, а целью исследования, описание которого приводится в данной статье, является разработка программного средства для поддержки и оптимизации управленческих решений в рамках проектной деятельности по разработке и внедрению корпоративных информационных систем.

Методы организации проектной деятельности формировались десятилетиями и непрерывно меняются под требования со-

временного рынка [4, 5]. Инструментальные средства для поддержки проектной деятельности также демонстрируют непрерывное развитие, в частности широкое распространение получили трекеры задач, такие как Jira, RedMine, которые поддерживают гибкие методологии разработки программного обеспечения [6], а также на рынке представлены инструменты для управления рисками [7]. Для проведения исследования процесса разработки информационных систем исследователями представлены варианты реализации мультиагентных моделей деятельности коллектива разработчиков [8]. Однако, несмотря на многообразие методологических и программных средств для управления проектами, многие задачи остаются нерешенными.

Целью проводимого авторами исследования является разработка алгоритмического и программного обеспечения для поддержки и оптимизации управленческих решений в части:

– мониторинга общего хода выполнения задач, отклонений от поставленных сроков, а также общее количество свободных и занятых исполнителей;

– назначения исполнителей на выполнение задач;

– обеспечения развития исполнителей в профессиональном плане.

Обеспечение трех вышеперечисленных условий гарантирует руководителю проекта получение актуальной информации о вовлеченности сотрудников в реальном времени, а также их профессиональных компетенциях. Входные данные для мониторинга и поддержки принятия решений берутся из трекера задач, где имеется вся необходимая информация о решенных и открытых задачах, а также имеются данные для сбора статистики по разработчикам. Обработка входных данных должна осуществляться в программном комплексе, использующем методы теории принятия решений, исследования операций. Главное требование к разрабатываемому программному комплексу – инвариантность по отношению к предметной области и отсутствие жесткой привязки к конкретному источнику входных данных, что позволит его использование в процессе разработки и внедрения информационных систем любого класса. В результате анализа и обработки информации должны формироваться рекомендации о назначениях, формы статистической и интерактивной отчетности.

Материалы и методы исследования

При разработке описанного комплекса в первую очередь необходимо обеспечить информационную интеграцию с трекером задач, общая схема которой представлена на рис. 1.

На данной схеме показано, что акторы «Аналитик» и «Разработчик» могут вносить задачи, редактировать, а также закрывать их в трекере задач, получать уведомления от него посредством электронной почты. Трекер задач взаимодействует со своей базой данных (БД), а также реализовано двухстороннее взаимодействие посредством протокола https между ним и информационной системой (ИС) для поддержки решений. ИС для поддержки решений взаимодействует со своей БД, что обеспечивает независимость от трекера, а также позволяет хранить историю и проводить простую миграцию данных для новых сотрудников. Для реализации инвариантных методов поддержки принятия решений ИС также посредством https взаимодействует с web-сервисами для поддержки решений. Результаты расчетов по запросу передаются менеджеру проекта (МП).

После реализации такой интеграции решение первой из поставленных в цели исследования задач может быть достигнуто следующим образом: если существует хотя бы одна задача, которую решает данный разработчик, то он считается занятым в текущий момент. Если не существует ни одной задачи, которую бы решал данный разработчик в текущий момент, то он считается свободным. Эту информацию можно выводить в форме любой отчетности, показывая итоги по занятым и не занятым в текущий момент исполнителям. Также полезной отчетной формой является перечень задач, для которых указывается отклонение от плановых сроков.

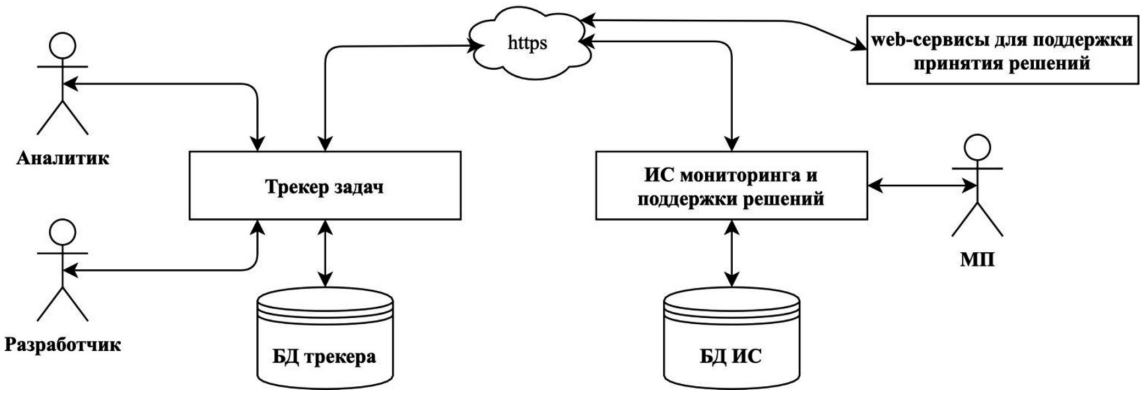


Рис. 1. Схема информационного обмена между системами

Вторая задача – задача о назначениях исполнителей на задачи – является более сложной в решении и требует применения математических подходов для нахождения оптимального или рационального решения. Классическая задача о назначениях предлагает использование матрицы потерь, на основании которой определяется назначение исполнителей по задачам, при котором выгода руководителя проекта будет максимальной. Однако априорной информации о разработчиках и задачах зачастую недостаточно для составления такой матрицы, поэтому авторы предлагают отказаться от ее использования в пользу регрессионной модели, которая позволила бы подобрать наилучшего исполнителя для решения очередной задачи из числа доступных в данный момент. В качестве зависимой величины Y в регрессионной модели предлагается использовать выгоду от решения данным исполнителем данной задачи. Под выгодой будем подразумевать качество решения задачи в установленный срок. Для оценки выгоды можно использовать следующее априорное соотношение, которое в достаточной степени характеризует качество выполнения разработки:

$$Y_{apr} = (1+R)\frac{T_f}{T_p},$$

где используются следующие обозначения: Y_{apr} – априорная величина выгоды от выполнения задачи, вычисление которой необходимо для подбора коэффициентов уравнения регрессии; R – количество возвратов разработки после тестирования; T_f и T_p – фактическое и плановое время на выполнение разработки соответственно. В качестве вектора независимых величин **X** можно использовать следующий набор количественных характеристик:

– общее количество решенных задач x_1 в данный момент;

– количество задач, решенных в данной предметной области x_2 в данный момент;

– плановое время на решение задачи x_3;

– сложность задачи x_4;

– приоритет задачи x_5;

– количество параллельно решаемых задач x_6 в данный момент.

Далее авторы предлагают составить линейное уравнение регрессии на исторически имеющейся из трекера задач информации о зависимой и независимых величинах:

$$Y = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{n} \alpha_i x_i,$$

где α_0 – свободный член уравнения регрессии, α_i – значимые коэффициенты при значимых факторах, x_i – значения независимых переменных, n – количество независимых переменных. Подбор коэффициентов уравнения регрессии осуществляется путем решения оптимизационной задачи:

$$\min_{\alpha_0,\alpha_i} \sum_{i=1}^{m} \left(Y_{apr_m} - Y_m\right)^2,$$

где m – количество исторических наблюдений за задачами и разработчиками из трекера задач. После подбора оптимальных коэффициентов уравнения регрессии в распоряжении менеджера появляется инструмент, с помощью которого можно прогнозировать выгоду от решения очередной задачи конкретным программистом.

Следующая задача, которая должна решаться в разрабатываемом программном комплексе – обеспечение профессионального развития исполнителей в различных предметных областях, которые охватываются разрабатываемой или внедряемой информационной системой. Для этого рассмотрим полигон частот F решения задач из каждой предметной области, представленный на рис 2. Для большей конкретики рассмотрим предметные области, охватываемые ERP-системой.

На данном рисунке горизонтальная линия показывает оценку математического ожидания частоты решения задач в различных предметных областях. С точки зрения менеджера идеальный разработчик – тот, у которого отклонения как в большую, так и в меньшую сторону от этой линии равны нулю, – такой разработчик может решить любую задачу, возникающую на проекте. Однако авторы не предлагают выравнивать полигон частот до среднего значения, так как здесь имеют место быть различные качественные факторы, например такие как личный интерес исполнителя к определенной предметной области, но для обеспечения широкого круга компетенций полезно минимизировать отклонения между средним значением и частотами меньше него:

$$\min_{\Delta_j > 0} \sum_{j=1}^{l} \left(\frac{1}{l} - F_j\right)^2,$$

где l – количество предметных областей, Δ – разность между средним значением и частотой.

Заключительный критерий, который является важным для выбора исполнителя для решения очередной задачи – профессионализм в конкретной области, для каждого разработчика это будет высота столбца на полигоне частот для конкретной предметной области. Таким образом, мы имеем три критерия, которые подходят для рационального выбора исполнителя. Для последующего ранжирования разработчиков данные критерии необходимо скаляризовать. Для использования методов свертки авторы используют распределенные web-сервисы для поддержки принятия решений ws-dss.com, где представлена открытая реализация методов теории принятия решений. Самый простой метод свертки представленных критериев реализуется применением метода взвешенной суммы:

$$Rk(D_i, T) = w_1 Y_i(T) + w_2 \left| \begin{matrix} \frac{1}{l} - F(T)_i & if\ \Delta_i < 0 \\ 0 & else \end{matrix} \right. + w_3 F(T)_i.$$

Здесь $Rk(D_i, T)$ показывает ранг разработчика с номером i для решения задачи T, w – весовые коэффициенты, $Y_i(T)$ – прогнозная выгода от решения задачи T разработчиком с номером i, $F(T)_i$ – частота решения разработчиком с номером i задач из предметной области, к которой относится задача T. Чем больше значение взвешенной суммы – тем лучше подходит разработчик.

Главное преимущество применения метода взвешенной суммы – возможность управлять процессом ранжирования за счет варьирования весовых коэффициентов в зависимости от ситуации на проекте. Если ситуация благоприятная и все задачи решаются в срок, большее внимание можно уделять развитию сотрудников за счет повышения w_2, если же имеет место срыв сроков, то большую значимость приобретает w_3, что обеспечивает применение самого опытного и надежного разработчика для данной задачи.

Результаты исследования и их обсуждение

В данном исследовании рассмотрена актуальная задача управления проектами по разработке и внедрению информационных систем – задача о ранжировании исполнителей. Представленные алгоритмы реализованы на языке C# с применением .Net Core, для обмена данными со сторонними информационными системами используется технология REST, а сами данные передаются в формате json, что обеспечивает кросс-платформенное решение. Информация о весах критериев и самих критериях передается в ws-dss (рис. 3) для дальнейшей обработки, откуда итоговые ранги разработчиков попадают в интерфейс программы для поддержки решений.

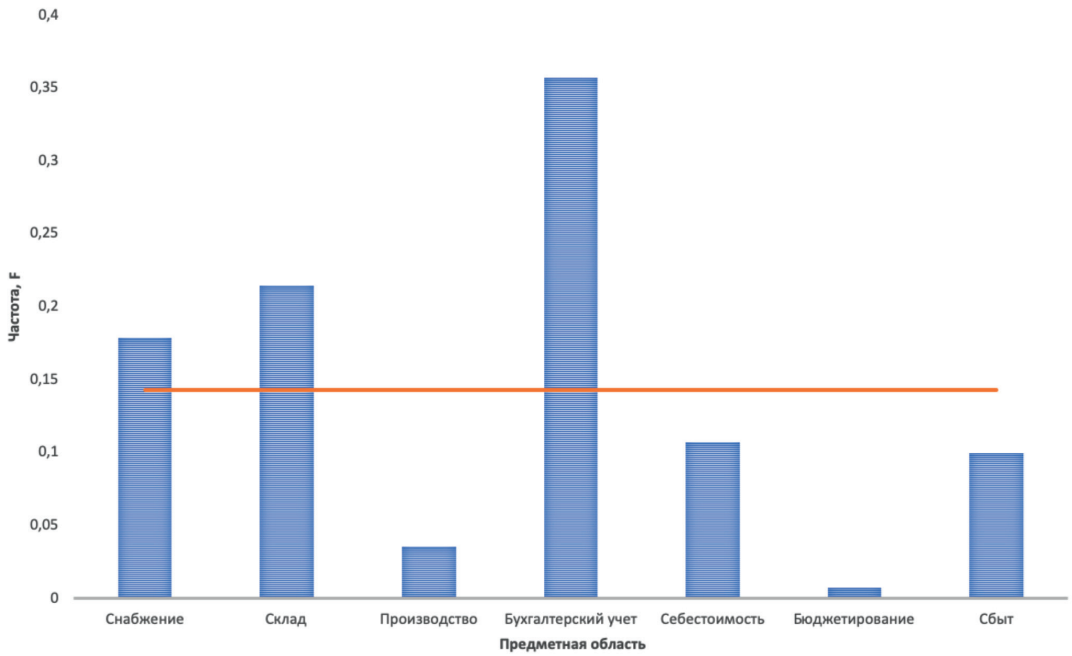


Рис. 2. Полигон частот решения задач из разных предметных областей

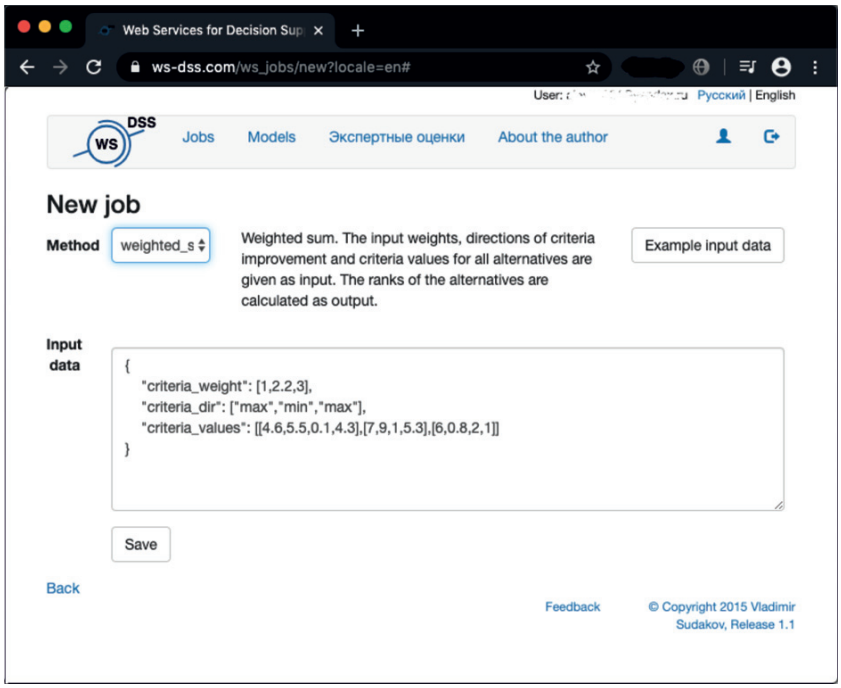


Рис. 3. Распределенные web-сервисы для поддержки принятия решений

Ws-dss реализована с применением языков Ruby и Python, а в распоряжении разработчиков есть такие методы свертки как взвешенная сумма, свертка Гермейера и т.д. Применение облачных и параллельных вычислений гарантирует быстрое получение результатов при большом объеме данных.

Заключение

Разработанные методы показали достаточную эффективность и быстродействие на тестовой выборке данных, что позволяет сделать вывод об их пригодности к решению реальных практических задач. Дальнейшие направления развития проекта предполагают доработку пользовательского интерфейса, преобразуя его в так называемое рабочее место руководителя проекта по разработке и внедрению информационных систем. Также приоритетным направлением является апробация предложенных методов в рамках реального проекта с возможностью получения полезных предложений и замечаний, которые позволили бы, при необходимости, улучшить функциональные качества предложенного программного продукта.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 18-00-00012 (18-00-00011) КОМФИ.

Список литературы

1. Darmaningrat E., Muqtadiroh F., Bukit T. Communication Management Plan of ERP Implementation Program: A Case Study of PTPN XI. Procedia Computer Science. 2019. Vol. 161. P. 359–366.

2. AboAbdo S., Aldhoiena A., Al-Amrib H. Implementing Enterprise Resource Planning ERP System in a Large Construction Company in KSA. Procedia Computer Science. 2019. Vol. 164. P. 463–470.

3. Haberli C., Oliveira T., Yanaze M. The adoption stages (Evaluation, Adoption, and Routinisation) of ERP systems with business analytics functionality in the context of farms. Computers and Electronics in Agriculture. 2019. Vol. 156. P. 334–348.

4. Nidagundi P., Novickis L. Introducing Lean Canvas Model Adaptation in the Scrum Software Testing. Procedia Computer Science. 2017. Vol. 104. P. 97–103.

5. Hidalgo E. Adapting the scrum framework for agile project management in science: case study of a distributed research initiative. Heliyon. 2019. Vol. 5. No. 3. P. 1–32.

6. Curcio K., Santana R., Reinehr S., Malucelli A. Usability in agile software development: A tertiary study. Computer Standards & Interfaces. 2019. Vol. 64. P. 61–77.

7. Chaouch S., Mejri A., Ghannouchi S. A framework for risk management in Scrum development process. Procedia Computer Science. 2019. Vol. 164. P. 187–192.

8. Batkovskiy A.M., Kurennykh A.E., Semenova E.G., Sudakov V.A., Fomina A.V., Balashov V.M. Sustainable project management for multi-agent development of enterprise information systems, Entrepreneurship and Sustainability Issues. 2019. Vol. 7. P. 278–290.

УДК 621.3.05

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ КАК СВЯЗУЮЩЕЙ ЦИФРОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННУЮ ГЕНЕРАЦИЮ

Белкин П.А., Посмаков Н.П., Ростовский Н.С.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, e-mail: info@mephi.ru

Мировой рынок электроэнергетики существенно изменяется за счет перехода на возобновляемые источники генерации, децентрализацию и цифровизацию. Это влечет за собой увеличение сложности энергосистемы, приводит к дополнительному обмену информацией между ее частями, требует более сложного мониторинга и контроля каждого из узлов. При этом, помимо экологического выигрыша, от новой системы энергетики требуют сократить расходы на предоставление сервиса конечным потребителям при повышении его качества. В качестве перспективной технологии, позволяющей обеспечить необходимый уровень информационного обмена, мониторинга и управления в энергосистеме, может выступить технология блокчейна, также известная как технология распределенного реестра. Данная технология включена в Программу цифрового развития страны и сейчас активно обсуждается в различных сообществах. В текущей работе рассматриваются возможные сценарии и проблемы внедрения технологии блокчейна в различные сферы электроэнергетики в мире и в России. Первый раздел содержит краткий обзор технологии распределенного реестра, во втором и третьем разделе представлены потенциальные направления использования данной технологии в мировой электроэнергетике в целом и применительно к электроэнергетике России соответственно.

Ключевые слова: цифровая трансформация, блокчейн, блокчейн платформы, возобновляемые источники энергии, распределенная генерация, децентрализованное управление, потребление электроэнергии, торговля энергией

APPLICATION OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN ELECTRICITY AS A CONNECTING DIGITAL TECHNOLOGY IN TRANSITION TO DECENTRALIZED GENERATION

Belkin P.A., Posmakov N.P., Rostovskiy N.S.

National Research Nuclear University MEPHI, Moscow, e-mail: info@mephi.ru

The global electricity market is changing significantly due to the transition to renewable sources of generation, decentralization and digitalization. This entails an increase in the complexity of the power system, leads to an additional exchange of information between its parts, requires more complex monitoring and control of each node. At the same time, in addition to environmental benefits, the new energy system is required to reduce the cost of providing services to end users while improving its quality. Blockchain technology also known as distributed registry technology can be a promising technology to ensure the necessary level of information exchange, monitoring and control in the power system. This technology is included in the country's Digital Development Program and is now actively discussed in various communities. The current work discusses possible scenarios and problems of introducing blockchain technology in various areas of the electric power industry in the world and in Russia. The first section contains a brief overview of the technology of the distributed registry, the second and third sections present potential directions for using this technology in the global electric power industry as a whole and in relation to the electric power industry in Russia, respectively.

Keywords: digital transformation, blockchain, blockchain platforms, renewable energy sources, distributed generation, decentralized management, electricity consumption, energy trade

По прогнозам Международного энергетического агентства и консалтингового агенства McKinsey&Co [1], мировой спрос на электричество с 2017 по 2040 г. возрастет на 60 %, главным образом за счет развития электромобильного сектора мировой экономики, повсеместной автоматизации процессов и увеличения времени потребления электричества объектами инфраструктуры. В то же время рынки углеводородной энергетики в последнее время испытывают спад [2] по причине загрязнения окружающей среды и снижения запасов полезных ископаемых, постепенного перехода энергетики на возобновляемые источники энергии, децентрализации генерации электричества, повышения энергоэффективности зданий и городской инфраструктуры, внедрения технологии интернета вещей.

В силу нестационарности генерируемых ВИЭ мощностей, зависящих от погодных условий, необходимо обеспечение следующих мер:

– Обеспечение высокой скорости переключения генерации и транспортировки ресурсов с одного источника на другие в случае сбоя одного или нескольких из них;

– Развитие технологий в области хранения энергии для обеспечения возможности использования резервных мощностей на время перебоев в генерации.

Децентрализация энергетической системы требует более сложного мониторинга и контроля каждого из узлов, но при этом должна позволить сократить расходы на предоставление сервиса конечным потребителям при повышении его качества. В качестве технологии, позволяющей обеспечить мониторинг состояния распределенных узлов сети, может выступить технология блокчейна [3].

В данной работе рассматриваются возможные сценарии и проблемы внедрения технологии блокчейна в электроэнергетике в мире и в России.

Первый раздел содержит краткий обзор технологии распределенного реестра, во втором и третьем разделе представлены потенциальные направления использования данной технологии в мировой электроэнергетике в целом и применительно к электроэнергетике России соответственно.

Целью исследования, проводимого в данной работе, является анализ экономических стимулов использования технологии блокчейна в электроэнергетике России вместе с внедрением возобновляемой энергетики.

Материалы и методы исследования

Обзор технологии блокчейн

Технология распределенного реестра или блокчейна представляет из себя структуру данных, распределенную между всеми узлами сети в виде цифровой реплики всей информации, записываемой в рамках обращения к ней [4]. Отличительной особенностью данной структуры является хранение всех транзакций с учетом их хронологического порядка. Сама информация поделена на сущности фиксированного объема – блоки, которые имеют временную отметку и связаны с предыдущими блоками средствами асимметричного шифрования. Схематично данная структура представлена на рис. 1.

Хеш-функции в блокчейнах гарантируют «необратимость» всей цепочки транзакций. Каждый новый блок транзакций ссылается на хеш предыдущего блока в реестре. Хеш самого блока зависит от всех транзакций в блоке, но вместо того, чтобы последовательно передавать транзакции хеш-функции, они собираются в одно хеш-значение при помощи двоичного дерева с хешами (дерево Меркла).

Ключевой особенностью технологии блокчейн является способ хранения информации. Данные о транзакциях содержатся на всех компьютерах участников единой сети. Таким образом, хранение информации распределено и локализовано на отдельных машинах участников транзакций в отличие от традиционной транзакционной модели. В результате любой пользователь в сети может иметь доступ к истории транзакций системы и проверить их достоверность, за счет чего в итоге блокчейн обеспечивает высокий уровень прозрачности информации.

Также основной задачей систем, работающих с транзакциями, является подтверждение перевода средств с одного счета на другой во избежание повторной отправки оплаты со стороны плательщика. В традиционных подходах, используется централизованный орган, например Центральный банк, который выступает в качестве доверенного посредника между участниками сделки и чья работа заключается в том, чтобы хранить информацию о транзакциях и предоставлять к ней доступ по запросу на любую дату. Такое решение в некоторых случаях вводит промежуточные издержки и заставляет пользователей – участников сделки доверять третьей стороне. Централизованные системы также обладают недостатками в области отказоустойчивости и защиты от вредоносных атак.

Децентрализованные системы лишены этих недостатков, но после того, как централизованный орган был удален из сети, возникает проблема поиска эффективного пути консолидации и синхронизации копий информации хранящейся на различных узлах сети. Различные пути решения данной проблемы называются алгоритмами распределенного консенсуса. В зависимости от типа блокчейн платформы они могут отличаться [4].

Рис. 1. Схематичное представление блока

Блокчейн-платформы по своему функциональному назначению делятся на публичные и частные блокчейны. В публичных блокчейнах не требуется особых прав доступа к хранимой информации о конкретных транзакциях. Частные блокчейны представляют собой систему с правами доступа к информации, хранимой в определенной цепочке блоков [4].

Сценарии использования технологии блокчейна в энергетической отрасли

Технология распределенного реестра может быть применена в различных сферах электроэнергетического сектора [5]:

1. Мониторинг систем управления. Блокчейн платформа позволит отслеживать в режиме реального времени поведение участников распределенной сети и проводить соответствующую аналитику потребления и производства энергии.

2. Приложения для умных сетей (smart grid) и передача данных. Блокчейн платформа может использоваться для соединения интеллектуальных устройств в единую сеть, обеспечения передачи и хранения данных о коммуникации между ними, обеспечения безопасности, удобного контроля и менеджмента ситуаций. Интеллектуальными устройствами в интеллектуальной сети выступают умные счетчики, датчики, оборудование для мониторинга сети, системы контроля и управления электроэнергией, умные контроллеры потребления электроэнергии в умных домах и системы мониторинга здания.

3. Управление энергосетью. Возможности блокчейн платформы в части сбора, хранения и обработки данных потенциально могут быть использованы для управления сетью в децентрализованных сетях для обеспечения гибкости обслуживания или управления ресурсами. С его помощью можно достичь комплексной гибкости торговой платформы и оптимизировать доступные ресурсы, которые в противном случае могли привести к дорогостоящей модернизации сети. В результате это может также повлиять на доходы и тарифы в отрасли.

4. Обеспечение обмена ресурсами между участниками сети. За счет протоколов консесуса, заложенных в блокчейн платформу, может появиться возможность для совместного использования ресурсов между несколькими пользователями в формате обмена энергоресурсами между объектами инфраструктуры, данными или использования общего централизованного хранилища. Блокчейн и смарт-контракты могут позволить предоставить возможность совместного использования одного источника на основе договоренностей, подписанных в цифровом виде.

5. Создание конкуренции на рынке сбыта электроэнергии. Использование технологии смарт-контрактов позволит ускорить и облегчить процесс выбора и замены поставщика электроэнергии. Такое повышение мобильности способствует конкуренции и снижению тарифов на электроэнергию.

6. Прозрачность процесса с точки зрения проверок комплаенс. Технология блокчейн позволяет сохранять приватность, конфиденциальность данных и управление идентификацией клиента.

7. Автоматизированная система биллинга. Комбинация блокчейн платформы, системы умных контрактов и счетчиков позволяет создать систему учета оплаты и поставки электроэнергии. Энергосбытовые компании потенциально могут получить от этого выгоду в виде микроплатежей, предварительного расчета и предварительного заказа электроэнергии. Это позволит сделать спрос более гибким, а также потенциально сократит долю задолженностей в общем объеме платежей за их услуги.

8. Продажи и маркетинг. Методики продаж могут меняться в зависимости от профиля энергопотребления потребителей, их индивидуальных предпочтений и экологических проблем. Блокчейн, в сочетании с технологией искусственного интеллекта (AI) и машинным обучением, могут определить структуру энергопотребления каждого конкретного потребителя, так называемый энергетический шаблон (то, как энергия расходуется потребителем) и сигнализировать о возможности создания индивидуальной добавленной стоимости.

9. Рынки и оптовая торговля. Распределенные торговые площадки с использованием технологии блокчейна могут изменить текущие рыночные операции, такие как управление оптовой торговлей и управление рисками.

10. Энергетическое финансирование. Технология блокчейна позволит привлекать различного рода финансирование для проектов энергетического сектора путем выпуска энерготокенов, владея которыми потенциальные инвесторы могут впоследствии заработать на энергетической торговле без необходимости строительства энергетических установок.

Использование технологии блокчейн для энергетического сектора в мире

В ряде стран уже реализуется множество подобных проектов [6].

На рис. 2 представлено соотношение различных направлений использования блокчейн в энергетике.

Внедрение цифровых технологий также может привлечь внимание зарубежного капитала крупных корпораций. Примерами финансирования проектов ВИЭ со стороны крупных компаний являются Amazon [7], Google [8] и Apple [9]. Снижение барьера для входа на рынок и возможность привлечения инвестиций в такие проекты за счет создания блокчейн платформы, предоставляющей возможность покупки цифровых активов, без участия в производстве физических.

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам проведенного исследования на обсуждение могут быть вынесены следующие экономические стимулы, создаваемые блокчейн-технологиями для развития ВИЭ в России:

1. Одним из потенциальных направлений привлечений средств и участников на рынок является возможность *получения прав на торговлю электроэнергией без необходимости постройки больших сооружений инфраструктуры*. Это может быть обеспечено путем строительства данной инфраструктуры на денежные средства бюджета государственных корпораций, но при этом права собственности на поставляемую электроэнергию могут быть проданы дру-

гим участникам. Такая возможность может быть обеспечена путем выпуска энерготокенов на ранней стадии проекта строительства и использования блокчейн платформы для торговли ими после того, как объекты были возведены и цифровой токен подкреплен реально существующей энергией. Такие проекты уже реализует компания We-Power [10] в Австралии и Эстонии.

2. *Технология блокчейн может быть применена с самого начала перехода* на возобновляемые источники энергии в качестве системы мониторинга [11]. Ее внедрение в промышленных масштабах, поможет отслеживать текущее состояние энергопотребления в разрезе каждого удаленного региона и даже потребителя в различных тайм-фреймах.

3. Также данная технология позволит *агрегировать данные о различных инцидентах и грамотно планировать дальнейшие работы по переходу на новые источники и новое потребление*. Например, платформа Origin Web Foundation от Energy [12] использует блокчейн для отслеживания выработки электроэнергии до киловатт-часа и для записи таких атрибутов, как выбросы углерода, связанные с выработкой электроэнергии. Это может сделать возможным более точный расчет квот на выбросы углерода для владельцев электроэнергии на время миграционного периода на возобновляемые источники. Признавая этот потенциал, несколько коммунальных служб и фирм, включая Engie, Microsoft и Singapore Power, участвуют в пилотных проектах, использующих Origin [13]. Ее внедрение позволит также существенно сократить затраты на строительство и обеспечение объектов инфраструктуры дорогостоящим оборудованием, которое требует пристального надзора на локальном уровне. На их замену могут прийти различные инструменты из сферы интернета вещей, с которой блокчейн активно применяется в других странах [11].

4. Необходимой инфраструктурой для энергетического финансирования является *создание проектов с системой микроплатежей*. Данные проекты совместно с постепенным внедрением возобновляемых источников предоставят владельцам энергоустановок возможность продавать и обмениваться электроэнергией между собой. Такого рода системы уже реализует в США компания PowerLedger [14]. Ее суть состоит в предоставлении платформы, на которой потенциальные участники сети могут быть зарегистрированы в качестве поставщиков и потребителей энергоресурсов и обмениваться заданиями на поставку энергии между собой в случае перебоев поставок в одном из регионов, энергетические ресурсы могут быть перебалансированы. При этом все транзакции в данной сети видны всем, в связи с этим достигается прозрачность и гибкость рынка розничной электроэнергии.

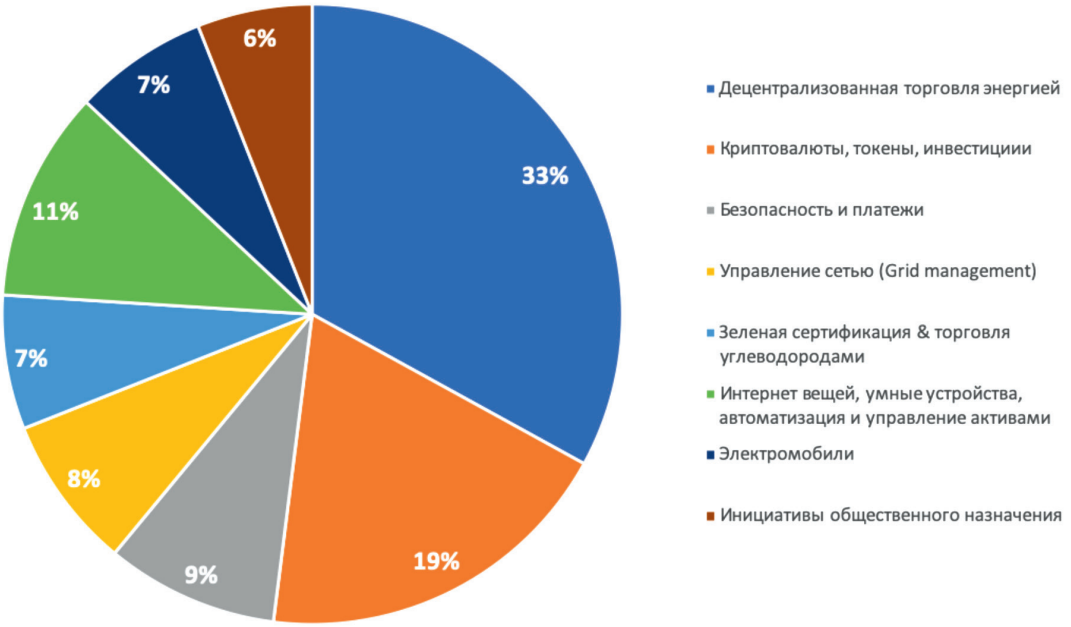


Рис. 2. Сценарии использования блокчейна среди проектов энергетической отрасли

5. Внедрение блокчейн будет способствовать *появлению новых игроков на рынке генерации и распределения электроэнергии*. Сейчас на типичном розничном рынке присутствует всего одна сбытовая компания, однако с переходом на децентрализованную энергогенерацию и снижению издержек на обслуживание энергоустановок на базе возобновляемых источников, потенциально может появиться конкуренция на рынке, что позволит сделать спрос на рынке более гибким [4].

6. Что касается макроэкономических проблем, то они могут быть разрешены регулированием цен на покупку и продажу электроэнергии посредством торговли на энергетической бирже [3]. *Участники сети могут заключать смарт-контракты*, в которых четко прописаны цена, объем и регулярность поставки, что в свою очередь также обеспечит прозрачность и удобство работы на рынке электроэнергии.

Потенциал внедрения технологии блокчейна в электроэнергетику России

Россия движется в сторону развития применения возобновляемых источников энергии. В частности, для ветряной энергии целевым показателем согласно постановлению Правительства № 449 к 2024 г. является установленная мощность в размере 3,35 ГВт [15].

Однако на сегодняшний день действующие электростанции, использующие возобновляемые источники энергии, в основном невелики. Несколько крупных проектов находятся в стадии реализации.

С точки зрения развития возобновляемой энергетики ее перспективы определяются следующими ключевыми факторами:

1. Государственное регулирование. Правительство страны продолжает активно стимулировать развитие проектов на базе возобновляемых источников энергии, о чем свидетельствуют льготы в области проектов по строительству генерирующих объектов, функционирующих на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [16] Тем не менее на данный момент есть нехватка частных инвестиций в данные проекты.

2. Доступность необходимых ресурсов. Россия обладает значительным ресурсным потенциалом для развития возобновляемых источников энергии. Этот потенциал распределен по территории по типу генерации, однако использование разных видов генерации позволяет обеспечить непрерывную генерацию энергии, что требует дополнительных затрат на ее транспортировку, и поэтому необходима проработка схемы взаимодействия узлов сети между собой [17].

3. Наличие уже реализованных проектов. Этот фактор имеет особое значение для России в связи с действующей стратегией импортозамещения, направленной на развитие национальных технологических инноваций, поскольку российские регионы вынуждены полагаться на самые успешные проекты, реализуемые в стране. Однако из-за высоких затрат на строительство и обслуживание данного рода генераторов существует проблема появления данных проектов [18].

Заключение

Переход на возобновляемые источники и внедрение новых технологий неизбежно приводит к росту сложности системы. Появляются узкие места, о которых не было известно в процессе экспериментов или пилота проектов, все сложнее становится обслуживание данных систем [19]. Необходимы качественные системы мониторинга, которые быстро справляются с задачей агрегирования и защиты данных [5]. Успешным кандидатом является технология блокчейн [11]. В ее отсутствие децентрализованной энергетической системе придется заниматься мониторингом каждого из отдельно взятых источников энергии, что приводит к увеличению количества человеческих ресурсов, повышению риска внезапного отказа и несвоевременного реагирования на проблемы.

В связи с переходом на возобновляемые источники генерации возникает возможность появления на рынке коммерческих игроков по поставке электроэнергии конечному потребителю. Это обусловлено тем, что барьер входа на рынок в виде большого количества средств на поддержание инфраструктуры может быть существенно снижен [1], тем самым существует возможность появления конкуренции, а следовательно, тенденция к более высокому качеству услуг и сниженным ценам [5]. Еще одним положительным аспектом является появление потенциальных инвесторов таких проектов, которые готовы вкладываться ради получения регулярной прибыли за поставку электроэнергии [13, 9].

Создание энергетических розничных рынков на базе сетевых транзакций, проектов по энергетическому финансированию, которые могут за счет выпуска новых токенов привлекать краудсорсинговые средства, эффективных систем мониторинга позволят существенным образом улучшить текущее положение вещей в электроэнергетической отрасли страны. Однако здесь не обойтись без поддержки таких крупных участников, как государство и коммунальные предпри-

ятия [11]. Только за счет объединения усилий положение вещей может существенно измениться.

Список литературы

1. McKinsey. Global Energy Perspective 2019: Reference Case. McKinsey [Electronic resource]. URL: https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Industries/Oil%20and%20Gas/Our%20Insights/Global%20Energy%20Perspective%202019/McKinsey-Energy-Insights-Global-Energy-Perspective-2019_Reference-Case-Summary.ashx (date of access: 21.02.2020).

2. WorldBank. Electricity production from oil sources (% of total). WorldBank. [Electronic resource]. URL: https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.PETR.ZS (date of access: 21.02.2020).

3. Dena.Blockchain in the energy transition a survey among decision-makers in the German energy industry. Dena [Electronic resource]. URL: https://www.esmt.org/system/files_force/dena_esmt_studie_blockchain_english.pdf (date of access: 21.02.2020).

4. Swan M. Blockchain: Blueprint for a New Economy. O'Reilly Media. 2015. [Electronic resource]. URL: https://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2529258 (date of access: 21.02.2020).

5. Merlinda Andoni, Valentin Robu, D. Flynn, Simone Abram, Dale Geach, David Paul Jenkins, Peter Mccallum, Andrew Peacock. Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities. ReserchGate [Electronic resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/328760651_Blockchain_technology_in_the_energy_sector_A_systematic_review_of_challenges_and_opportunities (date of access: 21.02.2020).

6. Engerati. Blockchain Europe: Utilities pilot peer-to-peer energy trading. Engerati [Electronic resource]. URL: https://www.engerati.com/article/blockchain-europe-utilities-pilot-peer-peer-energy-Trading (date of access: 21.02.2020).

7. Power Technology. Amazon announces three new renewable energy projects in US and UK. Power Technology [Electronic resource]. URL: https://www.power-technology.com/news/amazon-renewable-energy-us-uk/ (date of access: 21.02.2020).

8. Sundar Pichai. Our biggest renewable energy purchase ever. Google [Electronic resource]. URL: https://www.blog.google/outreach-initiatives/sustainability/our-biggest-renewable-energy-purchase-ever/ (date of access: 21.02.2020).

9. Apple. Apple-launched China Clean Energy Fund invests in three wind farms. Apple [Electronic resource]. URL: https://www.apple.com/newsroom/2019/09/apple-launched-china-clean-energy-fund-invests-in-three-wind-farms/ (date of access: 21.02.2020).

10. WePower. WePower whitepaper version 2. WePower [Electronic resource]. URL: https://wepower.network/media/WhitePaper-WePower_v_2.pdf (date of access: 21.02.2020).

11. Blockchain for Power Utilities: A View on Capabilities and Adoption. Cognizant [Electronic resource]. URL: https://cfrd8-files.cfr.org/sites/default/files/report_pdf/Discussion_Paper_Livingston_et_al_Blockchain_OR_0.pdf (date of access: 21.02.2020).

12. Energy Web Origin. Energy [Electronic resource]. URL: https://www.energyweb.org/technology/ew-origin/ (date of access: 21.02.2020).

13. Miller D., Griesing Jens. «Engie, Microsoft, SP Group, DBS Bank, TWL, E.ON, and Sonnen Test the First Version of EW Origin Blockchain App». Energy Web Foundation [Electronic resource]. URL: https://energyweb.org/2018/04/20/engie-microsoft-sp-group-dbs-bank-twl-e-on-and-sonnen-test-the-first-version-of-ew-origin-blockchain-app/ https://energyweb.org/2018/04/20/engie-microsoft-sp-group-dbs-bank-twl-e-on-and-sonnen-test-the-first-version-of-ew-origin-blockchain-app/ (date of access: 21.02.2020).

14. Power Ledger. Power Ledger Whitepaper. Power Ledger [Electronic resource]. URL: https://cdn2.hubspot.net/hubfs/4519667/Documents%20/Power%20Ledger%20Whitepaper.pdf (date of access: 21.02.2020).

15. Правительство Российской Федерации. Постановление от 28 мая 2013 г. № 449 «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности» [Электронный ресурс]. URL: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&prevDoc=102054722&backlink=1&nd=102165645 (дата обращения: 21.02.2020).

16. Правительство Российской Федерации. Постановление от 27 сентября 2018 г. № 1145 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам стимулирования использования возобновляемых источников энергии» [Электронный ресурс]. URL: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&prevDoc=102165645&backlink=1&&nd=102482798 (дата обращения: 21.02.2020).

17. Cherepovitsyn A., Tcvetkov P. Overview of the prospects for developing a renewable energy in Russia. In Green Energy and Applications (ICGEA), International Conference, 2017. P. 113–117.

18. IRENA (2018). Renewable Power Generation Costs in 2017. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. [Electronic resource]. URL: https://www.enerjiportali.com/wp-content/uploads/2019/05/IRENA_2018_Power_Costs_2019.pdf (date of access: 21.02.2020).

19. Тупчиенко В.А., Путилов А.В., Харитонов В.В., Гусева А.И., Киреев В.С., Бочкарёв П.В., Кузнецов И.А., Крянев А.В., Силенко А.Н., Юшков Е.С., Аликова О.П., Ростовский Н.С., Смирнов Д.С. Цифровые платформы управления жизненным циклом комплексных систем / Под ред. В.А. Тупчиенко. М.: Научный консультант, 2018. 439 с.

УДК 629.7.084

МОДЕЛЬ ГОТОВНОСТИ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАПАСНЫМИ ЧАСТЯМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Богдан А.Н., Поляков А.П., Поляков С.А.

ФГБВОУВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского», Санкт-Петербург, e-mail: vka@mil.ru

Настоящая статья посвящена описанию модели готовности системы обеспечения запасными частями технологического оборудования ракетно-космического комплекса, позволяющей сформировать оптимальный комплект запасных частей и стратегии его пополнения для изделия военной техники. Для определения оптимального комплекта запасных частей и стратегий его пополнения используется метод динамического программирования, разработанный Беллманом. Данный метод имеет ряд достоинств, к которым относятся наглядность и простота применения. Полученная модель позволяет сформировать систему обеспечения запасными частями изделия военной техники, при выполнении требований к коэффициенту готовности изделия и минимальных затратах на его обеспечение. Для решения данной задачи были проанализированы известные модели, позволяющие формировать требования к системам обеспечения запасами, в которых предлагается проводить расчеты их структуры эшелонирования, номенклатурного и количественного состава, а также периодичность пополнения для каждой номенклатуры запасных частей, существенно влияющей на величину затрат на доставку, хранение и обслуживание. Применение разработанных моделей позволяет одновременно формировать количественный состав запасных частей и стратегии его пополнения. В статье приводится пример применения модели для синтеза оптимальной системы обеспечения запасами автоматизированной системы управления техническим комплексом.

Ключевые слова: система обеспечения запасными частями, коэффициент готовности, надежность, запасная часть

MODEL OF READINESS OF THE SYSTEM FOR PROVIDING SPARE PARTS FOR TECHNOLOGICAL EQUIPMENT OF THE ROCKET AND SPACE COMPLEX

Bogdan A.N., Polyakov A.P., Polyakov S.A.

Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education Mozhaisky Military Space Academy, Saint-Petersburg, e-mail: vka@mil.ru

This article is devoted to the description of the model of readiness of the system for providing spare parts for technological equipment of the rocket and space complex, which allows to form an optimal set of spare parts and strategies for its replenishment for military equipment products. The dynamic programming method developed by Bellman is used to determine the optimal set of spare parts and strategies for its replenishment. This method has a number of advantages, which include visibility and ease of use. The resulting model allows you to create a system for providing spare parts for military equipment, while meeting the requirements for the product readiness coefficient and minimum costs for its provision. To solve this problem, we analyzed the known models that allow us to form requirements for inventory systems, in which it is proposed to calculate their separation structure, nomenclature and quantitative composition, as well as the frequency of replenishment for each nomenclature of spare parts, which significantly affects the amount of costs for delivery, storage and maintenance. The use of the developed models allows you to simultaneously form the quantitative composition of spare parts and strategies for its replenishment. The article provides an example of using the model to synthesize an optimal inventory management system for an automated technical complex management system.

Keywords: spare parts supply system, availability factor, reliability, spare part

Для того чтобы гарантировать требуемую надежность технологического оборудования (ТлОб) ракетно-космических комплексов (РКК), придается система обеспечения запасными частями (ЗЧ), которая включает средства для проведения диагностических и ремонтных работ, запасные части и т.д.

Основу комплекта запасных частей и принадлежностей составляют ЗЧ, а их запас определяется начальным количеством, общими затратами и периодичностью пополнения. Под отказом запаса будем понимать событие, заключающееся в том, что заявка на ЗЧ не удовлетворяется в ЗИП, по причине того, что на момент её поступления требуемая номенклатура в ЗИП отсутствует.

В соответствии с [1] под стратегией пополнения запаса понимается ряд правил, на основании которых пополняют запас в комплекте ЗИП. Этими правилами определяются временные границы, длительность и источник пополнения.

В соответствии с [1] предлагаются следующие стратегии пополнения запасов:

– периодическое;

– периодическое пополнение с экстренными доставками;

– непрерывное;

– пополнение по уровню неснижаемого запаса.

Однако в научной литературе [2–4] предлагается использовать ещё две стратегии пополнения, это поставка ЗЧ на весь назначенный срок службы и поставка ЗЧ при возникновении отказа от производителя. Применение данных стратегий пополнения обусловлено в первом случае огромными затратами на лишние ЗЧ и их эксплуатацию (хранение, ТО, ремонт), но довольно высокой готовностью оборудования; для второго – низкая готовность оборудования, высокие затраты на транспортирование ЗЧ и на поддержание в рабочем состоянии оборудования, его производящего, но исключение затрат на «лишние» ЗЧ.

Таким образом, в предлагаемой модели будут рассматриваться следующие стратегии пополнения:

– поставка ЗЧ на весь назначенный срок службы;

– периодическое пополнение с периодом 1 год;

– поставка ЗЧ при возникновении отказа от производителя.

Цель исследования: разработка модели готовности системы обеспечения запасными частями технологического оборудования ракетно-космического комплекса, позволяющей сформировать оптимальное сочетание объема и стратегий пополнения комплектов ЗЧ ТлОб РКК, обеспечивающих требуемое значение коэффициента готовности оборудования с учётом минимальных затрат.

Модель готовности системы обеспечения ЗЧ ТлОб РКК

Элемент может одновременно находиться лишь в одном состоянии $i = 1,\ldots,n$ из всего множества (рисунок). В момент времени $t = 0$ элемент находится в одном из состояний $i \in E$ и проводит в нем случайное время τ_1. В момент времени $t = \tau_1$ элемент мгновенно перемещается в новое состояние $j \in E$ с вероятностью $p_{ij} \geq 0$, причем $\sum_{j \in E} p_{ij} \leq 1$ для любого $i \in E$. В состоянии j элемент пребывает случайное время τ_2, распределенное по закону с произвольной функцией распределения и затем переходит в очередное состояние и т.д.

Для получения характеризующих модель зависимостей использован подход, приведенный в [4]. Опустим выводы и вычисления и приведем итоговые выражения, описывающие состояния графовой модели (табл. 1).

Вероятность нахождения в работоспособном состоянии Z1 является, по сути, коэффициентом готовности, по которому можно судить о её функционировании, причем

$$\text{Кг} = \overline{t}_1 p_{51} / (\overline{t}_1 p_{51} + \overline{t}_2 + \overline{t}_3 + \overline{t}_4 p_{24} + \overline{t}_5). \quad (1)$$

Для определения зависимости коэффициента готовности h-й номенклатуры от количества ЗЧ и стратегий их пополнения подставим в выражение (1) вышеприведенные вероятностные и временные характеристики модели и получим следующую зависимость

$$\text{Кг}_h(m_h, S_h) = e^{-\frac{t_h^{\text{конт}}}{t_h^{\text{сохр}}}} \Bigg/ \left(\lambda_h \left(\frac{e^{-\frac{t_h^{\text{конт}}}{t_h^{\text{сохр}}}}}{\lambda_h} + t_h^{\text{диагн}} + \right.\right.$$

$$\left.\left. +2t_h^{\text{восст}} + t_h^{\text{пост}} \left(1 - e^{-n\lambda_h \left(t^{\text{нсс}} S_{h1} + t^{\text{г}} S_{h2} + \frac{S_{h3}}{\lambda_h} \right)} \sum_{k=0}^{m} \frac{n_h \lambda_h \left(t^{\text{нсс}} S_{h1+} + t^{\text{г}} S_{h2} + \frac{S_{h3}}{\lambda_h} \right)}{k!} \right) + t_h^{\text{сохр}} - t_h^{\text{сохр}} e^{-t_h^{\text{конт}} / t_h^{\text{сохр}}} \right) \right), \quad (2)$$

где λ_h – интенсивность отказов ЗЧ h-й номенклатуры;

$t_h^{\text{пост}}$ – математическое ожидание времени поставки ЗЧ h-й номенклатуры;

$t_h^{\text{восст}}$ – математическое ожидание времени восстановления ЗЧ h-й номенклатуры;

$t_h^{\text{конт}}$ – математическое ожидание времени контроля оборудования после замены ЗЧ h-й номенклатуры;

$t_h^{\text{диагн}}$ – математическое ожидание длительности выявления причины выхода из строя оборудования, связанного с отказом ЗЧ h-й номенклатуры;

$t_h^{\text{сохр}}$ – математическое ожидание времени сохраняемости ЗЧ h-й номенклатуры, находящейся в комплекте ЗЧ;

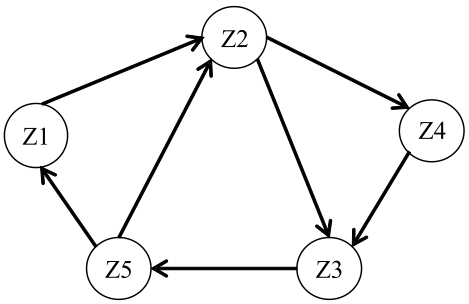
m_h – количество ЗЧ h-й номенклатуры;

S – множество стратегий пополнения ЗЧ;

n_h – количество однотипных элементов h-й номенклатуры в оборудовании;

$t^{\text{г}}$ – период, равный одному году;

$t^{\text{нсс}}$ – назначенный срок службы системы.



Z1 – работоспособное состояние;
Z2 – неработоспособное состояние;
Z3 – состояние ремонта;
Z4 – состояние поставки ЗЧ при её отсутствии на объекте эксплуатации;
Z5 – состояние контроля работоспособности после ремонта.

Модель готовности системы обеспечения ЗЧ ТлОб РКК

Таблица 1

Вероятностные и временные характеристики модели готовности системы обеспечения ЗЧ ТлОб РКК

Переходы i–j	$Q_{ij}(t)$	p_{ij}
1–2	$Q_{12} = 1 - e^{-\lambda_h (t^{\text{нсс}} S_{h1} + t^{\text{г}} S_{h2} + S_{h3}/\lambda_h)}$	$p_{12} = 1$
2–3	$Q_{23} = \begin{cases} 0, \text{ при } t < t_h^{\text{диагн}}; \\ 1, \text{ при } t \geq t_h^{\text{диагн}}. \end{cases}$	$p_{23} = e^{-n\lambda_h \left(t^{\text{нсс}} S_{h1} + t^{\text{г}} S_{h2} + \frac{S_{h3}}{\lambda_h} \right)} \sum_{k=0}^{m} \left(n_h \lambda_h \left(t^{\text{нсс}} S_{h1+} + t^{\text{г}} S_{h2} + \frac{S_{h3}}{\lambda_h} \right) \right) / k!$
2–4	$Q_{24} = \begin{cases} 1, \text{ при } t < t_h^{\text{диагн}}; \\ 0, \text{ при } t \geq t_h^{\text{диагн}}. \end{cases}$	$p_{24} = 1 - e^{-n\lambda_h \left(t^{\text{нсс}} S_{h1} + t^{\text{г}} S_{h2} + \frac{S_{h3}}{\lambda_h} \right)} \sum_{k=0}^{m} \left(n_h \lambda_h \left(t^{\text{нсс}} S_{h1+} + t^{\text{г}} S_{h2} + \frac{S_{h3}}{\lambda_h} \right) \right) / k!$
3–5	$Q_{35} = 1 - (1 + t / t_h^{\text{восст}}) e^{-t/t_h^{\text{восст}}}$	$p_{35} = 1$
4–3	$Q_{43} = \begin{cases} 0, \text{ при } t < t_h^{\text{пост}}; \\ 1, \text{ при } t \geq t_h^{\text{пост}}. \end{cases}$	$p_{43} = 1$
5–1	$Q_{51} = \begin{cases} 0, \text{ при } t < t_h^{\text{конт}}; \\ 1, \text{ при } t \geq t_h^{\text{конт}}. \end{cases}$	$p_{51} = e^{-t_h^{\text{конт}}/t_h^{\text{сохр}}}$
5–2	$Q_{52} = 1 - e^{-t_h^{\text{конт}}/t_h^{\text{сохр}}}$	$p_{52} = 1 - e^{-t_h^{\text{конт}}/t_h^{\text{сохр}}}$
Переходы i–j	$F_i(t)$	$\overline{t_i}$
1–2	$F_1(t) = 1 - e^{-\lambda_h (t^{\text{нсс}} S_{h1} + t^{\text{г}} S_{h2} + S_{h3}/\lambda_h)}$	$\overline{t_1} = 1/\lambda_h$
2–3 2–4	$F_2(t) = \begin{cases} 0, \text{ при } t < t_h^{\text{диагн}}; \\ 1, \text{ при } t \geq t_h^{\text{диагн}}. \end{cases}$	$\overline{t_2} = t_h^{\text{диагн}}$
3–5	$F_3 = 1 - (1 + t / t_h^{\text{восст}}) e^{-t/t_h^{\text{восст}}}$	$\overline{t_3} = 2t_h^{\text{восст}}$
4–3	$Q_4(t) = \begin{cases} 0, \text{ при } t < t_h^{\text{пост}}; \\ 1, \text{ при } t \geq t_h^{\text{пост}}. \end{cases}$	$\overline{t_4} = t_h^{\text{пост}}$
5–1 5–2	$F_5(t) = \begin{cases} 1 - e^{-t_h^{\text{конт}}/t_h^{\text{сохр}}}, \text{ при } t < t_h^{\text{конт}}; \\ 1, \text{ при } t \geq t_h^{\text{конт}}. \end{cases}$	$\overline{t_5} = t_h^{\text{сохр}} - t_h^{\text{сохр}} e^{-t_h^{\text{конт}}/t_h^{\text{сохр}}}$

Модель затрат на обеспечение ЗЧ при различных стратегиях пополнения

Выбор стратегии пополнения определяется многими факторами:

– наличием производства запасов и их доступностью;

– расстояниями от производителей до потребителя;

– стоимостью доставки запасов;

– наличием складов;

– возможностями организации хранения;

– мобильностью потребителя и др.

Однако для проведения обоснованного выбора стратегии пополнения необходимо построить стоимостную модель, позволяющую получить величину затрат на обеспечение ЗЧ, учитывающую не только требуемое количество ЗЧ, но и различные стратегии пополнения. К затратам на обеспечение ЗЧ будем относить затраты на закупку ЗЧ, их поставку, хранение и обслуживание.

При выборе множества стратегий пополнения необходимо учесть особенности эксплуатации ТлОб РКК и требования эксплуатационной документации на оборудование.

В данной модели учтены следующие стратегии пополнения:

– пополнение ЗЧ на весь назначенный срок службы;

– ежегодное пополнение ЗЧ;

– пополнение ЗЧ с периодом её средней наработки на отказ.

Учитывая описанное выше, модель затрат на обеспечение ЗЧ при различных стратегиях пополнения будет иметь следующий вид

$$C_h^{\Sigma}(m_h, S_h) = m_h(S_h)C_h + \beta(S_h)C_h^{\text{пост}} +$$

$$+\beta\sum_{k=1}^{t^{\text{п}}}(m_h(S_h) - (k-1)\lambda_h n_h t^{\text{г}})*(C_h^{\text{хр}} + C_h^{\text{обсл}}), \quad (3)$$

где S_{h1} – поставка ЗЧ h-й номенклатуры на период назначенного срока службы ($t^n = t^{\text{нсс}}$);

S_{h2} – периодическое пополнение ЗЧ h-й номенклатуры ($t^n = t^{\text{г}}$);

S_{h3} – периодическое пополнение ЗЧ h-й номенклатуры ($t^n = 1/\lambda_h$);

$C_h^{\text{обсл}}$ – годовые затраты на обслуживание одной ЗЧ h-й номенклатуры;

$C_h^{\text{пост}}$ – стоимость одной поставки ЗЧ h-й номенклатуры;

C_h – стоимость покупки одной ЗЧ h-й номенклатуры;

$C_h^{\text{хр}}$ – годовые затраты на хранение одной ЗЧ h-й номенклатуры;

C_h^{Σ} – суммарные затраты на обеспечение ЗЧ h-й номенклатуры;

$t^{\text{п}}$ – период пополнения ЗЧ;

$\beta = \left\lceil \frac{t^{\text{нсс}}}{t^{\text{п}}} \right\rceil$ – количество поставок ЗЧ.

Определение оптимального состава комплекта ЗЧ ТлОб РКК и стратегий его пополнения

Для синтеза объема и стратегий пополнения комплекта ЗЧ оборудования, состоящего из множества запасных частей, воспользуемся алгоритмом, который позволит сформировать количественный состав ЗЧ и оптимальные стратегии его пополнения, обеспечивающие коэффициент готовности изделия не ниже заданного, а объем затрат минимальным [5]. Основу алгоритма составляет метод динамического программирования.

Пример применения моделей

Рассмотрим применение моделей для формирования оптимального комплекта ЗЧ и стратегий его пополнения автоматизированной системы управления техническим комплексом, позволяющих обеспечить коэффициент готовности системы не ниже 0,97 в течение назначенного срока эксплуатации (13 лет).

Пусть поток отказов простейший, параметр потока отказов примем равным интенсивности отказов, параметры потока примем и как величины обратно пропорциональные математическим ожиданиям длительностей соответствующих процессов.

В нашем случае отказ любого элемента системы приводит к отказу всей системы. Исходя из этого, коэффициент готовности системы будем определять как произведение частных коэффициентов готовности входящих в неё составных элементов. Значение частного коэффициента готовности системы, без элементов номенклатуры комплекта ЗЧ, составляет 0,9775. Зная требуемое значение коэффициента готовности системы и значение его частного коэффициента готовности, получим требуемое значение коэффициента готовности системы обеспечения ЗЧ, равное 0,9923.

Для получения оптимального количественного состава ЗЧ и стратегий его пополнения воспользуемся алгоритмом определения количественного состава комплекта ЗЧ и стратегий его пополнения. Использование алгоритма позволило сформировать состав ЗЧ и стратегии его пополнения для номенклатуры комплекта ЗЧ (табл. 2).

Таблица 2

Состав и стратегии пополнения ЗЧ

№ п/п	Наименование ЗЧ	Кол-во / стратегия пополнения
1	Изделие BHN-429	22/3
2	Изделие PPD	15/3
3	Изделие MV 24/5	31/2
4	Изделие PT	7/3
5	Изделие CSNH-800X	45/3
6	Изделие OBN	50/2
7	Изделие HYU-502	10/3
8	Изделие MV 24/12	39/2
9	Изделие NEOVO-19A	3/1
10	Изделие GHV-0234	23/3

Стоимость обеспечения ЗЧ составит 7018 ден. ед.

Результаты исследования и их обсуждение

Результатом данного исследования является разработка Модели готовности системы обеспечения ЗЧ и Модели затрат на обеспечение ЗЧ при различных стратегиях пополнения, позволяющих снизить затраты на обеспечение ЗЧ при выполнении требований к коэффициенту готовности системы. Полученные результаты обсуждалась в ходе двух конференций.

Заключение

Описанная в статье модель готовности системы обеспечения ЗЧ ТлОб РКК построена на основе полумарковского подхода, что позволяет ей быть достаточно гибкой и учесть особенности эксплуатации ТлОб РКК. Она отличается от известных тем, что в ней кроме экспоненциального закона применены законы Эрланга и Пуассона. Применение модели позволяет оценить взаимовлияние объема и стратегии пополнения ЗЧ на коэффициент готовности системы.

Список литературы

1. ГОСТ 27.507 – 2015 «Запасные части, инструмент и принадлежности. Оценка и расчет запасов». М.: Стандартинформ, 2015. 48 с.

2. Миронов А.Н., Дорохов А.Н., Керножицкий В.А., Шестопалова О.Л. Обеспечение надежности сложных технических систем. СПб.: Издательство «Лань», 2011. 349 с.

3. Шура-Бура А.Э., Топольский М.В. Методы организации, расчета и оптимизации комплектов запасных элементов сложных технических систем. М.: Знание, 1981. 540 с.

4. Дьяков А.Н., Кокарев А.С., Решетников Д.В. Алгоритмы оперативного обоснования оптимальных планов доставки комплектов запасных частей, инструментов и принадлежностей // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. Вып. 658. СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2017. С. 130–138.

5. Богдан А.Н., Поляков А.П., Чернобаев А.Ю. Методика формирования и пополнения комплекта запасных частей технологического оборудования ракетно-космических комплексов с учетом доступности покупных комплектующих изделий // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 5. С. 15–19.

УДК 621.6: 622.276.53

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ И ДИАГНОСТИКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН, ОБОРУДОВАННЫХ УСТАНОВКАМИ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ (УЭЦН), МЕТОДОМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПОТЕРЬ

Большунов А.В., Мостакалов К.А.

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск, e-mail: artembolschunov@yandex.ru

Статья посвящена концепции возврата инвестиций (EROI), которая применяется к установкам погружных электроцентробежных насосов (УЭЦН), установленных на нефтяном месторождении Западной Сибири, путем подробного учета энергии каждой УЭЦН. Эта информация используется авторами для количественной оценки потерь энергии и эффективности каждой системы УЭЦН, а также EROI процесса подъема (EROILifting), которая получается путем деления энергии из каждой скважины, которая является химической энергией добываемой сырой нефти, на энергию, потребляемую каждой системой УЭЦН и поверхностным оборудованием, используемым для утилизации добываемой воды из скважины. Результирующие значения EROILifting варьируются от 93 до 565 с соответствующим диапазоном энергоемкости от 18,3 до 3,0 кВт-ч / баррель нефти. Затраты на подъем целиком состоят из закупаемого дизельного топлива. Энергия, потребляемая каждой скважиной, также используется для расчета затрат на подъем, то есть дополнительных затрат на добычу дополнительного барреля сырой нефти, которые варьируются от 0,64 до 3,90 долларов США / баррель нефти. Электрический КПД варьируется от 0,60 до 0,80, а гидравлические КПД варьируются от 0,12 до 0,56. Общие КПД УЭЦН варьируются от 0,09 до 0,39, причем самые большие потери происходят в гидравлической системе, особенно в самом насосе УЭЦН. Увеличение эффективности насоса возможно путем регулировки скорости насоса, но данный процесс может и улучшить энергоемкость, затраты на подъем и EROI. Тщательный анализ изменения скорости насоса требует переоценки энергии на входе, энергии на выходе и связанной с этим энергоемкости и затрат на подъем.

Ключевые слова: установка погружного электроцентробежного насоса, расчет энергетических потребностей, EROI, энергоемкость, подъемная энергия

DEVELOPMENT OF SYSTEM FOR ASSESSMENT AND DIAGNOSTICS OF OPERABILITY OF OIL WELLS EQUIPPED WITH INSTALLATIONS OF ELECTRIC CENTRIFUGAL PUMPS BY METHOD OF ENERGY EFFICIENCY AND LOSSES

Bolshunov A.V., Mostakalov K.A.

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: artembolschunov@yandex.ru

The article is devoted to the concept of return on investment (EROI), which is used to install deep-sea electric centrifugal pumps (ESP) open to oil fields in Western Siberia, using detailed energy metering of each ESP. This information is used by the authors to quantify the energy losses and efficiency of each ESP system, as well as the EROI lifting process (EROILifting), which is the result of equipment used to recover produced water from the well. The resulting EROILifting values range from 93 to 565, taking into account energy intensity ranges from 18.3 to 3.0 kWh / barrel of oil. Rising costs consist entirely of purchased diesel fuel. Oil and gas production costs range from $ 0.64 to $ 3.90 / barrel. Electrical efficiency ranges from 0.60 to 0.80, and hydraulic efficiency ranges from 0.12 to 0.56. The overall efficiency of the ESP varies from 0.09 to 0.39, with the largest losses occurring in the hydraulic system, especially in the ESP pump itself. Pump efficiency can be improved by adjusting the pump speed, but it may or may not improve energy intensity, lift costs and EROI. A thorough analysis of changes in pump speed requires reevaluation of the input energy.

Keywords: submersible electric centrifugal pump installation, energy accounting, EROI, energy intensity, lifting energy

Поиски новых нефтяных месторождений привели к тому, что нефтегазовые компании начали разрабатывать менее выгодные месторождения. Разработка и эксплуатация таких нефтяных месторождений, как правило, являются энергоемкими из-за удаленной среды, в которой они работают [1, с. 251]. С точки зрения логистики энергия требуется для транспортировки ресурсов на объекты для поддержки бурения, эксплуатации и технического обслуживания. Энергия также необходима для хранения и транспортировки сырой нефти на рынок. Наконец, с точки зрения жизненного цикла требуется значительное количество энергии для поднятия пластовых флюидов к поверхностным сооружениям и для закачки отделенной воды обратно в пласт.

Целью данного исследования является предоставление понимания последней категории путем разработки и анализа соответствующих показателей энергоэффективности, таких как возврат инвестиций в энергию (EROI) и энергоемкость (EI), а также для понимания того, как производные энергетические показатели относятся к эксплуатационным расходам.

Материалы и методы исследования

В данной работе проанализированы данные по нескольким нефтяным месторождениям, расположенным в Западной Сибири. Для анализа выбрана репрезентативная группа, данные оцениваются с 2017 г. В выбранной группе 18 эксплуатационных скважин, которые представляют широкий диапазон рабочих условий, таких как глубина скважины, свойства флюида, дебиты нефти и воды и забойные давления. Методология включает в себя обработку каждого производства, а также отдельный центр учета энергии для облегчения сравнения между скважинами и оценки факторов, которые влияют на связанные с энергией параметры, такие как EROI и EI, и экономические факторы, такие как затраты на подъем. Следует отметить, что есть также три водозаборные скважины, которые получают воду под давлением от центробежных насосов, расположенных на месторождении. Исследование опиралось на схожий метод исследования в статье [2, с. 319].

Методология данного исследования включает в себя следующие этапы:

– Шаг 1: Разработка EROILifting и EI для каждой скважины.

– Шаг 2: Разработка затрат на подъем для каждой скважины.

– Шаг 3: Разработка подробных энергетических балансов для каждой скважины.

– Шаг 4: Анализ.

1. Шаг 1: Разработка EROI-Lifting и энергоемкости для каждой скважины.

Общий $EROI_{Lifting}$ для каждой скважины может быть рассчитан:

$$EROI_{Lifting} = \left(\frac{E_{Lifting\text{-}out}}{E_{Lifting\text{-}in}}\right), \quad (1)$$

где $EROI_{Lifting}$ – рентабельность инвестиций;
$E_{Lifting\text{-}out}$ – подъем энергии;
$E_{Lifting\text{-}in}$ – сырая химическая энергия.

2. Шаг 2: Разработка затрат на подъем для каждой скважины.

Расходы на подъем были рассчитаны путем преобразования ежедневного потребления дизельного топлива в стоимость. Следовательно, стоимость подъема для каждой скважины может быть получена путем умножения энергоемкости на затраты энергии, как описано в уравнении

$$LC = EI_{Lifting} * E_{cost}, \quad (2)$$

где LC – стоимость подъема;
$EI_{Lifting}$ – энергоемкость;
E_{cost} – затраты энергии.

3. Шаг 3: Разработка подробных энергетических балансов для каждой скважины.

Данный шаг включает анализ УЭЦН с реального нефтяного месторождения, чтобы лучше понять энергетическое поведение систем УЭЦН в реальной операционной среде. Был выбран типичный день, данные были извлечены с места через распределенную систему управления, приводы с регулируемой скоростью и распределительные устройства трансформаторов.

Ряд уравнений используется для расчета баланса энергии для каждой из 18 УЭЦН.

1. Общий электрический баланс для каждой скважины:

$$E_e^{in} - E_e^{surface\ loss} - E_e^{cable\ loss} - E_e^{esp\ motor\ loss} = BHP(0{,}746), \quad (3)$$

где E_e^{in} – потребляемая мощность;
$E_e^{surface\ loss}$ – потеря электроэнергии в наземном оборудовании;
$E_e^{cable\ loss}$ – потеря электроэнергии в кабелях;
$E_e^{esp\ motor\ loss}$ – электрические потери от двигателя УЭЦН;
BHP – мощность вала, обеспечиваемая двигателем.

Потери мощности на поверхности рассчитываются с учетом коэффициента мощности наземного оборудования:

$$E_e^{surface} = E_e^{in} * (1 - \eta^{surface}), \quad (4)$$

где $E_e^{surface}$ – потери электроэнергии в наземном оборудовании;
$\eta^{surface}$ – коэффициент мощности наземного оборудования (принимается равным 0,95).

Потери кабеля в скважине зависят от сопротивления кабеля и тока:

$$E_e^{cable} = \frac{3I^2 R_T}{1000}, \quad (5)$$

где E_e^{cable} – потеря электроэнергии в кабелях;
I – необходимый ток двигателя;
R_T – сопротивление силового кабеля при температуре скважины.

Потери двигателя рассчитываются путем умножения электрической мощности в двигателе на коэффициент эффективности двигателя УЭЦН, который извлекается из кривой эффективности двигателя:

$$E_e^{esp\ motor\ loss} = E_e^{esp\ motor\ in} * \left(1 - \eta^{esp\ motor}\right), \quad (6)$$

где $E_e^{esp\ motor\ in}$ – потеря электрической мощности в двигателе УЭЦН;
$\eta^{sp\ motor}$ – КПД двигателя УЭЦН (получен из кривых эффективности двигателя производителей).

Общий КПД электрической мощности для каждой скважины – это просто выходная мощность тормоза двигателя, деленная на мощность в электрической системе УЭЦН:

$$\eta^{electrical} = \frac{BHP}{\frac{E_e^{in}}{0{,}746}}, \quad (7)$$

где $\eta^{electrical}$ – энергоэффективность для каждой скважины;

Общий баланс гидравлической энергии для каждой скважины описывается уравнением

$$BHP = (E_h^{uplifting} + E_h^{bp} + E_h^{fr} + E_h^{esp\ pump\ loss}) / 0{,}746, \quad (8)$$

где $E_h^{uplifting}$ – гидравлическая грузоподъемность.
E_h^{bp} – потеря гидравлической мощности из-за противодавления поверхности;
E_h^{fr} – потеря гидравлической мощности из-за трения в насосно-компрессорных трубах;
$E_h^{esp\ pump\ loss}$ – потеря гидравлической мощности в насосе УЭЦН.

Гидравлическая подъемная сила насоса УЭЦН [3]:

$$E_h^{uplifting} + E_h^{bp} = \frac{(Qpgh)}{3,6*10^6}*0,746, \qquad (9)$$

Q – расход;
p – плотность жидкости;
g – гравитационная постоянная;
h – общий развиваемый напор.

Результаты исследования и их обсуждение

За проанализированный день общая потребляемая группой скважин мощность, совпадающая с ежедневными собранными данными УЭЦН, составила 1536 кВт. Крупнейшим потребителем мощности являются УЭЦН, которые потребляют 1034 кВт, затем насосы закачки воды, которые потребляют 451 кВт, с различными коммунальными услугами потребляют оставшиеся 51 кВт. Нагнетательные насосы закачивают воду в установленные резервуары низкого давления, на производительность водяных нагнетательных насосов влияют давление впрыска и расход, которые являются относительно стабильными. Условия УЭЦН существенно различаются от скважины к скважине и зависят от большого количества параметров, таких как условия притока, абсолютная глубина скважины (TVD), глубина по стволу (MD), общая скорость жидкости, расход нефти, воды и газа, перепад давления по насосам, количество установленных ступеней и конструкция ступеней. Кроме того, УЭЦН динамичны, а условия на входе постоянно меняются из-за сложных переходных процессов в коллекторе.

Таким образом, из 18 исследованных скважин нет даже двух с одинаковыми рабочими условиями. Это предположение подтверждается при проверке EROI и интенсивности энергии каждого из 18 УЭЦН, что показано на рис. 1. Как и ожидалось, $EROI_{Lifting}$ и энергоемкость находятся в обратной зависимости. Значения $EROI_{Lifting}$ варьируются от 93 до 565, а широкий диапазон объясняется сильно изменяющимся условиями, которым подвержены УЭЦН. Самый низкий показатель $EROI_{Lifting}$, равный 93, указывает на то, что даже самая неэффективная УЭЦН обеспечивает возврат энергии, который почти на два порядка выше затраченной энергии.

Чтобы лучше понять изменчивость, наблюдаемую в вычисленных УЭЦН и интенсивностях энергии, был проведен подробный учет энергии для каждой из 18 УЭЦН [4]. Рассмотрим в качестве примера баланс энергии для УЭЦН – 06. В этом примере мощность, предоставляемая системе УЭЦН, составляет 72,0 кВт, что эквивалентно 96,6 л.с. Тормозная мощность, обеспечиваемая двигателем, составляет 76,8 л.с., поэтому электрический КПД эквивалентен 0,80. Требуемый гидравлический напор составляет 29,0 л.с., а гидравлический КПД равен гидравлическому напору, деленному на мощность в тормозной системе, подаваемой на насос, что дает гидравлический КПД 0,38. Общая эффективность для этого УЭЦН составляет 0,30. Эффективности для всех 18 систем УЭЦН показаны на рис. 2. Электрические КПД варьировались от 0,60 до 0,80, а гидравлические КПД варьировались от 0,12 до 0,56. Это приводит к диапазону общей эффективности от 0,09 до 0,39. Очевидно, что гидравлическая эффективность непропорционально способствует общей эффективности.

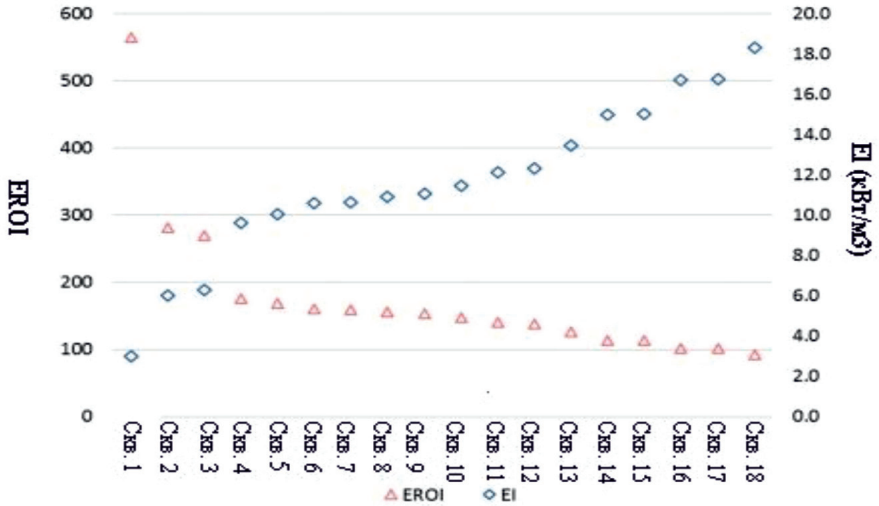


Рис. 1. EROI-лифтинг и энергоемкость для 18 УЭЦН

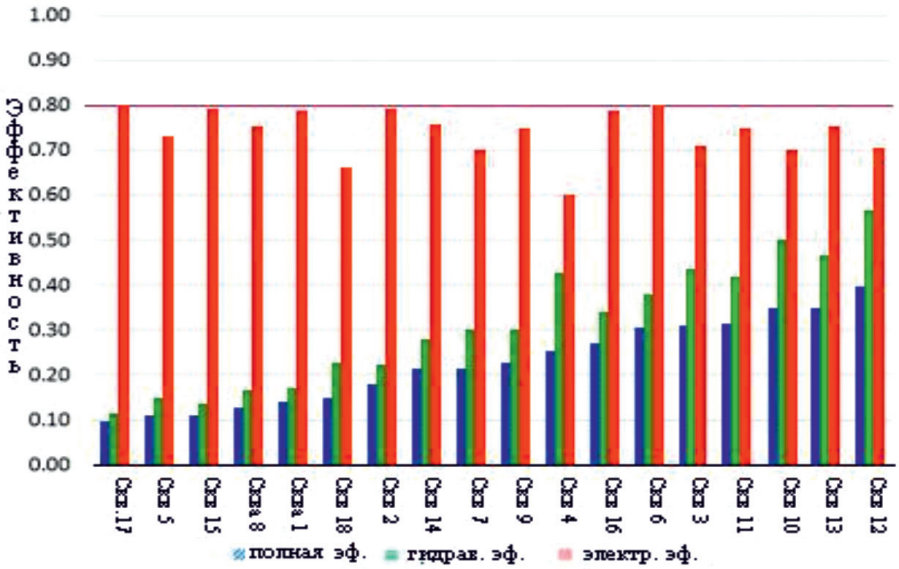


Рис. 2. Гидравлическая, электрическая и общая эффективность УЭЦН

Заключение

В данном исследовании рассматриваются энергетические и стоимостные характеристики отдельных скважин, оснащенных УЭЦН. Что касается возврата энергии, то она значительно расширяет методологию EROI от ее типичного применения на глобальном, региональном и местном уровнях. Искусственный подъем является по своей сути энергоемким процессом, и как таковой имеет смысл понимать чистую энергию, полученную из каждой скважины, как описано параметром EROI [5, с. 439].

На более практическом уровне энергоемкость каждой скважины является важным соображением для операторов, сталкивающихся с ограничениями, связанными с оборудованием, такими как:

– в отношении использования энергии и жидкостей;

– развитие подъемных затрат для каждой скважины дает операторам очевидную ценность с точки зрения приоритизации скважин и углубления понимания экономики добычи;

– в совокупности параметры энергоемкости и подъемных затрат обеспечивают операторов нефти и газа критической информацией, которая может использоваться для поддержки принятия решений на уровне отдельных скважин;

– решения о скорости работы насосов и о приоритетности скважин в условиях эксплуатационных ограничений, таких как затраты на топливо, выработку электроэнергии и мощности технологического оборудования.

Основным ограничением этого подхода является то, что возврат энергии или анализ полезной энергии, как описано параметром EROI, для отдельных скважин может считаться практически невыполнимой информацией для операторов нефтяных и газовых месторождений. EROI отдельных скважин рассчитываются только с учетом применяемой энергии топлива, и это обычно приводит к очень высоким значениям EROI по сравнению с более всесторонним анализом жизненного цикла на уровне поля, который учитывает все применяемые энергии, такие как энергия бурения, энергия строительства и т.д. Таким образом, высокие EROI, рассчитанные в этом исследовании, могут предоставить операторам вводящую в заблуждение и чрезмерно оптимистичную информацию. И наоборот, методология EI преднамеренно игнорирует выходные энергии по отношению к связанным продуктам, таким как пластовая вода, газ и твердые вещества. Это может привести к мысли, что процесс подъема менее эффективен, чем на самом деле.

В то время как анализ, содержащийся в этом документе, касается только скважин, оборудованных УЭЦН, логическим продолжением этого исследования является определение энергетических показателей для различных типов искусственного подъема, как часть методологии выбора концепции искусственного подъема в ситуациях, когда нет очевидного превосходства, доступна технология искусственного подъема, например, сравнение газлифта с УЭЦН.

Ряд более подробных выводов может быть сделан в отношении скважин, исследованных в этой работе:

– Скважины демонстрируют широкий диапазон производительности с точки зрения EROI, энергоемкости и стоимости подъема. Эта информация может использоваться для ранжирования скважин и поддержки принятия решений в отношении определения приоритетов скважин.

– Преимущественная потеря энергии в системе УЭЦН находится внутри самого насоса, с гидравлическим КПД в диапазоне от 0,12 до 0,56. Улучшение эффективности насоса возможно путем регулировки скорости насоса, но данный процесс может и не улучшить энергоемкость, затраты на подъем и EROI. Тщательный анализ изменения скорости насоса требует переоценки энергии на входе, энергии на выходе и связанной с этим энергоемкости и затрат на подъем.

– Существует мало возможностей для улучшения других факторов, влияющих на эффективность системы УЭЦН.

– Обводненность, представляющая собой долю воды в добываемых жидкостях, тесно связана с энергоемкостью. Предполагается, что измерения обводненности могут быть использованы для получения высокоуровневой оценки затрат на подъем для каждой скважины.

– Есть несколько скважин, которые имеют одинаковые дебиты и обводы, но с различной интенсивностью энергии и затратами на подъем. Эта информация может способствовать ранжированию скважин, определению приоритетов и принятию решений, но требует более точного измерения обводненности выше 0,9.

Список литературы

1. Большунов А.В. Современные методы диагностики фактического состояния установок электроцентробежных насосов // Успехи современного естествознания. 2019. № 12–2. С. 249–253.

2. Maystrenko A.V., Svetlakov A.A., Gandzha T.V., Dmitriev V.M., Aksenova N.V. Application of numerical signal differentiation methods to determine stationarity of a process. Petroleum and Coal. 2017. V. 59. I. 3. P. 311–318.

3. Ковалев А.Ю. Введение в системное моделирование установок электроцентробежных насосов: монография. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2012. 176 с.

4. Кагарманов И.И. Техника и технология добычи нефти. Томск, 2015. 176 с.

5. Dmitriev V.V., Gandzha T.V., Dolganov I.M., Aksenova N.V. An algorithm to improve the speed and accuracy of analysis of chemical process systems operation. Petroleum and Coal. 2017. V. 59. I. 3. P. 429–441.

УДК 004.048:519.767.6

ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АЛГОРИТМОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ТЕКСТОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМ С ПРЕДОПРЕДЕЛЕННОЙ СЕМАНТИКОЙ

Ванюлин А.Н., Алексеева Н.Р., Мочалова Т.А.

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», Чебоксары, e-mail: van-u-lin@yandex.ru

В статье рассматриваются вопросы создания систем автоматизированной обработки текстов. Отмечено, что имеющиеся на рынке системы практически полностью удовлетворяют потребности пользователей. Показано, что при программной реализации в зависимости от назначения системы используются различные современные методы и технологии, с общим названием «технологии искусственного интеллекта». Однако все эти технологии совершенно не учитывают особенности текстов на естественном языке и не имеют общего, характерного для человеческого интеллекта признака – универсальности, т.е. отсутствует возможность их применения для решения любой задачи. Для разрешения данного вопроса предлагается использование алгоритмов на основе систем с предопределенной семантикой. Описаны основные понятия подобных систем и базовые алгоритмы их реализации. В основе алгоритмов лежат данные лингвистики о структуре предложений на естественном языке. В результате экспериментов с программным прототипом показано, что после обучения создаваемая система практически автоматически учитывает основные особенности естественной речи и позволяет с высокой степенью надежности идентифицировать тексты, различного содержания. Показано, что заложенные в систему алгоритмы обладают высокой степенью универсальности и могут быть использованы для создания приложений различного назначения.

Ключевые слова: тексты на естественном языке, лингвистический процессор, искусственный интеллект, алгоритмы, предопределенная семантика

LINGUISTIC FOUNDATIONS OF ALGORITHMS IN COMPUTER PROCESSING OF TEXTS ON THE BASIS OF SYSTEMS WITH A PREDEFINED SEMANTICS

Vanyulin A.N., Alekseeva N.R., Mochalova T.A.

Federal State Educational Budget Institution of Higher Education «The Ulianov Chuvash State University», Cheboksary, e-mail: van-u-lin@yandex.ru

The article considers the problems of developing natural language processing systems. The authors outline that current systems on the market almost satisfy users' needs. These systems are developed by means of various modern methods and technologies, depending on the purpose of the system, with the general name of artificial intelligence technologies. However, all these technologies do not consider the peculiarities of natural language texts and do not have a common characteristic of human intelligence – flexibility, i.e. they provide no possibility to solve any problem. To resolve this issue, the authors suggest using algorithms based on systems with predefined semantics. The article describes basic concepts of such systems and basic algorithms for their implementation. At the core of algorithms is linguistic data about the structure of sentences in a natural language. As a result of experiments with a prototype program product the authors demonstrate that the system after a learning process almost automatically considers basic peculiarities of natural speech and identifies texts with different content with a high degree of reliability. The article shows that the algorithms embedded in the system have a high degree of flexibility and can be used to create applications for various purposes.

Keyword: natural language texts, linguistic processor, artificial intelligence, algorithms, predefined semantics

Попытки использовать вычислительную технику для автоматизированной обработки текстовой информации начались сразу же после появления первых ЭВМ. К настоящему времени сложился ряд устойчивых направлений применений информационных технологий для обработки текстов – от классических текстовых редакторов до систем машинного перевода.

Разрабатываемые технологии стали основой для совершенно нового научного направления – компьютерной лингвистики (КЛ). В общем случае задачи КЛ могут быть сформулированы как разработка методов и средств построения лингвистических процессоров (ЛП) для различных прикладных задач по автоматической обработке текстов на естественном языке (ЕЯ).

Можно выделить следующие основные направления, решаемые методами КЛ [1, 2]: машинный перевод (Machine Translation); информационный поиск (Information Retrieval); задачи индексирования, реферирования, аннотирования и классификации документов; TextMining (извлечение информации из текстов) [3]; DataMining (интеллектуальный анализ данных) [4]; системы поддержки диалога на ЕЯ.

При этом неявно предполагается, что все виды обработки текстовой информации очень близки к интеллектуальной деятельности человека, а потому при создании прило-

жений в КЛ используются все методы и технологии искусственного интеллекта (ИИ).

Однако словосочетание «искусственный интеллект» подразумевает использование технологий, полностью имитирующих механизмы интеллектуальной деятельности человека. Основным признаком такой деятельности является то, что данный механизм позволяет не только использовать уже известные алгоритмы, но и самостоятельно вырабатывать новые алгоритмы для решения новых, еще не решаемых системой задач.

Согласно этому признаку ни одна из так называемых систем ИИ не может называться таковой, поскольку использует уже готовые, разработанные человеком алгоритмы.

Целью настоящей работы является разработка универсальных алгоритмов, позволяющих реализовать задачи обработки неструктурированной текстовой информации. Основные требования к алгоритмам заключаются в следующем:

– алгоритмы должны учитывать все особенности текстов на ЕЯ;

– алгоритмы должны быть достаточно универсальными, т.е. применимыми для широкого класса задач автоматизированной обработки текстов.

Для реализации лингвистических процессоров различного назначения применяются достаточно сложные алгоритмы, использующие все современные методы обработки больших данных, математической статистики и технологии искусственного интеллекта.

Например, для систем автоматической классификации текстов применяются как стандартные методы поиска в сочетании с классическими статистическими методами анализа, так и такие современные методы, как нейронные сети, деревья решений, генетические алгоритмы и т.д. [5]. Достигаемая точность классификации может составлять свыше 90%. При этом основой всех алгоритмов является использование наборов ключевых слов и частотности их применения в различных предметных областях. Очевидно, что ни о какой интеллектуальной деятельности в виде распознавания смысла текста говорить не приходится – просто производится механическая классификация текстов с использованием современных методов машинного обучения.

В системах машинного перевода основными алгоритмами являются:

– пословный перевод;

– использование алгоритмов построения структуры переводимого предложения с последующим заполнением такой же структуры словами-аналогами другого языка. Данный алгоритм хорошо зарекомендовал себя при работе с текстами родственных языков (русский – украинский, сербский – хорватский и т.д.);

– алгоритмы с использованием промежуточного языка, на котором кодируется смысл переводимых фраз. Данная технология позволяет успешно работать с текстами языков, структуры которых существенно отличаются.

Все перечисленные типы алгоритмов постоянно совершенствуются в основном за счет использования статистики переводных пар слов и словосочетаний.

На практике автоматические переводчики используются в трех случаях:

– перевод художественной литературы. В этом случае переведенный системой текст подвергается практически стопроцентной переработке, и в лучших случаях результат перевода становится отдельным художественным произведением;

– перевод научной литературы. Если речь идет о публикации в иностранных научных журналах, то получаемый системой перевод также подвергается стопроцентной переработке. Связано это с тем, что в каждой предметной области используется своя специфическая терминология и методы подачи материала;

– извлечение информации из иноязычных текстов. В данном случае требования к качеству переведенного текста практически отсутствуют – достаточно лишь того, чтобы полученный текст достаточно адекватно передавал смысл исходного сообщения.

Практика использования имеющихся систем показывает, что они практически полностью удовлетворяют потребности пользователей.

Для систем поддержки диалога на естественном языке конкретная алгоритмическая реализация является, конечно, коммерческой тайной. Поэтому главным источником информации по данному вопросу являются интернет-публикации. Например, согласно [6], основными технологиями создания систем поддержки диалога являются: нейронные сети, регулярные выражения и машинное обучение.

Типичными такими системами являются Алиса от Яндекса, Alexa от Amazon, Google Assistant от Google, Siri от Apple и Cortana от Microsoft. Данные системы могут вести достаточно осмысленный диалог, определяют интенты (намерения) пользователей и могут выполнять какие-то команды. Часть из них даже проходит тест Тьюринга.

Еще одной особенностью, характерной для всех групп ЛП является то, что кроме использования различных алгоритмиче-

ских решений для создания ЛП приходится привлекать большие группы специалистов из соответствующих предметных областей. Все это приводит к повышению как общей стоимости создаваемых программных продуктов, так и к необходимости начинать разработки практически с нуля при создании новых типов ЛП.

В то же время для решения всех этих типов задач возможны и другие подходы. Это, например, использование систем с предопределенной семантикой [7].

В основу таких систем положены следующие базовые понятия.

Понятие семы

Сема представляет собой элемент либо самой системы, либо внешнего мира, известный системе с момента начала ее функционирования. Список исходных сем составляется исходя из возможностей доступа системы к основным ресурсам компьютера. Это, например, файл, папка, диск, удалить, копировать и т.д. В этот список также включаются такие понятия внешнего мира, которые недоступны системе или их очень трудно объяснить с помощью других понятий. Это, например, запах, вкус, жидкость и т.п. Кроме того, в зависимости от назначения системы в этот же список можно добавить понятия, связанные с конкретной предметной областью. Это дает возможность ускорить будущее обучение системы.

Именно это предположение, изначально задающее определенное количество базовых семантических компонент, и обуславливает общее название подобных систем.

Понятие семантического образа

Семантический образ представляет собой упорядоченное множество значений базовых сем. Например, если при программной реализации определено 100 базовых сем и соответствующих словесных эквивалентов, то любой семантический образ будет представлять собой массив, состоящий из ста элементов числового вещественного типа. Данный массив будет представлять собой семантику каждого слова в виде некоторого семантического спектра. В исходном состоянии у необученной системы будет набор только базовых понятий. Для них семантический спектр будет состоять только из одного элемента, номер которого определен в списке базовых понятий. Предполагается, что в процессе обучения системы семантика новых слов и понятий будет формироваться путем смешения спектров базовых понятий в определенных пропорциях. Примеры визуального представления спектров приведены в табл. 2.

Лингвистические основы системы

Основные особенности текстов на ЕЯ рассмотрены в [8]. Для учета этих особенностей используется следующее положение:

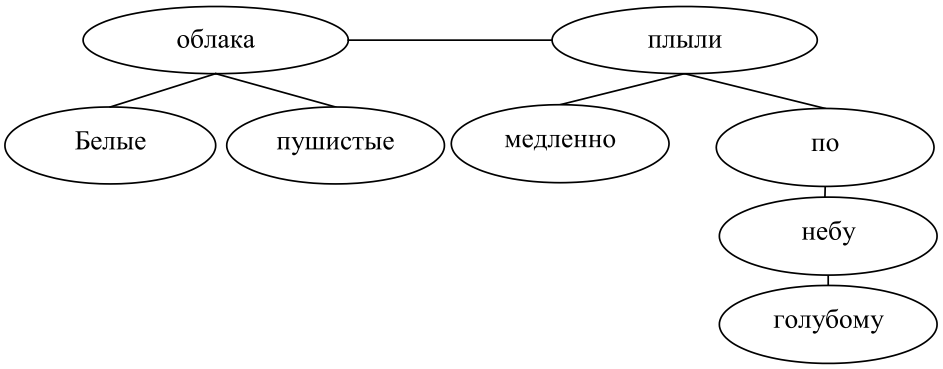
– в лингвистике принято представление отдельных фраз и предложений в виде некоторой структуры [7]. Например, предложение:

«Белые, пушистые облака
медленно плыли по голубому небу» (1)

может быть представлено следующей структурой (рисунок).

Профессиональные лингвисты едва ли используют понятия теории графов в своей повседневной деятельности, но такое представление очень удобно и наглядно показывает взаимосвязи слов в предложении. При этом смысл взаимосвязей сводится к следующему:

– основной смысл предложения содержится в словах, находящихся на самом верхнем уровне дерева. Слова же, находящиеся на более низких уровнях, просто уточняют смысл соответствующих слов верхнего уровня.



Структурная схема предложения

С точки же зрения информатики это просто представление структуры предложения в виде дерева, опираясь на которую необходимо рассчитать его общую семантику.

Для этого предлагается использовать следующий алгоритм:

1. Из базы данных загружается семантика всех слов, входящих в предложение, и размещается в узлах дерева.

2. Обработка дерева производится слева направо и начинается с терминальных узлов дерева.

При этом расчет семантик для каждой пары узлов нижнего и верхнего уровня предлагается производить по следующей формуле:

$$s_0 = (s_1 + s_2/2)/2, \qquad (2)$$

где s_0 – обобщенная семантика связанной пары узлов;
s_1 – семантика узла верхнего уровня;
s_2 – семантика узла нижнего уровня.

Логическое обоснование применения формулы (2) заключается в том, что слова верхнего уровня несут более значимую информацию, а слова более низкого уровня несут лишь уточняющую информацию. Поэтому вклад слов верхнего уровня в общую семантику должен быть больше. Для слов самого верхнего уровня дерева также применяется формула (2), но здесь в качестве семантики верхнего уровня используется семантика контекста, которая может быть и нулевой.

Таким образом, общая семантика фразы вычисляется по формуле

$$s = \sum_{i=1}^{n} k_i s_i, \qquad (3)$$

где n – количество слов в предложении;
s_i – семантика i-го слова;
k_i – структурный коэффициент i-го слова, значение которого зависит от конфигурации дерева и отражает вклад семантики данного слова в общую семантику фразы.

Например, для фразы (1) со структурой, приведенной на рисунке, вычисления будут выглядеть следующим образом:

$$s = ((s_{\text{контекст}} + (s_{\text{облака}} + s_{\text{белые}}/2)/2)/2 + \\ + s_{\text{пушистые}}/2)/2 + ((s_{\text{плыли}} + s_{\text{медленно}}/2)/2 + \\ + (s_{\text{по}} + (s_{\text{небу}} + s_{\text{голубому}}/2)/2)/2)/2. \qquad (4)$$

Тогда соответствующие значения структурных коэффициентов будут иметь значения, приведенные в табл. 1.

Нетрудно заметить, что чем ниже слово в дереве, тем меньше вклад его семантики в общую семантику предложения. При этом лингвисты всегда могут привести массу примеров, в которых основной смысл предложения может оказаться сосредоточен именно в словах низкого уровня. Но это возражение снимается тем, что при программной реализации система сама строит необходимые деревья, вид которых непривычен лингвисту, но зато их структура и рассчитываемая с ее помощью, семантика более полно соответствует смыслу предложений.

Благодаря описанной схеме обработки дерева автоматически решается вопрос о зависимости смысла текста от порядка слов. В качестве примера в табл. 2 приведены семантически спектры исходных слов и итоговой семантики следующих фраз:

«Глубина два метра», (5)

«Глубина метра два». (6)

Различия в спектрах можно оценить не только визуально, но численно. Для этого можно использовать, например, стандартный коэффициент корреляции. В случае идентичных спектров его значение должно быть равно единице. В данном же случае его значение равно 0,65.

Кроме того, использование предлагаемого подхода позволяет учитывать и другие особенности текстов на естественном языке. В частности, многозначность слов (полисемию) и влияние контекста на смысл фразы.

Укажем основные направления, при реализации которых можно использовать разработанные алгоритмы.

Например, для систем классификации текстов достаточно сформировать семантические спектры текстов, соответствующие различным предметным областям. При этом имеются все основания предполагать, что обработка множества текстов по какой-то конкретной предметной области и последующее их обобщение приведет к получению специфических и статистически устойчивых видов спектров.

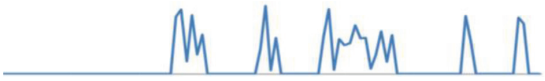
Таблица 1

Значения структурных коэффициентов семантик отдельных слов для фразы (1)

Слово	Контекст	Белые	пушистые	облака	медленно	плыли	по	голубому	небу
Структурный коэффициент	1/4	1/16	1/8	1/8	1/16	1/8	1/8	1/32	1/16

Таблица 2

Вид семантических спектров слов и фраз, составленных на их основе

Слово/текст	Семантический спектр
Глубина	
два	
метра	
Фраза (5)	
Фраза (6)	

Опираясь на имеющуюся базу данных спектров, процесс классификации может быть произведен по следующему алгоритму:

– формируется семантический спектр обрабатываемого текста;

– полученный спектр поочередно сопоставляется с базой данных спектров различных предметных областей. В результате выбирается та предметная область, спектр которой в наибольшей степени согласуется со спектром обрабатываемого текста.

Аналогичный алгоритм можно использовать и при создании командных систем для интеллектуального управления техническими устройствами [9].

В данном случае заранее формируется база данных семантики соответствующих команд. После получения конкретной команды формируется ее семантика и из базы данных выбирается команда с наиболее согласованным спектром.

Заключение

Разработанные к настоящему времени системы компьютерной обработки текстов на практике дают вполне удовлетворительные результаты. Однако они имеют следующие недостатки:

– для каждого вида приложения используются свои специфические алгоритмы;

– использование сторонних сервисов, например использование баз данных для проведения морфемного анализа, модулей синтаксического и семантического анализа;

– требуют привлечения специалистов из других предметных областей (чаще всего профессиональных лингвистов);

– отсутствие универсальности. Для каждого типа приложения приходится применять или специально разрабатывать совершенно разные технологии.

Предлагаемый подход устраняет практически все указанные недостатки, поскольку при создании приложений любого назначения используются одни и те же алгоритмы.

Список литературы

1. Николаев И.С., Митренина О.В., Ландо Т.М. Прикладная и компьютерная лингвистика: коллективная монография. М.: URSS, 2016. 320 с.

2. Большакова Е.И., Клышинский Э.С., Ландэ Д.В., Носков А.А., Пескова О.В., Ягунова Е.В. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика: учеб. пособие. М.: МИЭМ, 2011. 272 с.

3. Горковенко Д.К. Применение методов text mining для классификации информации, распространяемой в социальных сетях // Молодой ученый. 2016. № 14 (118). С. 66–72. [Электронный ресурс]. URL: https://moluch.ru/archive/118/32878/ (дата обращения: 20.02.2020).

4. Daniel Jurafsky, James H. Martin. Speech and Language Processing. An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition. 2019. 613 p. [Электронный ресурс]. URL: https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/ed3book.pdf (дата обращения: 20.02.2020).

5. Люгер Джордж Ф. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем, 4-е изд.: пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. 864 с.

6. Разговорный AI: как работают чат-боты и кто их делает. 2018. [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/company/just_ai/blog/364149/ (дата обращения:15.09.2019).

7. Касаткин Л.Л., Клобуков Е.В., Крысин Л.П. Русский язык: учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / Под ред. Л.Л. Касаткина. 4-е изд., перераб. М.: Издательский центр «Академия», 2011. 780 с.

8. Ванюлин А.Н., Шабалина Т.А. Особенности текстов на естественном языке при их компьютерной обработке // Состояние и перспективы развития ИТ-образования: сб. докл. и научн. ст. Всероссийской научн.-практ. конф. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2019. С. 377–381.

9. Ванюлин А.Н. Алгоритм распознавания смысла команд на основе систем с предопределенной семантикой // Состояние и перспективы развития ИТ-образования: сб. докл. и научн. ст. Всероссийской научн.-практ. конф. (посв. 50-летию Чувашского гос. ун-та им. И.Н. Ульянова). Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2018. С. 199–206.

УДК 004.932.72'1

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА К ОДНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОГРАММЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

[1]Горбанева О.И., [2]Басангова Е.О., [2]Горяев В.М., [2]Милошенко А.П.

[1]Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону;

[2]ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова», Элиста, e-mail: goryaeff@mail.ru

В статье рассматривается применение статических моделей сочетания общих и частных интересов к государственной программе Ростовской области «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия», которая использует привлечение частных средств инвесторов, т.е. формой сотрудничества является государственно-частное партнерство. Для рассматриваемого проекта исследование дало следующие выводы: для ОАО «Дружба» оказался выгоден механизм пропорционального распределения, так как именно у этого предприятия среди всех остальных участников программы имеется больше всего ресурсов, причем отдача от расширения масштабов производства частной деятельности этого предприятия достаточно мала. Для государства этот же механизм оказался наиболее эффективным наряду с механизмом принуждения. Для СПК Племколхоз «Комиссаровский» и ООО «Родина» наиболее приемлем механизм побуждения, по причине того, что этим предприятиям достается почти весь общий доход. Для оставшихся предприятий наиболее выгодным является механизм принуждения. Данная работа основана на методах математического моделирования, в процессе исследования была обоснована необходимость применения статических моделей в сфере развития сельского хозяйства и регулирования рынков. В итоге было установлено, что использование механизма государственно-частного партнерства позволит оказать позитивное воздействие на развитие сельского хозяйства и регулирование рынков, способствовать формированию конкурентной и оптимальной среды, эффективно оптимизировать использование ресурсов и структуру затрат различных хозяйств.

Ключевые слова: государственно-частное партнерство, бизнес-структура, модели развития, региональный, федеральный, идентификация параметров модели, механизм принуждения, побуждения

APPLICATION OF MODELS OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP TO ONE STATE AGRICULTURAL PROGRAM OF THE ROSTOV REGION

[1]Gorbaneva O.I., [2]Basangova E.O., [2]Goryaev V.M., [2]Miloshenko A.P.

[1]Southern Federal University, Rostov-on-Don;

[2]Kalmyk State University, Elista, e-mail: goryaeff@mail.ru

The article considers the application of static models of a combination of General and private interests to the state program of the Rostov region «development of agriculture and regulation of markets of agricultural products, raw materials and food», which uses the attraction of frequent funds of investors, i.e. the form of cooperation is public-private partnership. General, in the framework of this project the applied mechanisms of control can make the following conclusions: a mechanism of proportional distribution of profitable OAO Druzhba because the greatest number of resources available to enterprises as well as small impact of expanding the scale of production of his private activities. Also, this mechanism is beneficial to society. The whole system also benefits from a coercive mechanism. For SEC Plemkolkhoz «Komissarovsky» and LLC «Rodina» the most acceptable incentive mechanism, due to the fact that these companies get almost all the total income. For the remaining enterprises, the most profitable is the enforcement mechanism. This work is based on the methods of mathematical modeling, in the process of research the need for the use of static models in the field of agricultural development and market regulation was justified. As a result, it was found that the use of public-private partnership will have a positive impact on the development of agriculture and market regulation, contribute to the formation of a competitive and optimal environment, effectively optimize the use of resources and the cost structure of various farms.

Keywords: public-private partnership, business structure, development models, Regional, Federal, identification of model parameters, enforcement mechanism, incentives

Описание модели государственно-частного партнерства

Ранее в [1] было проведено исследование модели сочетания общих и частных интересов в государственно-частном партнерстве с независимыми равноправными агентами, которые также применяются для управления проектами развития трансграничных территорий [2]. Модель имеет следующий вид

$$g_i(u_1,...,u_n) = p_i(r_i - u_i) + \\ + s_i c(u_1 + ... + u_n) \to \max, \qquad (1)$$

$$0 \le u_i \le r_i, \ r_i \ge 0, \ s_i \ge 0,$$

$$\sum_{j=1}^{n} s_j = \begin{cases} 1, & \exists i : s_i > 0, \\ 0, & \forall i : s_i = 0, \end{cases} \quad i = 1,...,n. \qquad (2)$$

Описание модели сочетания общих и частных интересов вместе с условными обозначениями можно найти в [1].

В модели сочетания общих и частных интересов в государственно-частном партнерстве все участники делят свой ресурс r_i между общими на всех участников (в размере u_i) и своими частными (в количе-

стве $r_i - u_i$) интересами. Будем считать, что функция c монотонно возрастает по количеству ресурсов каждого агента, выделенного на общие цели, т.е. по всем переменным u_i, $c(0,...,0) = 0$; что означает, доходов от общих интересов нет, если все агенты не выделили средств на общие цели; функции p_i монотонно возрастают по количеству ресурсов, выделенных агентом на свои частные интересы, т.е. по величине $(r_i - u_i)$, и монотонно убывают по количеству ресурсов, выделенных агентом на общие с другими агентами цели u_i, $p_i(0) = 0$; (при $u_i = r_i$), что означает, что дохода от частной деятельности нет, если агент не выделил на это средств. Кроме того, что если агент выделяет средства на общие цели, то он будет участвовать в доходе от общей деятельности, т.е. если ресурсы агентом на общие цели выделяются, то и общественный доход он получает. Вариант $\sum_{j=1}^{n} s_j = 0$ возникает, если агенты тратят имеющиеся ресурсы только на свои собственные частные цели; в этом случае общественный доход не создается.

Цель проекта: разработка моделей государственно-частного партнерства, определение параметров воздействия на развитие региональных хозяйств и регулирование рынков, содействие формированию конкурентной и оптимальной среды и эффективной оптимизации использования ресурсов и структуры затрат различных хозяйств.

Материалы и методы исследования

Введем утилитарную функцию общественного благосостояния как сумму полезностей всех членов общества:

$$g(u_1,\ldots,u_n) = \sum_{j=1}^{n} g_j(u_1,\ldots,u_n) = \\ = \sum_{j=1}^{n} p_j(r_j - u_j) + c(u_1,\ldots,u_n). \quad (3)$$

Обозначим $NE = \{u_{(1)}^{NE},...,u_{(k)}^{NE}\}$ – множество равновесий по Нэшу в игре (1)–(2), напомним, что их может быть несколько; причем если обозначить $u_{(j)} = (u_{(j)1},...,u_{(j)n})$ любой исход игры, то $g_{min}^{NE} = min\{g(u_{(1)}^{NE}),...,g(u_{(k)}^{NE})\}$ – общественное благосостояние (т.е. выигрыш общества) в наихудшем для общества равновесии по Нэшу, а глобальный максимум для общественного благосостояния обозначим $g_{\max} = \max_{u \in U} g(u) = g(u^{\max})$. Введем понятие «цены анархии» в (1)–(2):

$$\text{PA} = \frac{g_{\min}^{NE}}{g_{\max}}. \quad (4)$$

Это понятие впервые приведено Христосом Пападимитриу в [3]. Ясно, что цена анархии не может превосходить единицу. Чем ближе цена анархии к единице, тем выше эффективность равновесия и тем ниже потребность в координации модели (1)–(2), которая может отсутствовать при равенстве цены анархии единице. Соответственно, чем меньше цена анархии, тем выше потребность в координации системы.

Введем понятие системной согласованности в модели. Модель системно согласована тогда и только тогда, когда PA = 1. В этом случае общественное состояние при независимом поведении агентов совпадает с общественным благосостоянием, желательным для всего общества. То есть обществу удалось побудить агентов добровольно поступить так, как нужно ему (обществу).

Назовем коллективистами тех участников системы, которые все ресурсы направляют на развитие общих интересов, индивидуалистами же назовем тех агентов, которые используют все ресурсы на свои частные цели. В [1] доказано, что если в обществе более двух агентов, то «системная согласованность может иметь место только при определенном разбиении множества агентов на два класса: индивидуалистов и коллективистов» ($M = C \bigcup I,\ C \bigcap I = \varnothing$).

Рассмотрим влияние целевой функции Центра агентов при помощи механизмов принуждения и побуждения, которые описаны Г.А. Угольницким и А.Б. Усовым [4] и были апробированы для решения задач управления территориальными проектами [5] А.Г. Дружининым и Г.А. Угольницким. В проекте выбраны эти методы для моделей ГЧП. В [1] дано определение согласованного и слабо согласованного механизмов управления в модели (1)–(3).

Результаты исследования и их обсуждение

Из описания рассматриваемой программы: «Государственная программа Ростовской области “Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия” утверждена постановлением Правительства Ростовской области от 25.09.2013 № 592» [6].

«Ответственным исполнителем является Министерство сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области. Соисполнитель – департамент охраны и использования объектов животного мира и водных биологических ресурсов Ростовской области» [6].

«Участниками программы являются: Минсельхозпрод области, управление ветеринарии Ростовской области, управление государственного надзора за техническим состоянием самоходных машин и других видов техники Ростовской области» [6].

Идентификация параметров модели

В подпрограмме «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения» участвовало восемь сельскохозяйствен-

ных предприятий: ОАО «Дружба», ЗАО «Красный Октябрь», ООО «Мелиоратор», СПК Племколхоз «Комиссаровский», ЗАО «Дружба», ОАО «Цимлянский», СПК колхоз «РОДИНА», ООО «Родина», из документов финансовой отчетности которых определены следующие параметры модели (1)–(2).

Для ОАО «Дружба» по данным балансов за 2012 г. и за 2014 г. [7] выбираем данные из граф «Денежные средства» на начало и конец соответствующих годов. В соответствии с этим получаем систему $91 = p_1 \cdot 12^{\alpha_1}$, $119 = p_1 \cdot 31^{\alpha_1}$, решив которую получим $p_1 = 45{,}082$, $\alpha_1 = 0{,}2827$. Количество имеющихся ресурсов на момент начала программы получаем из строки бухгалтерского баланса за 2016 г. (https://e-ecolog.ru/buh/2016/6142017709) на его начало (т.е. к началу программы), т.е. $r_1 = 95779$.

Для ЗАО «Красный Октябрь» по данным балансов за 2015 г. и за 2014 г. [7] выбираем данные из граф «Денежные средства» на начало и конец соответствующих годов. В соответствии с этим получаем систему $9944 = p_2 \cdot 7010^{\alpha_2}$, $7010 = p_2 \cdot 3917^{\alpha_2}$, решив которую получим $p_2 = 48{,}677$, $\alpha_2 = 0{,}6007$. Количество имеющихся ресурсов на момент начала программы получаем из строки бухгалтерского баланса за 2016 г. на его начало (т.е. к началу программы), т.е. $r_2 = 9944$.

Для ООО «Мелиоратор» по данным балансов за 2015 г. и за 2013 г. [7] выбираем данные из граф «Денежные средства» на начало и конец соответствующих годов. В соответствии с этим получаем систему $13831 = p_3 \cdot 3222^{\alpha_3}$, $6416 = p_3 \cdot 848^{\alpha_3}$, решив которую получим $p_3 = 132{,}4954$, $\alpha_3 = 0{,}5754$. Количество имеющихся ресурсов на момент начала программы получаем из строки бухгалтерского баланса за 2016 г. [7] на его начало (т.е. к началу программы), т.е. $r_3 = 13831$.

Для СПК Племколхоз «Комиссаровский» по данным балансов за 2012 г. и за 2013 г. [7] выбираем данные из граф «Денежные средства» на начало и конец соответствующих годов. В соответствии с этим получаем систему $8085 = p_4 \cdot 5108^{\alpha_4}$, $5108 = p_4 \cdot 1129^{\alpha_4}$, решив которую получим $p_4 = 601{,}9783$, $\alpha_4 = 0{,}3042$. Количество имеющихся ресурсов на момент начала программы получаем из строки бухгалтерского баланса за 2016 г. на его начало (т.е. к началу программы), т.е. $r_4 = 12852$.

Для ЗАО «Дружба» по данным балансов за 2016 г. и за 2014 г. [7] выбираем данные из граф «Денежные средства» на начало и конец соответствующих годов. В соответствии с этим получаем систему $420 = p_5 \cdot 277^{\alpha_5}$, $797 = p_5 \cdot 765^{\alpha_5}$, решив которую получим $p_5 = 12{,}1066$, $\alpha_5 = 0{,}6306$. Количество имеющихся ресурсов на момент начала программы получаем из строки бухгалтерского баланса за 2016 г. на его конец (т.е. к началу программы), т.е. $r_5 = 420$.

Для ОАО «Цимлянский» по данным балансов за 2016 г. и за 2013 г. [7] выбираем данные из граф «Денежные средства» на начало и конец соответствующих годов. В соответствии с этим получаем систему $1327 = p_6 \cdot 562^{\alpha_6}$, $122 = p_6 \cdot 8^{\alpha_6}$, решив которую получим $p_6 = 37{,}9718$, $\alpha_6 = 0{,}5613$. Количество имеющихся ресурсов на момент начала программы получаем из строки бухгалтерского баланса за 2016 г. на его конец (т.е. к началу программы), т.е. $r_6 = 1327$.

Для СПК колхоз «РОДИНА» по данным балансов за 2016 г. и за 2013 г. [7] выбираем данные из граф «Денежные средства» на начало и конец соответствующих годов. В соответствии с этим получаем систему $2466 = p_7 \cdot 452^{\alpha_7}$, $30860 = p_7 \cdot 30678^{\alpha_7}$, решив которую получим $p_7 = 63{,}2768$, $\alpha_7 = 0{,}5991$. Количество имеющихся ресурсов на момент начала программы получаем из строки бухгалтерского баланса за 2016 г. на его конец (т.е. к началу программы), т.е. $r_7 = 2466$.

Для ООО «Родина» по данным балансов за 2015 г. и за 2014 г. [7] выбираем данные из граф «Денежные средства» на начало и конец соответствующих годов. В соответствии с этим получаем систему $18445 = p_8 \cdot 9410^{\alpha_8}$, $9410 = p_8 \cdot 3110^{\alpha_8}$, решив которую получим $p_8 = 70{,}8584$, $\alpha_8 = 0{,}6079$. Количество имеющихся ресурсов на момент начала программы, получаем из строки бухгалтерского баланса за 2016 г. на его конец (т.е. к началу программы), т.е. $r_8 = 18445$.

Коэффициенты производственной деятельности: $c = 1$, $\alpha = 1$, так как программа является государственной и не ориентирована на получение прибыли. Параметры модели соответствуют случаю, когда функция общей полезности является линейной, а функция частной полезности – степенная вогнутые. В связи с этим из [1] оптимальное количество ресурсов, используемых перечисленными фирмами на общие цели, с точки зрения самих предприятий считается по формуле

$$u_i^* = \begin{cases} r_i - \sqrt[1-\alpha]{\dfrac{p_i}{s_i c}}, & p_i < s_i c r_i^{1-\alpha}, \\ 0, & p_i > s_i c r_i^{1-\alpha}. \end{cases}$$

а оптимальное количество ресурсов с точки зрения общества, которое должно использо-

ваться на общие цели предприятиями, считается по формуле

$$u_i^{\max} = \begin{cases} r_i - \sqrt[1-\alpha]{\dfrac{p_i}{c}}, & p_i < cr_i^{1-\alpha}, \\ 0, & p_i > cr_i^{1-\alpha}. \end{cases}$$

Результаты применения моделей государственно-частного партнерства к программе

С точки зрения государства, перечисленные сельскохозяйственные предприятия должны выбрать эффективное выделение финансовых средств в пользу программы в размерах: $u_1 = 95744{,}25$, $u_2 = 5251{,}779$, $u_3 = 0$, $u_4 = 11065{,}52$, $u_5 = 174{,}6665$, $u_6 = 258{,}8766$, $u_7 = 0$, $u_8 = 3726{,}138$ млн руб. При этом общее благосостояние имеет максимально возможное значение 195324,3 млн руб. В этих целях государство пробует воздействовать на предприятия при помощи механизмов принуждения и побуждения, а также механизма пропорционального распределения, который предложен и исследован в рамках теории активных систем и теории управления организационными системами [8]. В случае механизма пропорционального распределения предприятие участвует в общем доходе пропорционально количеству средств, выделенных им на общие цели. В таблице приведены результаты применения рекомендуемых механизмов.

Для рассматриваемого проекта исследование дало следующие выводы: для ОАО «Дружба» оказался выгоден механизм пропорционального распределения, так как именно у этого предприятия среди всех остальных участников программы имеется больше всего ресурсов, причем отдача от расширения масштабов производства частной деятельности этого предприятия достаточно мала. Для государства этот же механизм оказался наиболее эффективным наряду с механизмом принуждения. Для СПК Племколхоз «Комиссаровский» и ООО «Родина» наиболее приемлем механизм побуждения, по причине того, что этим предприятиям достается почти весь общий доход. Для оставшихся предприятий наиболее выгодным является механизм принуждения.

Результаты применения различных механизмов к госпрограмме (млн руб.)

Применяемый механизм	Количество финансирования участниками	Количество средств, выделенных на проект	Доля распределения результатов проекта между участниками	Доход участников
Механизм пропорционального распределения	$u_1 = 95744{,}25$, $u_2 = 5251{,}779$, $u_3 = 0$, $u_4 = 11065{,}52$, $u_5 = 174{,}6665$, $u_6 = 258{,}8766$, $u_7 = 0$, $u_8 = 3726{,}138$	116221,2	$s_1 = 0{,}8238$, $s_2 = 0{,}0452$, $s_3 = 0$, $s_4 = 0{,}0952$, $s_5 = 0{,}0015$, $s_6 = 0{,}0022$, $s_7 = 0$, $s_8 = 0{,}0321$	$g_1 = 95867{,}17$, $g_2 = 13063{,}03$, $g_3 = 31977{,}75$, $g_4 = 16938{,}23$, $g_5 = 563{,}7142$, $g_6 = 2161{,}822$, $g_7 = 6813{,}771$, $g_8 = 27938{,}77$, $g_0 = 195324{,}3$
Экономический механизм	$u_1 = 92976{,}31$, $u_2 = 0$, $u_3 = 0$, $u_4 = 9270{,}174$, $u_5 = 0$, $u_6 = 0$, $u_7 = 0$, $u_8 = 0$	102246,5	$s_1 = 0{,}0429$, $s_2 = 0{,}0984$, $s_3 = 0$, $s_4 = 0{,}6163$, $s_5 = 0{,}0257$, $s_6 = 0{,}0717$, $s_7 = 0$, $s_8 = 0{,}1450$	$g_1 = 4\,810{,}864$, $g_2 = 22\,326{,}74$, $g_3 = 31\,977{,}75$, $g_4 = 70\,271{,}5$, $g_5 = 3\,173{,}176$, $g_6 = 9\,483{,}757$, $g_7 = 6\,813{,}771$, $g_8 = 42\,595{,}41$, $g_0 = 191\,453$
Административный механизм	$u_1 = 95744{,}25$, $u_2 = 5251{,}779$, $u_3 = 0$, $u_4 = 11065{,}52$, $u_5 = 174{,}6665$, $u_6 = 258{,}8766$, $u_7 = 0$, $u_8 = 3726{,}138$	116221,2	$s_1 = 0{,}125$, $s_2 = 0{,}125$, $s_3 = 0{,}125$ $s_4 = 0{,}125$ $s_5 = 0{,}125$, $s_6 = 0{,}125$ $s_7 = 0{,}125$ $s_8 = 0{,}125$	$g_1 = 14650{,}58$, $g_2 = 22338{,}91$, $g_3 = 46505{,}41$, $g_4 = 20400{,}36$, $g_5 = 14916{,}7$, $g_6 = 16430{,}6$, $g_7 = 21341{,}43$, $g_8 = 38740{,}29$, $g_0 = 195324{,}3$

Заключение

В статье описано применение моделей сочетания общих и частных интересов к государственной программе Ростовской области «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия». Выявлено, какие механизмы воздействия на предприятия оказываются выгодными как для предприятий, так и для всего общества. Перечисленные в статье сельскохозяйственные предприятия должны выбрать эффективное выделение финансовых средств в пользу программы в размерах: $u_1 = 95744{,}25$, $u_2 = 5251{,}779$, $u_4 = 11065{,}52$, $u_5 = 174{,}6665$, $u_6 = 258{,}8766$, $u_8 = 3726{,}138$ млн руб., общее благосостояние имеет максимально возможное значение 195324,3 млн руб. Для всех элементов системы выгоден механизм принуждения.

Список литературы

1. Горбанева О.И. Статические модели распределения ресурсов с учетом согласования интересов активных агентов: дис. … докт. техн. наук. Москва, 2019. 383 с.

2. Горбанева О.И., Мурзин А.Д., Угольницкий Г.А. Механизмы согласования интересов при управлении проектами развития // Управление большими системами. 2018. № 71. С. 61–97.

3. Papadimitriou C.H. Algorithms, games, and the Internet. Proc. 33th Symposium Theory of Computing, 2001. P. 749–753.

4. Угольницкий Г.А., Усов А.Б. О структуре систем управления организациями и предприятиями // Современное управление. 2007. № 6. С. 7–12.

5. Дружинин А.Г., Угольницкий Г.А. Устойчивое развитие территориальных социально-экономических систем: теория и практика моделирования. М.: Вузовская книга, 2013. 223 с.

6. Распоряжение Правительства РФ от 25-09-2013 № 592 (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. URL: http://minarhigrad.donland.ru/Default.aspx?pageid=123217 (дата обращения: 22.02.2020).

7. Бухгалтерская отчетность сельскохозяйственного производственного кооператива колхоза «РОДИНА» [Электронный ресурс]. URL: http://goryaeff.wixsite.com/websity (дата обращения: 22.02.2020).

8. Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А. Проблемы комплексирования и декомпозиции механизмов управления организационно-техническими системами // Проблемы управления. 2016. № 5. С. 14–23.

УДК 004.942

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА, УПРАВЛЕНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Желтов В.П., Желтов П.В.

ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», Чебоксары, e-mail: chnk@mail.ru, zheltov42@mail.ru

В статье рассматривается структура компьютерных систем территориального мониторинга, управления и прогнозирования. Приведены основные модули системы. Модуль отображения территории мониторинга – осуществляет графическое отображение территорий в виде карт различной специфики и уровня детализации с возможностью масштабирования. Отображение карт территории мониторинга реализуется в виде слоев. Модуль редактирования карт (слоёв) – позволяет редактировать существующие карты и создавать новые, так как каждая карта территории является специализированной, т.е. имеет свою специфику и, как следствие, свой набор стандартных, присущих ей объектов, то данный модуль содержит форму редактирования карт (так называемого «полотна» карты – англ. canvas) и набор панелей с визуальными компонентами, каждая из которых представляет набор специфичных объектов. Модуль прогнозирования и моделирования – позволяет моделировать различные изменения (популяционные, географические, экологические), которые могут происходить с объектами и параметрами (макро- и микро-), территориальными гео- и экосистемами при изменениях в других параметрах и объектах. Модуль принятия решений – осуществляет поддержку принятия решений по улучшению прогнозируемой неблагоприятной ситуации (в том числе чрезвычайной) и предотвращению возможных негативных последствий. Модуль искусственного интеллекта – анализируя результаты работы модуля прогнозирования и моделирования и модуля принятия решений помогает ответственному лицу управлять территорией и проводить операции по эвакуации населения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: компьютерная система, территориальный мониторинг, управление, прогнозирование, отображение, редактирование, прогнозирование, принятие решений, искусственный интеллект

DEVELOPMENT OF COMPUTER SYSTEMS FOR TERRITORIAL MONITORING, MANAGEMENT AND FORECASTING

Zheltov V.P., Zheltov P.V.

Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, e-mail: chnk@mail.ru, zheltov42@mail.ru

The article discusses the structure of computer systems for territorial monitored, management and forecasting. The main modules of the system are given. The module for displaying the presented territory – provides a graphical display of territories in the form of maps of various specifics and level of detailization with the ability to scale. Display maps of the monitoring territory are implemented in the form of layers. The module for editing maps (layers) – allows you to edit existing maps and create new ones, since each map of the territory is specialized, i.e. has its own specifics and, as a result, its own set of standard objects inherent in it, this module contains a form for editing maps (the so-called canvas) and a set of panels with visual components, each of which represents a set of specific objects. The forecasting and modeling module allows to model various changes (populational, geographical, environmental) that can occur with objects and parameters (macro- and micro-), territorial geo-and eco-systems with changes in other parameters and objects. Decision-making module – provides decision-making support to improve the predicted adverse situation (including emergency) and to prevent possible negative consequences. Artificial intelligence module – by analyzing the results of the forecasting and modeling module and the decision-making module, the person in charge can manage the territory and conduct operations of evacuation of the population and eliminate the consequences of emergency situations.

Keywords: computer system, territorial monitoring, management, forecasting, display, editing, forecasting, decision making, artificial intelligenc

В XXI в. человечеству приходится иметь дело с большим количеством накопившихся и возникающих впервые экологических проблем, как локального, так и глобального характера.

Изменение ситуации в качественно лучшую сторону возможно при применении новых более эффективных методов управления.

Один из способов достижения этого, позволяющий к тому же с пользой применять современные цифровые технологии, создание систем территориального мониторинга, управления и прогнозирования (англ. systems of surveillance, control and prognosis) [1–3].

Подобные системы в настоящее время в том или ином виде частично создаются во многих странах.

Так, в Европе лидерами в этом деле являются скандинавские страны, в частности Норвегия. Подобные разработки ведутся Норвежским Северным исследовательским институтом (Northern Research Institute,

NoRut), координирует работу Исследовательский центр Крайнего Севера по климату и экологии (High North Research Center for Climate and Environment, FRAM Center), а также Арктическим университетом (UiT): разработка систем моделирования SINTEF и SYMBIOSES.

В России подобную работу проводит центр управления в кризисных ситуациях МЧС (Министерства чрезвычайных ситуаций), отделы мониторинга и прогнозирования региональных отделений которого имеют систему мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, с использованием спутниковых данных и результатов прогнозирования метеорологической службы [4].

Однако глобальной или локальной, региональной системы, охватывающей все рассмотренные аспекты, пока нет (по крайней мере данных о ее существовании в прессе и интернете мы не нашли) как в России, так и в других странах, а имеются лишь отдельные наработки в том или ином аспекте [5].

Цель исследования: в данной работе исследуются аспекты реализации и применения компьютерной системы для регионального территориального мониторинга, управления и прогнозирования с учетом специфики Чувашской Республики и Поволжья.

Материалы и методы исследования

Компьютерная система территориального мониторинга, управления и прогнозирования содержит следующие модули.

1. Модуль отображения территории мониторинга.

Описание: осуществляет графическое отображение территорий в виде карт различной специфики и уровня детализации с возможностью масштабирования. Отображения карт территории мониторинга реализуется в виде слоев (англ. layer ‘слой’).

Данная технология очень удобна в использовании, так как позволяет, с одной стороны, не создавать универсальную карту территории, перегруженную информацией, а отображать по желанию пользователя ту или иную специфическую карту, т.е. представлять территорию мониторинга в том или ином аспекте в случае необходимости.

Следует отметить, что основу любой территориальной карты составляет географическая карта той или иной степени детализации. На данную карту накладываются необходимые специфические объекты.

Таким образом, создается специализированная карта, например гидрогеографическая, инфраструктурная, экологическая и т.п.

2. Модуль редактирования карт (слоёв).

Описание: позволяет редактировать существующие карты и создавать новые, так как каждая карта территории является специализированной, т.е. имеет свою специфику и, как следствие, свой набор стандартных, присущих ей объектов, то данный модуль содержит форму редактирования карт (так называемого «полотна» карты – англ. canvas) и набор панелей с визуальными компонентами, каждая из которых представляет набор специфичных объектов.

Пользователь может, выбрав компоненту с панели компонент, перенести ее копию (т.е. шаблон специфического объекта) на редактируемую область карты и задать в специальной форме, ассоциированной с компонентой, необходимые параметры объекта, данные для которых могут быть результатом конкретных географических, экологических и иных измерений. Имеющиеся на карте объекты можно редактировать (перемещать, изменять параметры и вообще удалять), что полезно и при построении динамических моделей, когда карта не статична, а изменяется с определенной периодичностью, например содержит динамические объекты, такие как гидрообъекты – реки, источники или морские или океанские течения, т.е. статические по своей локации (хотя и обновляемые компоненты; в том числе и в динамике) и динамические по своей сути, т.е. перемещающиеся (например, пятна разлива нефти и продуктов ее переработки). Например, задав скорость морского течения можно смоделировать загрязнение моря и прибрежных территорий при разливе нефтепродуктов (динамический объект) с танкера (динамический объект) или с нефтедобывающей платформы и буровой вышки (статический объект).

Возможно автоматизировать обновление параметров имеющихся объектов, если измерения проводятся с определенной периодичностью в автоматическом режиме с установленных внутри или вблизи объектов датчиков, с дронов, с систем спутниковой навигации типа GPS.

3. Модуль прогнозирования и моделирования.

Описание: позволяет моделировать различные изменения (популяционные, географические, экологические), которые могут происходить с объектами и параметрами (макро- и микро-), территориальными гео- и экосистемами при изменениях в других параметрах и объектах. Для этого задаются начальные и конечные значения этих первичных в системе или моделируемом процессе изменений (или начальные значения и временные их изменения – инкремент или декремент за минимальный промежуток времени, принятый при отчете времени для модели). Модуль запускает сценарий моделирования изменений и показывает пошагово на карте и в файле отчета всевозможные изменения.

Например, можно задать изменения температуры воды (моря, океана) и смоделировать процесс таяния льдов, высвобождения из воды кислорода и т.п., или задать выброс нефтепродуктов в море и смоделировать его дрейф и распространение морскими течениями по поверхности и акватории моря (в прибрежных зонах).

Это позволит моделировать чрезвычайные ситуации и их последствия и своевременно, заблаговременно принимать меры защиты населения, флоры, фауны и объектов жизнеобеспечения от подобных угроз.

Подобные системы возможно использовать для мониторинга и прогнозирования следующих видов: демографического (изменения численности и состава населения территорий), популяционного (определенных видов как флоры, так и фауны), географического (моделирования и прогнозирования развития географических изменений – разлива рек или их высыхания, затопления прибрежных территорий, изменения морских и океанских течений, опустынивания или заболачивания местности), геологических (оползни

и подвижки почв), экологических (климатические изменения и связанные с ними последействия), ландшафтных (подвижки почв, изменение рельефа местности, площади лесов) и т.п.

Из перечисленного видно, что в принципе невозможно рассматривать какой-то один объект изолированно, так как многие аспекты взаимосвязаны и пересекаются (например, изменение демографии населения создает антропогенный фактор, который влияет на все аспекты территории, или геологический и ландшафтный аспекты всегда тесно связаны как друг с другом, так и с экологическим аспектом).

Системное моделирование территории со всеми возможными аспектами позволяет приблизиться к пониманию происходящих процессов и получать более или менее достоверные результаты прогнозирования как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе.

4. Модуль принятия решений.

Описание: осуществляет поддержку принятия решений по улучшению прогнозируемой неблагоприятной ситуации (в том числе чрезвычайной) и предотвращению возможных негативных последствий, наносящих вред окружающей среде, ущерб инфраструктуре и объектам жизнеобеспечения (в том числе и объектам повышенного риска – таким как АЭС, ГЭС, ТЭЦ, химическим комбинатам и полигонам, военным объектам) и угрозу жизни и здоровью населения, находящегося в зоне риска.

Определяет безопасные маршруты эвакуации населения и рассчитывает время, необходимое на его эвакуацию, исходя из имеющихся средств эвакуации и задействованного количества людей, определяя заблаговременно время начала эвакуации с учетом необходимого запаса времени для ее проведения.

Результаты работы модуля отображаются графически (на картах территорий – моделирования улучшенной ситуации, результатов негативных последствий, маршрутов эвакуации населения) и в текстовом формате (файл отчета, сценарий развития событий, сценарий эвакуации, список негативных последствий, данные о необходимом времени начала эвакуации населения и его продолжительности, исходя из имеющихся технических средств и количества привлекаемых к операции человек, а также расчет необходимого для операции эвакуации количества технических средств и людей (как специализированного персонала, так и добровольцев из числа населения), исходя из сроков начала операции и ее продолжительности)).

5. Модуль искусственного интеллекта.

Описание: анализируя результаты работы модуля прогнозирования и моделирования и модуля принятия решений, помогает ответственному лицу управлять территоририей и проводить операции по эвакуации населения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Способен выполнять функции диспетчера и координировать работу спасательных групп.

Для Чувашской Республики подобную систему можно применить как для мониторинга и управления территорией в целом, во всех его аспектах, так и в определенных узконаправленных, которые определяются региональной спецификой. К таковым относятся:

1) моделирование и прогнозирование загрязнения бассейна Волги и других рек и водоемов (служащих источниками питьевой воды и воды для бытовых и сельскохозяйственных нужд – полива, питья для скота и птицы) свинцом и химическими соединениями, а также различными бытовыми отходами (среди которых большую долю начинает занимать пластик);

2) моделирование и прогнозирование загрязнения территории твердыми бытовыми отходами (санкционированные и несанкционированные свалки);

3) картирование уровня шума вдоль дорог в городах и в деревнях и сельских поселениях (расположенных вблизи крупных автомобильных магистралей);

4) мониторинг и управление особо охраняемыми природными территориями (экологическая обстановка, популяций биологических видов животных, птиц и насекомых, изменение флоры и состава почв, влияние антропогенного и климатического воздействия);

5) мониторинг загрязнения свинцом и диоксидом серы территорий вдоль автомагистралей, дорог и сельскохозяйственных землях;

6) мониторинг загрязнения почв вследствие применения удобрений и химикатов (пестицидов и инсектицидов) и моделирование круговорота этих веществ в экосистеме;

7) картирование электромагнитного загрязнения окружающей среды;

8) прогнозирование паводковых ситуаций, лесных пожаров и связанного с ним задымления, химического загрязнения вследствие утечки и выброса токсических веществ с действующих промышленных предприятий, моделирование их последствий, расчет маршрутов и сценария эвакуации.

Результаты исследования и их обсуждение

Подобные системы регионального уровня должны объединяться в общую федеральную сеть и обмениваться данными (в особенности в соседних регионах).

Развертывание подобных систем требует значительных средств, так как для этого требуется:

1) закупка и установка необходимого оборудования для мониторинга (специальные средства – видеокамеры и дымоуловители для фиксации очагов возгорания и задымления, не менее 4–5 на 1 км^2 леса; радио-маячки для отслеживания перемещения особо охраняемых диких животных, например, рыси – отлов и временное усыпление с целью закрепления на животном подобного радио-маячка обходится в сумму не менее 10 тыс. руб.; сенсорные химические датчики для установки вдоль автомагистралей для определения уровня выброса диоксида серы; шумоуловители для определения уровня шума вдоль дорог и автомагистралей, датчики Холла для измерения электромагнитного излучения – один подобный датчик стоит до 500 тыс. руб.; магнитрометры для стационарной установки с теми же целями; специальный сервер для установки системы);

2) регулярное измерение проб воды и почвы (так как это нецелесообразно или

невозможно сделать с помощью датчиков) не реже чем раз в полгода во всех контрольных геолокационных точках мониторинга;

3) специально подготовленный персонал для обслуживания системы и измерительных приборов (замена вышедших из строя приборов или их ремонт) и обеспечения их безопасности.

4) налаживание системы экопатрулей и содержание для этого специально обученного персонала и транспортных средств;

5) покупка специального выделенного канала сотовой связи для непрерывной передачи видео-, аудио- и цифровых показателей с видеокамер и других измерительных приборов.

Эти затраты можно минимизировать, если часть нагрузки по мониторингу ситуации и сбору информации перенести на дроны, которые могут быть использованы для мониторинга пожарной ситуации на лесных территориях (отпадает необходимость использования большого количества видеокамер и дымоуловителей – один такой летательный аппарат может контролировать до 50 км^2 в день, т.е. на 50 км^2 будет требоваться всего лишь несколько видеокамер и дымоуловителей, установленных на аппарате) и на особо охраняемых природных территориях для отслеживания перемещения редких видов животных и предупреждения браконьерства. Их нецелесообразно использовать в городах и населенных пунктах (ввиду невозможности обеспечения их безопасности и сохранности на низкой высоте, именно такая высота полета необходима для сбора информации по мониторингу экологической ситуации вдоль дорог и автомагистралей), однако возможно для сбора информации об электромагнитном загрязнении окружающей среды базовыми станциями сотовой связи, излучением со спутников и ретрансляционных антенн.

Выводы

Исследованы основные функции модулей системы, которые осуществляют графическое отображение территорий в виде карт различной специфики и уровня детализации с возможностью масштабирования, позволяют редактировать существующие карты и создавать новые, так как каждая карта территории является специализированной, т.е. имеет свою специфику и, как следствие, свой набор стандартных, присущих ей объектов, и моделировать различные изменения (популяционные, географические, экологические), которые могут происходить с объектами и параметрами (макро- и микро-), территориальными гео- и экосистемами при изменениях в других параметрах и объектах, осуществляют поддержку принятия решений по улучшению прогнозируемой неблагоприятной ситуации (в том числе чрезвычайной) и предотвращению возможных негативных последствий, помогают ответственному лицу управлять территоририей и проводить операции по эвакуации населения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Список литературы

1. Рыжков О.В. Геоинформационные системы и особо охраняемые природные территории // Методическое пособие к семинару (г. Елизово, 16–21 апреля 2007 г.). Тула: Гриф и К°, 2007. 240 с.

2. Федеральный закон «Об особо охраняемых природных территориях» от 26.07.2019 № 253-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/ cons_doc_LAW_329985/ (дата обращения: 03.03.2020).

3. ООПТ России. ГИС. [Электронный ресурс]. URL: https://oopt.info/gis/database.html (дата обращения: 03.03.2020).

4. Тихонова А.С., Савватеева О.А. ГИС и особо охраняемые природные территории // Материалы VIII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» – 2016. [Электронный ресурс]. URL: http://scienceforum.ru/2016/ article/2016022759»>http://scienceforum.ru/2016/article/2016022759 pdf (дата обращения: 03.03.2020).

5. Желтов П.В., Кузнецова Н.А. J-сети как инструментарий для моделирования многоагентных систем // Вестник Чувашского университета. 2011. № 3. С. 132–136.

УДК 621.745.3:66.041.34:665.6

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ МНОГОКАМЕРНОЙ ТРУБЧАТОЙ ПЕЧИ С ЦЕЛЬЮ ЛИКВИДАЦИИ ЗОН ПЕРЕГРЕВА И КОКСООБРАЗОВАНИЯ

[1]Иваненко А.Ю., [1]Яблокова М.А., [1]Пономаренко Е.А., [2]Грабская Н.В.

[1]ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технический университет (технологический институт)», Санкт-Петербург, e-mail: marina.yablokova@gmail.com;

[2]ООО «Газпром переработка», Санкт-Петербург, e-mail: Gpp@gpp.gazprom.ru

Рассмотрена задача модернизации многокамерной трубчатой печи установки гидроочистки прямогонного бензина с целью снижения вероятности прогара труб змеевиков из-за перегрева и коксообразования. Предварительный поиск наиболее вероятных зон перегрева был осуществлен ранее путем проведения численного эксперимента с использованием программного комплекса Flow Vision. Для снижения коксообразования и, соответственно, повышения надежности работы печи необходимо обеспечить равномерность полей температур, скоростей и интенсивностей перемешивания в межтрубном пространстве радиационных камер печи. С целью устранения застойных зон рекомендуется изменить конфигурацию газового канала радиантных камер, создав в зоне горелок участок расширения газохода, а в зоне выхода – участок сужения. Подобную конфигурацию можно обеспечить, например, заложив огнеупорным кирпичом углы радиантных камер. Крайние (наиболее удаленные от горелок) 3–4 витка змеевиков при этом необходимо выполнить более компактными, расположив вертикальные ветви труб ближе друг к другу. Кроме того, для выравнивания полей скоростей в камере рекомендуется установить отбойную перегородку напротив горелок. Место установки отбойной перегородки – в конце участка расширения, ее длина – 0,3–0,4 от ширины камеры. Результаты численного моделирования радиантной камеры с измененной геометрией газового канала показали существенное выравнивание полей скоростей и температур по объему, значительное снижение максимальных значений температуры на крайних змеевиках, что существенно снижает вероятность отказа печи из-за прогара труб.

Ключевые слова: многокамерная трубчатая печь, перегрев металла, коксообразование, численный эксперимент, выравнивание полей скоростей и температур конструктивными методами, модернизация конструкции

RECOMMENDATIONS FOR UPGRADING A MULTI-CHAMBER TUBE FURNACE TO ELIMINATE OVERHEATING AND COKING ZONES

[1]Ivanenko A.Yu., [1]Yablokova M.A., [1]Ponomarenko E.A., [2]Grabskaya N.V.

[1]St. Petersburg State Institute of Technology (Technical University), St. Petersburg, e-mail: marina.yablokova@gmail.com;

[2]Gasprom pererabotka, OOO, Saint-Petersburg, e-mail: Gpp@gpp.gazprom.ru

The problem of modernization of a multi-chamber tube furnace of a straight-run gasoline hydrotreating unit is considered in order to reduce the probability of burnout of coil pipes due to overheating and coke formation. A preliminary search for the most likely overheating zones was carried out earlier by conducting a numerical experiment using the Flow Vision software package. To reduce coke formation and, consequently, increase the reliability of the furnace, it is necessary to ensure uniformity of the temperature fields, speeds and mixing intensities in the inter-tube space of the furnace's radiation chambers. To eliminate stagnant zones it is recommended to change the configuration of the radiant cameras gas channel, creating in the zone of burners the extension portion of the duct, and in the area of the constriction. Such a configuration can be provided, for example, by laying a fire brick on the corners of the radiant chambers. The extreme (most distant from the burners) 3-4 items of coils should be made more compact, placing the vertical branches of the pipes closer to each other. In addition, to align the velocity fields in the chamber, it is recommended to install a breakout partition in front of the burners. The place of installation of the breakout partition is at the end of the extension section, its length is 0.3-0.4 of the width of the chamber. The results of numerical simulation of a radiant chamber with a modified gas channel geometry showed a significant alignment of the velocity and temperature fields by volume, a significant decrease in the maximum temperature values at the extreme coils, which significantly reduces the probability of furnace failure due to pipe burnout.

Keywords: multi-chamber tube furnace, metal overheating, coke formation, numerical experiment, alignment of velocity and temperature fields by structural methods, design modernization

На Атырауском нефтеперерабатывающем заводе при решении проблемы увеличения межремонтного пробега установки гидроочистки прямогонного бензина [1, 2] возникла задача модернизации многозональной коробчатой печи, которая служит для нагревания промежуточных продуктов до температуры реакции.

Подлежащая реконструкции многокамерная коробчатая печь была подробно описана нами ранее [3, рис. 1]. Радиационно-конвективная часть печи состоит из камеры конвекции и пяти камер радиации, в каждой из которых установлено по шесть топливных форсунок. Теплообменная поверхность печи представляет собой систему трубчатых

змеевиков, выполненных в виде вертикальных петель, по которым движется нагреваемая жидкость. Змеевики трубчатых печей работают в тяжелых условиях постоянного воздействия высоких температур и внутренних давлений. Основной причиной прогара труб является перегрев металла в местах коксовых отложений. Высокая температура поверхности трубопровода вызывает термическое разложение прилегающих к ней слоев жидкости с образованием кокса, отлагающегося на внутренней поверхности трубы. Интенсивность коксообразования зависит от температурного режима работы и от скорости движения продукта по трубам [4–6]. Чем выше температура и меньше скорость потока, тем интенсивнее коксообразование и выше вероятность прогара.

Ранее [3] была разработана математическая модель гидродинамики и теплопереноса в рассматриваемой печи, которая позволила рассчитать поля скоростей и температур в радиантных камерах и камере конвекции. В результате численного эксперимента с использованием программного комплекса Flow Vision [3] было установлено, что течение газов в радиантных камерах является крайне неравномерным. В центральной области образуется несколько вихревых зон, при этом факел раскаленных газов проходит по центральной части камеры и растекается по противоположной стенке. Это приводит к возникновению возвратного течения между вертикальной стенкой камеры и трубами змеевика. В результате вблизи труб, расположенных ближе к горелкам, формируется ярко выраженная застойная зона, простирающаяся до середины камеры. Скорости газа в застойной зоне чрезвычайно малы – менее 0,05 м/с.

Численный эксперимент [3] показал, что распределение температур в радиантных камерах также отличается большой неравномерностью. Наихудшие условия наблюдаются на вертикальных участках змеевиковых труб. Расчетные значения максимальных температур наружных стенок змеевиковых труб достигали 645 °С, минимальные значения составляли 514 °С. Результаты численного эксперимента отчетливо продемонстрировали, что в области расположения крайних труб температура в камере намного превышает среднюю. Возможен перегрев крайних труб, который может вызвать повышенное коксообразование на их стенках со всеми вытекающими негативными последствиями – прогаром и разрушением.

Цель исследования: выработка научно обоснованных предложений по модернизации газового тракта печи с целью снижения перегрева труб и уменьшения опасности коксообразования. Необходимо было на основании сведений о выявленных ранее [3] застойных зонах, а также зонах перегрева труб змеевиков наметить пути реконструкции исследуемой печи с целью увеличения межремонтного пробега.

Предложения по модернизации газового тракта печи с целью снижения перегрева труб и уменьшения опасности коксообразования

Для снижения коксообразования и, соответственно, повышения надежности работы печи необходимо обеспечить равномерность полей температур, скоростей и интенсивностей перемешивания в межтрубном пространстве радиационных камер печи. С целью устранения застойных зон рекомендуется изменить конфигурацию газового канала камеры, создав в зоне горелок участок расширения газохода, а в зоне выхода – участок сужения. Подобную конфигурацию канала можно обеспечить, например, заложив огнеупорным кирпичом углы радиантных камер под 45^0 к стенке (рис. 1). Крайние (наиболее удаленные от горелок) 3–4 витка змеевиков при этом необходимо выполнить более компактными, расположив вертикальные ветви труб ближе друг к другу.

Кроме того, для выравнивания полей скоростей в камере рекомендуется установить напротив горелок отбойную перегородку. Место установки отбойной перегородки – в конце участка расширения; длина перегородки – 0,3–0,4 от ширины камеры (рис. 2).

С целью проверки предлагаемого решения был проведен численный эксперимент с использованием математической модели, описанной в статье [3], но с геометрией печи, измененной по варианту 1 (рис. 1) и по варианту 2 (рис. 2), то есть без отражательной перегородки и с установленной отражательной перегородкой.

Целью численных экспериментов является определение:

– максимальных температур на наружной стороне труб;

– неравномерности нагрева наружных стенок труб в радиантной камере коробчатой печи.

На рис. 3 и 5 показаны поля скоростей и температур для варианта 1, на рис. 4 и 6 – для варианта 2.

Анализ результатов численного эксперимента по исследованию предлагаемых вариантов модернизации радиантной камеры

Анализ результатов численного моделирования радиантной камеры с измененной

геометрией газового канала по двум рассмотренным вариантам позволил сделать следующие выводы.

Устранение резких переходов в канале камеры путем создания участков плавного расширения и сужения существенно уменьшает неравномерность газораспределения по сечению камеры (рис. 2) – зоны вихревой крутки по сравнению с базовым вариантом [3] существенно уменьшены. Хотя и в этом случае присутствуют застойные зоны с малыми скоростями газа (рис. 3), их влияние на распределение температур (рис. 5) заметно меньше. Возможно, это объясняется большей интенсивностью перемешивания в газовой фазе.

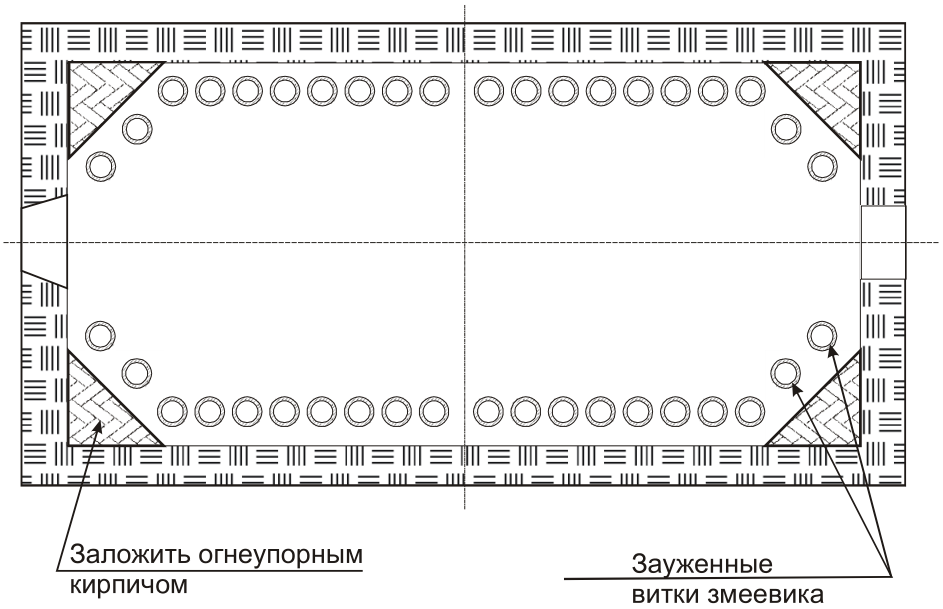


Рис. 1. Модернизированная камера трубчатой печи, вариант 1 (вид сверху)

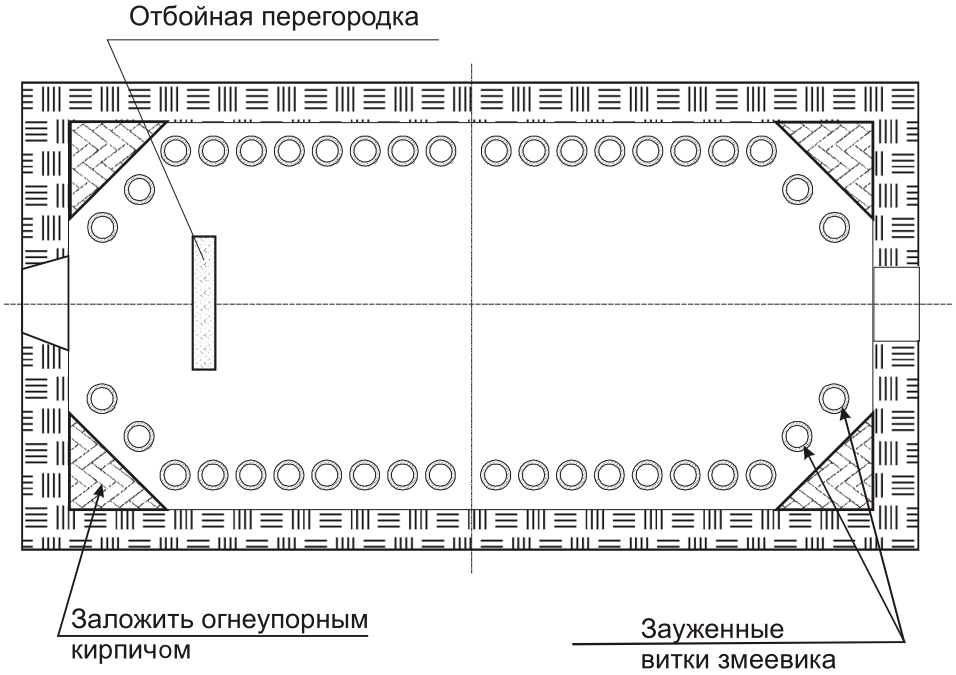


Рис. 2. Модернизированная камера трубчатой печи, вариант 2 (вид сверху)

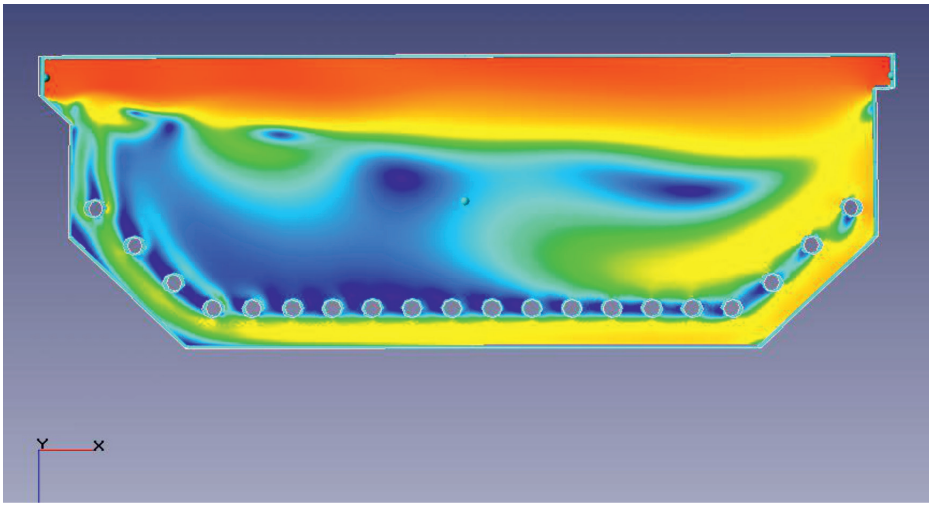


Рис. 3. Поле скоростей в горизонтальном сечении камеры (вариант № 1)

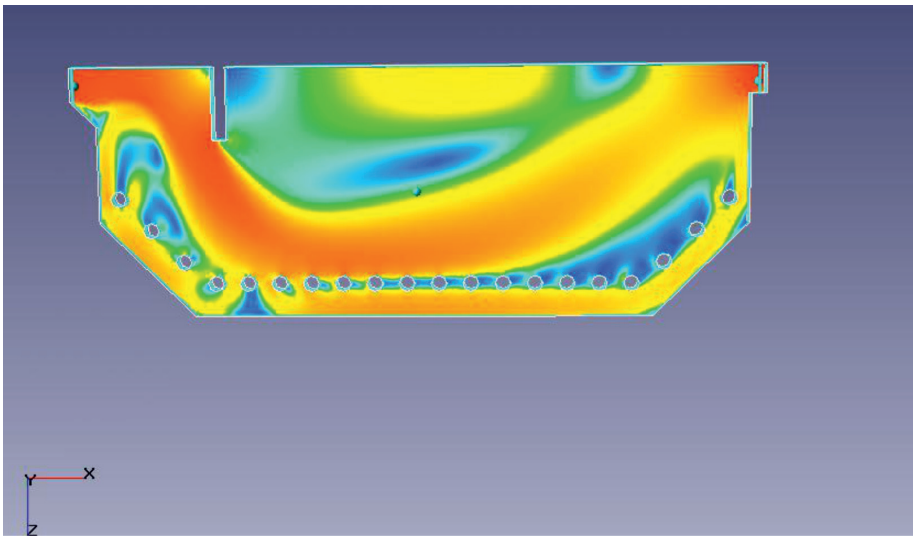


Рис. 4. Поле скоростей в горизонтальном сечении камеры (вариант № 2)

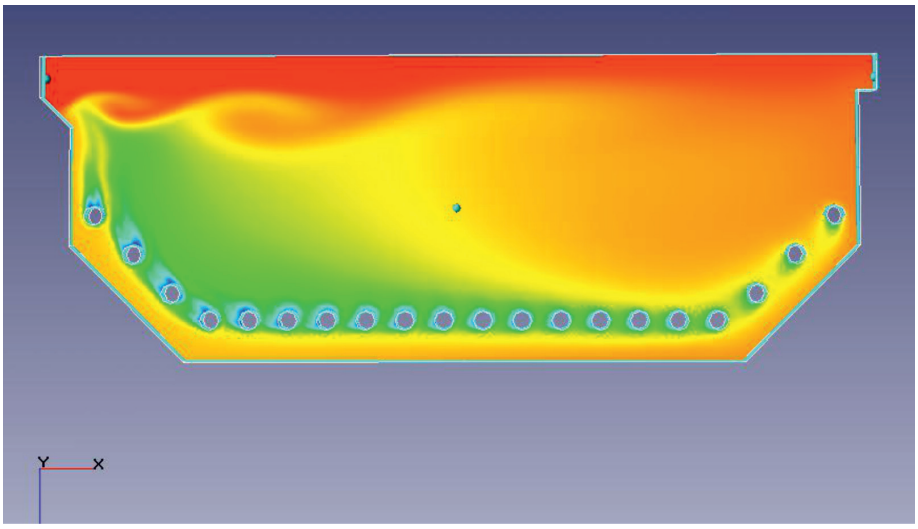


Рис. 5. Поле температур в горизонтальном сечении камеры (вариант № 1)

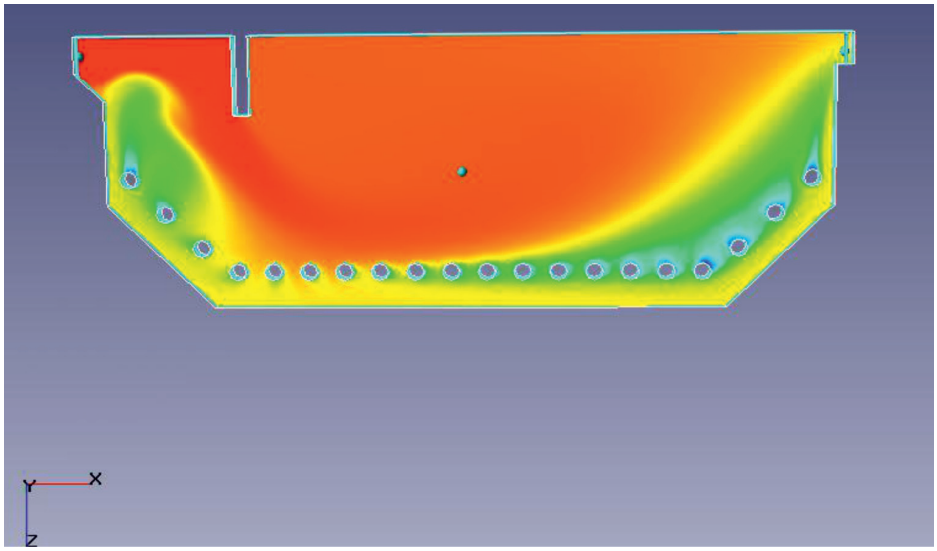


Рис. 6. Поле температур в горизонтальном сечении камеры (вариант № 2)

Значения максимальных и минимальных температур на стенках труб

	T max, °C	T min, °C
Базовый вариант конструкции печи [3, рис. 1]	645 °C – труба № 20	514 °C – трубы № 2–4
Вариант № 1 (рис. 1)	623 °C – труба № 20	522 °C – трубы № 1–3
Вариант № 2 (рис. 2)	615 °C – труба № 20	542 °C – трубы № 1, 17

Примечание. *Нумерация труб – от горелок слева направо.

Установка отражательной перегородки поперек сечения камеры позволяет управлять течением газа гораздо в большей степени (рис. 4). Так, изменив направление газовой струи вдоль ряда змеевиковых труб, удается существенно увеличить турбулизацию потока, что приводит к увеличению коэффициентов теплопереноса. Это, с одной стороны, уменьшает вероятность отложений углерода на наружной поверхности труб. С другой стороны, повышение интенсивности перемешивания в газовой фазе способствует выравниванию поля температур (рис. 6), что снижает возможный перегрев труб змеевика и, соответственно, вероятность коксования.

Ожидаемые значения максимальных и минимальных температур на стенках труб приведены в таблице.

Заключение

По результатам математического моделирования и численного эксперимента, выполненного для различных вариантов геометрии радиантных камер, рекомендуется модернизация печи по варианту 2 с заделкой углов огнеупорным кирпичом и установкой отражательных перегородок напротив горелок.

Работа выполнена при поддержке госзадания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (785.00.X6019).

Список литературы

1. Казахстанские НПЗ перейдут на 3-летний межремонтный интервал // Портал Neftegaz.RU. 2017. 11 мая [Электронный ресурс]. URL: https://neftegaz.ru/news/neftechim/210380-kazakhstanskie-npz-pereydut-na-3-letniy-mezhremontnyy-interval (дата обращения: 12.02.2020).

2. В 3 руки. На Атырауском НПЗ дан старт пусковым работам на Комплексе глубокой переработки нефти // Портал Neftegaz.RU. 2017. 15 декабря [Электронный ресурс]. URL: https://neftegaz.ru/news/neftechim/204650-v-3-ruki-na-atyrauskom-npz-dan-start-puskovym-rabotam-na-kompleksе-glubokoy-pererabotki-nefti/ (дата обращения: 12.02.2020).

3. Иваненко А.Ю., Яблокова М.А., Пономаренко Е.А., Грабская Н.В. Математическое моделирование многокамерной печи установки гидроочистки бензина с целью определения зон перегрева и коксообразования // Современные наукоёмкие технологии. 2020. № 2. С. 12–19.

4. Халиков Р.А., Хазиахметов М.Ф., Оськин Ю.В. Дефекты трубчатых змеевиков печей нефтеперерабатывающих и нефтехимических установок // Химическая техника. 2015. № 9. С. 19–24.

5. Образцова Е.И. Оптимальное конструирование змеевика трубчатой печи при промежуточном отборе паровой фаз: автореф. дис. … канд. техн. наук. Уфа, 2004. 23 с.

6. Садилов А.И., Лосев Д.А., Селезнева А.А., Чепкасова О.А. Анализ характерных дефектов печей нагрева нефти по результатам технического диагностирования // Молодой ученый. 2015. № 22. С. 181–182. [Электронный ресурс]. URL https://moluch.ru/archive/102/23308/ (дата обращения: 12.02.2020).

УДК 004.942:001.51

МОДЕЛИРОВАНИЕ УЧАСТКА ПУПИЛЛОГРАММЫ, ИДЕНТИФИЦИРУЕМОГО КАК «УРОВЕНЬ УЗНАВАНИЯ»

Исаева О.Л., Бороненко М.П.

ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», Ханты-Мансийск, e-mail: isaevaoksana15@mail.ru, MarinaB7@yandex.ru

Развитие искусственного интеллекта зависит от глубины раскрытия, формализации и точности моделирования процессов, заложенных в основу функционирования искусственного интеллекта. Опыт практического применения профайлинга в деятельности служб безопасности и правоохранительных органов ряда стран позволяет расценивать данную технологию как надежный метод идентификации потенциально опасных лиц. Однако существующие интеллектуальные системы безопасности, распознающие эмоции человека, имеют некоторую степень уязвимости из-за умения людей фальсифицировать эмоции. Существующие проблемы можно уменьшить, если научить искусственный интеллект правильно интерпретировать зрачковую реакцию человека на внешний раздражитель. При этом основные проблемы данного подхода – это отсутствие методологической и алгоритмической базы для дистанционной, не лабораторной диагностики зрачковых реакций глаза. В основу исследований положена зависимость размеров зрачков от испытываемых человеком эмоций. Проведенные нами исследования позволили идентифицировать на пупиллограммах участки «узнавания» или «достижения цели». Найдена нижняя граница относительного изменения размеров зрачков, названного «уровнем узнавания». Методом подгонки кривой по экспериментальным данным построена математическая модель пупиллограмм, соответствующих «уровню узнавания». Создание моделей эмоционального состояния человека может внести вклад в развитие систем безопасности, применяющих искусственный интеллект.

Ключевые слова: зрачковая реакция, пупиллограмма, искусственный интеллект, системы безопасности, моделирование, эмоции

MODELING A PART OF A PUPILLOGRAM IDENTIFIED AS A «LEVEL OF RECOGNITION»

Isaeva O.L., Boronenko M.P.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ygra State University», Khanty-Mansiysk, e-mail: isaevaoksana15@mail.ru, MarinaB7@yandex.ru

The development of artificial intelligence depends on the depth of disclosure, formalization and accuracy of modeling processes laid down in the basis of the functioning of artificial intelligence. The experience of practical application of profiling in the activities of security services and law enforcement agencies in several countries allows us to regard this technology as a reliable method for identifying potentially dangerous individuals. However, existing intelligent security systems that recognize human emotions have some degree of vulnerability due to people's ability to fake emotions. Existing problems can be reduced if artificial intelligence is taught to correctly interpret the pupillary reaction of a person to an external stimulus. Moreover, the main problems of this approach are the lack of a methodological and algorithmic base for remote, non-laboratory diagnosis of pupillary eye reactions. The research is based on the dependence of the size of the pupils on the emotions experienced by a person. Our studies have allowed us to identify areas of «recognition» or «goal achievement» on pupillograms. The lower boundary of the relative change in the size of the pupils, called the «level of recognition», is found. A mathematical model of pupillograms corresponding to the «recognition level» is constructed by fitting the curve to experimental data. Creating models of a person's emotional state can contribute to the development of security systems using artificial intelligence.

Keywords: pupillary reaction, pupillogram, artificial intelligence, security systems, modeling, emotions

Сегодня практически все экономически развитые страны занимаются разработками, связанными с искусственным интеллектом. Применение искусственного интеллекта широко. Внедрение искусственного интеллекта в медицину помогает врачам установить точный диагноз, лечить пациентов, справляться с тяжелыми заболеваниями и проводить сложнейшие операции [1]. Системы распознавания усталости человека, которыми оснащаются некоторые современные автомобили, помогают в ряде случаев избежать аварий, вызванных невнимательностью, сонливостью или плохим самочувствием водителя [2]. В интеллектуальную транспортную систему городов вовлечены «умные» светофоры, которые в автоматическом режиме распределяют потоки и предотвращают многие аварийные ситуации [3]. Системы распознавания лиц и мимики широко используется в различных сферах деятельности человека, например в криминалистике, психологии, нейрофизиологии и др. [4]. Среди важных задач охранных систем можно выделить обнаружение людей, проявляющих эмоции, характерные для нарушителей правопорядка, психически больных, террористов [5]. Несмотря на усилия ученых всего мира нерешенными остаются базовые проблемы: поиск в про-

странстве решений, представление знаний и машинное обучение. Для совершенствования искусственного интеллекта необходимо раскрытие, формализация и моделирование процессов, которые искусственный интеллект должен распознавать или имитировать. Цель исследования – создание моделей эмоционального состояния человека, которые будут применяться в системах безопасности, применяющих искусственный интеллект.

В настоящее время практическое применение получили динамические биометрические системы анализа голоса, рукописного и клавиатурного почерков. Главным достоинством этих систем является низкая стоимость, обусловленная их реализацией преимущественно программными средствами. Недостатком динамической биометрии является точность идентификации и влияние на ее результат психофизического состояния личности (испуг, стресс, психотропные препараты и т.п.). Наиболее точными являются системы биометрической идентификации, использующие в качестве биометрики ДНК, рисунок радужной оболочки и сетчатки глаза. Однако данные системы являются дорогостоящими и не всегда могут быть использованы в охранных системах.

Xuhui Zhou представляет систему идентификации человека на расстоянии (DHID) – это система наблюдения в режиме реального времени, предназначенная для получения биометрических изображений людей на расстоянии. Система может обнаруживать и отслеживать движущихся людей на расстояниях до 50 м, в пределах поля зрения 60° [6]. Однако недостаточно использование только дистанционной идентификации человека, необходимо применение комплексного подхода. Arnold Wiliem представляет метод распознавания лиц с использованием моментов Зернике для основной цели обнаружения лиц в камерах наблюдения. Моменты Зернике инвариантны к вращению и масштабу, и эти свойства делают их подходящей функцией для автоматического распознавания лица. Требуется меньшее количество измерений, скорость распознавания выше, обработка выполняется быстрее и требуется меньше памяти. Предлагаемый подход распознавания лиц включает в себя устойчивость к поворотам, шкале, позе и дисперсии освещения [7].

А.М. Ахметвалеев на основании интеллектуального анализа определяет, находится ли данный человек в состоянии, в котором может совершить преступление. Совершение преступлений почти всегда сопряжено с высокими физическими и психологическими нагрузками. Поэтому преступники часто используют алкоголь, наркотические или психотропные вещества. Одним из внешних признаков психостимуляции и опьянения является слабая реакция глазных зрачков на свет [8]. Основными проблемами в данном подходе являются отсутствие методологической и алгоритмической базы для дистанционной диагностики зрачковых реакций глаза, а также невысокая детализация видеоизображения в системах видеонаблюдения. В.А. Минкин, первоначально установив экспериментальные зависимости между отдельными алгоритмами расчета движений головы человека и эмоциональным состоянием, определил, что технология виброизображения позволила систематизировать результаты и предложить единую энергетическую модель эмоций и общую формулу расчета эмоционального состояния. Наличие многих психофизиологических факторов, которые влияют на процесс движения головы, повышает информативность анализируемого движения. Однако сложность движения и сложность распознавания психофизиологических процессов, вызывающих движение головы, требует проведения широкомасштабных экспериментов и набора значительного объема статистических данных для определения формул расчета отдельных эмоциональных состояний [9].

Таким образом, для совершенствования существующих интеллектуальных систем безопасности, распознающих эмоции, необходимо описать общие, но достаточно конкретные алгоритмы всех эмоций. Наша работа посвящена моделированию зрачковой реакции на внешний раздражитель. В качестве раздражителей используются изображения выбранной тематики.

Материалы и методы исследования

В основу исследований положена зависимость размеров зрачков от испытываемых эмоций. Известно, что для каждого человека существуют темы, вызывающие сверхвысокие эмоциональные отклики. Информация, которая касается их, является значимо важной для человека и вызывает непроизвольное внимание в случае появления в поле восприятия индивида. Если предположить, что подобную информацию может содержать тест-объект, то реакция зрачков на такой тест-объект пропорциональна интенсивности испытываемых при этом эмоций. Таким образом, количественной оценкой эмоции может стать относительное изменение размеров зрачков.

Перед проведением экспериментов были определены и максимально возможно стабилизированы условия, которые могут оказывать незапланированное воздействие на размер зрачка (освещенность, изменение координат центра внимания и т.п.) [10]. Для правильной интерпретации получаемых результатов необходимо установить интервал изменений размеров зрачков, в пределах которого можно считать, что эмоция отсутствует. Вторая задача – это выбор под-

ходящей математической модели. Для исследований разработан шлем [10], с помощью которого создается жесткая координатная связь с видеокамерой. Благодаря этому избегаем увеличения ошибки измерения размеров зрачков. В своих исследованиях мы применяли R-методологию: изучали изменчивость размеров зрачков под влиянием внешнего раздражителя. В качестве раздражителя (тест-объекта) использовались изображения выбранной тематической направленности. Один из пунктов калибровки оптоэлектронной системы – это установка интервала изменений размеров зрачков, в пределах которого можно считать, что эмоция отсутствует. Согласно [11], минимальный объем выборки при изучении взаимосвязи между какими-либо свойствами должен быть не меньше 30–35 человек. Для сравнения нескольких выборок необходимо, чтобы их общая численность составила не менее 50 человек. Проводилось несколько серий экспериментов, и набор статистики продолжается. Для исследований были приглашены студены разных возрастных групп: 17–22 (очного) и 23–40 (заочного) отделений. Группы включали людей разных национальностей, темпераментов и др. Все приглашенные дали согласие на проводимые исследования. Анализ снятых видеофайлов осуществляли в программе FiJi. Из полученных данных удаляли моменты моргания. Для данной системы регистрации пупиллограмм: Angular distance between points 1–3 is 5°43'29". Калибровка системы осуществлялась по стандартным изображениям сетки и слайдов с точками. Диаметр круглых черных точек 7 мм. Точка 1 расположена в середине слайда, точка 2 в правом нижнем углу. Методом сопоставления изображений, трека центра внимания и пупиллограмм можно заметить следующее: при смещении центра внимания из одной точки в другую (саккады) происходит изменение размеров зрачка, как и должно быть. Однако амплитуда пупиллограммы при этом меньше, чем в случае отсутствия саккад, т.е. при плавном, минимальном смещении взгляда (рис. 1, а–д).

Если бы при этом испытуемые рассматривали эмоционально окрашенные тест-объекты, то можно было бы предположить возникновение ответных эмоций. Но на мониторе демонстрировались простые точки. У испытуемых было задание увидеть точку и смотреть на нее. На каждом слайде была одна точка. Опрос испытуемых показал отсутствие эмоций в ходе и после эксперимента (наблюдение точек). Возможное объяснение данного эффекта кроется во влиянии умственного напряжения на величину зрачков. При выполнении визуального поиска и в момент обнаружения цели диаметр зрачков меняется. Таким образом, исходя из полученных данных, нижним граничным значением «уровня узнавания» можно считать $0{,}3S_{med}$.

Данные о площади зрачков нормировались к медианному значению зрачков каждого испытуемого. Как известно, на медиану величина каждого отдельного значения не влияет. Величина среднего значения, в отличие от медианы, чувствительна к выбросам. Поэтому для нормировки использовали медианное значение. Для характеристики изменчивости мы использовали стандартное отклонение, а не дисперсию. Это связано с тем, что стандартное отклонение выражает изменчивость в исходных единицах измерения признака. Проверим следующую гипотезу. Среднестатистический размер зрачка здорового человека, не испытывающего эмоциональный всплеск при рассматривании изображений, не несущих полезной информации, не превышает стандартное отклонение = $0{,}3\ S_{med}$, где S_{med} есть медианное значение измерений площади зрачков. Для статистического анализа полученных результатов был выбран Одновыборочный Т-тест (Т-критерий).

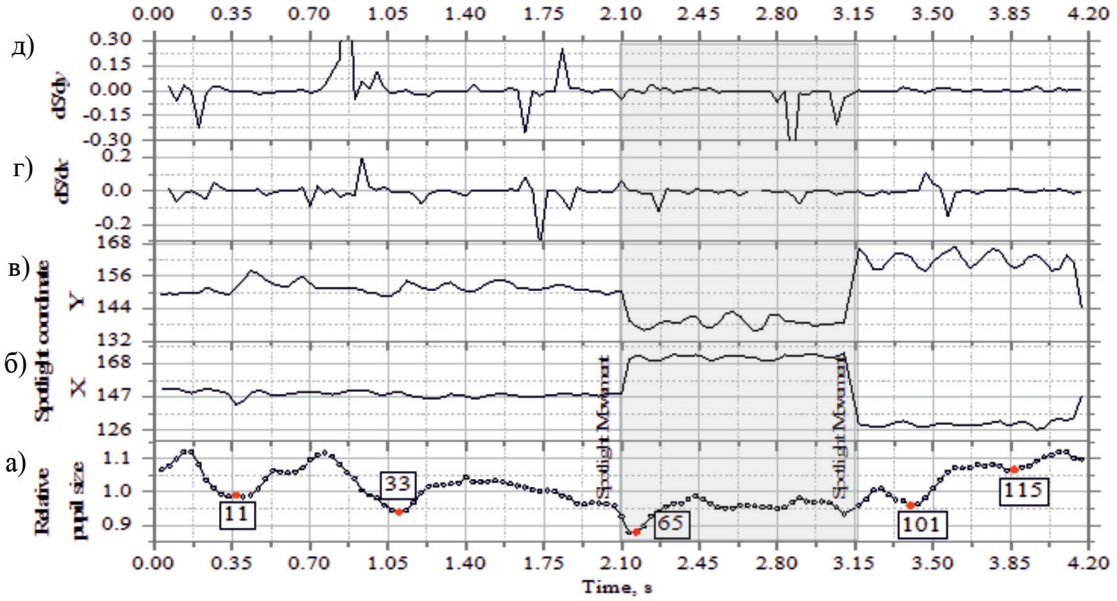


Рис. 1. а) Пупиллограмма; Изменение координат центра внимания вдоль осей б) в); Изменения в пространстве размеров зрачков при перемещении центра внимания на единицу длины: г) по направлению X, д) по направлению Y

В соответствии с центральной предельной теоремой при достаточно большом размере выборки распределение статистики теста будет стремиться к распределению Стьюдента, и мы можем применить t-критерий, даже если требование нормальности распределения не выполняется. В нашем случае количество измерений более 100, что превышает рекомендуемое значение 30. Применение теста позволяет проверить гипотезу, что в условиях отсутствия эмоций размеры зрачков не изменяются больше, чем 0,3 S_{med}. Результаты представлены в табл. 1.

Таким образом, можно с достаточной степенью достоверности считать, что присутствие эмоциональной компоненты в пупиллограммах приводит к зрачковой реакции, превышающей 0,3S_{med}. При анализе изображений считается, что «низким» пространственным частотам соответствует основное содержание изображения – фон и крупноразмерные объекты, а «высоким» пространственным частотам – мелкоразмерные объекты, мелкие детали крупных форм и шумовая компонента. Тогда чем на более низкую частоту приходится максимум в спектре, тем сильнее изменялся размер зрачков. Полученные результаты подтверждаются спектральным анализом пупиллограмм (табл. 2).

Результаты исследования и их обсуждение

Вопрос протекания одной эмоции в некоторой степени изучен, как уже упоминалось выше. Имеются математические модели, в основном описывающие реакцию зрачка на свет. Поэтому поиск математической модели, описывающей зрачковую реакцию, обусловленную эмоцией, актуален. В совокупности с базовыми параметрами принято использовать скорость сужения и скорость расширения зрачков. График на рис. 1, а содержит две пупиллограммы (min 33, min 11), форму которых можно считать наиболее приближенными к стандартной, так как имеют одинаковые углы наклона соответствующих линий к оси OX. Поиск математической модели пупиллограммы осуществляли в Origin методом подгонки полиномом, результат представлен на рис. 2.

Несмотря на удачную подгонку, результат слабо характеризует пупиллограмму. Для интерпретации пупиллограммы на языке эмоций, для подгонки кривых нужно применять функции, содержащие экспоненту. Известно, что существующие модели эмоций содержат экспоненту. Пики хорошо аппроксимируются функцией Gaussian [11]. Однако по такой подгоночной кривой возрастает погрешность определения скорости расширения и сужения зрачков. Работе по устранению этих недостатков будет посвящено наше следующее исследование.

Выводы

Для совершенствования систем безопасности, использующих искусственный интеллект и распознавание эмоций, необходимо создание их математических моделей. Проведенные исследования позволили: установить, что среднестатистический размер зрачка здорового человека, не испытывающего эмоциональный всплеск при рассматривании не несущих полезной информации изображений, угловой размер которых не более 5°43'29", не превышает стандартное отклонение = 0,3 S_{med}; обнаружить, что успешное выполнение простого задания (наблюдение точки) приводит к большему изменению размеров зрачков, чем только при смещении центра внимания.

Таблица 1

Т-тест с одним образцом (Mu_0 = 0,3)

One-Sample T-Test	Std Err	N	Difference	Test Statistic	d.f.	p (1-tailed)	H1: Mu < Mu_0?
With emotion	4697650	457	–4697650	–1	456	0.1589	Rejected
Without emotion	306131.6	15679	–684619	–2.2364	15678	0.0127	Accepted

Таблица 2

FFT результат

Frequency	Complex	Real	Imaginary	Magnitude	Amplitude	Phase	Power as MSA	dB
With emotion								
0	1.57	1.57	0	1.57	0.03	0	7.30E–04	–31.37
1.57	0.12 – 0.08i	0.12	–0.08	0.14	0	–31.46	1.25E–05	–46.02
6.27	0.24 + 0.01i	0.24	0.01	0.24	0.01	3.05	3.33E–05	–41.76
10.97	0.12 + 0.07i	0.12	0.07	0.14	0	29.57	1.18E–05	–46.25
Without emotion								
0	0.14	0.14	0	0.14	0.02	0	2.96E–04	–35.28
11.36	0.03	0.03	–0.02	0.03	0.01	–32.91	2.85E–05	–42.45
15.15	0.04	0.04	0	0.04	0.01	0	6.02E–05	–45.22

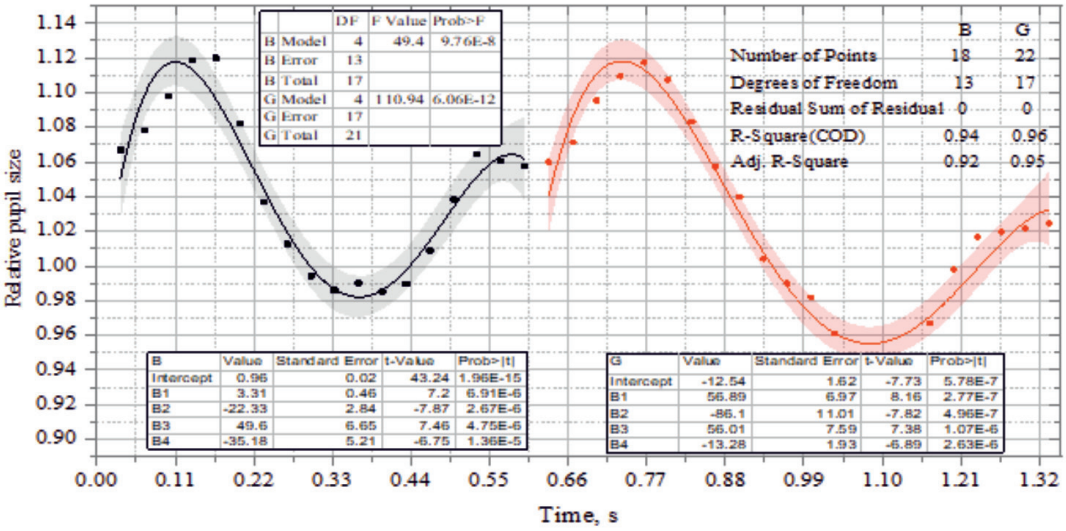


Рис. 2. Выполнение полиномиальной подгонки

При этом эмоции испытуемыми не испытываются или не осознаются. Найденный порог можно назвать «нижним порогом уровня узнавания». Необходима проверка устойчивости значения «порога узнавания» к вариативности размеров равнояркостных тест-объектов, демонстрируемых на больших экранах; показать, что пупиллограммы, описывающие узнавание тест-объекта или достижение человеком поставленной цели хорошо аппроксимируются полиномом четвертой степени, обозначить недостатки этой модели.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 18-47-860018 р_а.

Список литературы

1. Шитова О.Е., Черевкова О.Ю., Колоева Ф.Р. Искусственный интеллект в медицине // Сборник трудов X Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. Редакционная коллегия: А.С. Сигов (председатель), Е.Г. Андрианова, Д.И. Дубровский, В.Г. Редько. 2017. С. 248–253.

2. Саутин М.Г., Гамаюнов П.П. Система распознавания усталости водителя // Актуальные вопросы организации автомобильных перевозок и безопасности движения: сборник материалов Международной научно-практической конференции. 2018. С. 147–151.

3. Малыгин И.Г., Сильников М.В. Применение интеллектуальных систем транспортной безопасности в мегаполисах: проблемы и перспективы // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2014. № 3–4. С. 76–82.

4. Каганов Ю.Т., Мокров А.М., Мокрова Н.В. Адаптация методов искусственного интеллекта для оценки эмоционального состояния человека // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2016. № 33. С. 101–104.

5. Кирпичников А.П., Ляшева С.А., Шлеймович М.П. Обнаружение и сопровождение людей в интеллектуальных детекторах внештатных ситуаций // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 21. С. 351–356.

6. Zhou X., Collins R.T., Kanade T., & Metes. A master-slave system to acquire biometric imagery of humans at distance. First ACM SIGMM international workshop on Video surveillance. 2003. P. 113–120.

7. Wiliem Arnold and Madasu, Vamsi Krishna and Boles, Wageeh W. and Yarlagadda, Prasad K.D.V.: A feature-based face recognition technique using Zernike moments. In Mendis, Priyan and Lai, Joseph and Dawson, Ed and Abbas, Hussein, Eds. Proceedings RNSA Security Technology Conference. 2007. P. 341–355.

8. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С., Шлеймович М.П. К вопросу о бесконтактном определении физиологического состояния человека // ВЕСТНИК НЦБЖД. 2015. № 1 (23). С. 13–21.

9. Минкин В.А., Анисимова Н.Н. Видеоинформация, как основа общей теории эмоций // Труды 17-ой Международной научно-технической конференции «Современное телевидение». 2009. [Электронный ресурс]. URL: https://www.psymaker.com/Bibliography/RU/2009/EmotionTheory.pdf (дата обращения: 12.02.2020).

10. Исаева О.Л., Киселева Е.С., Бороненко М.П. Проблема отслеживания центра внимания оптоэлектронными системами без применения инфракрасной подсветки // Научное обозрение. 2019. № 5. С. 26–30.

11. Boronenko M.P., Zelensky V.I., Kiseleva E.S. Application of attention waves as a marker of hidden intentions. National psychological journal. 2019. № 2 (34). P. 88–98.

УДК 004.946:631.311

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ДИСКОВЫМ КУЛЬТИВАТОРОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ДИСКРЕТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Лысыч М.Н.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, e-mail: miklynea@yandex.ru

Приводится классификация и анализ возможностей применения численных континуальных методов (FEM – метод конечных элементов; CFD – вычислительная гидродинамика) и дискретных методов (DEM – метод дискретных элементов; SPH – гидродинамика сглаженных частиц). Результаты анализа существующих исследований показали, что наибольшей универсальностью и достоверностью обладают дискретные методы. Так, метод дискретных элементов DEM (динамики частиц) позволяет достоверно оценить как силовые, так и качественные характеристики процесса обработки почвы. Для демонстрации возможностей дискретных методов приводятся результаты моделирования рабочего процесса дисковой культиваторной батареи лесного культиватора КЛБ 1,7, полученные с использованием разработанной математической модели и решающей программы. В имитационных исследованиях применен виртуальный почвенный канал размером 5х1,4 м и 3D-модель дисковой культиваторной батареи, созданная в среде САПР SolidWorks. Радиус почвенных частиц принимался равным 18 мм, скорость рабочего органа 1 м/с, а общее время моделирования 5 с. Глубина обработки составляла 10 см при углах атаки α равных 10, 15, 20, 25, 30°. Контроль силовых параметров процесса производился по трем составляющим вектора тягового сопротивления: F_X – продольная, F_Y – боковая и F_Z – вертикальная. Полученные силовые параметры хорошо согласуются с экспериментальными данными и данными классической почвенной механики. Результаты исследований могут быть использованы научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими организациями для разработки и совершенствования конструкций почвообрабатывающих орудий, а также оценки их энергоэффективности.

Ключевые слова: почвообрабатывающие орудия, лесной культиватор, метод дискретных элементов, 3D-САПР, имитационное моделирование, силовые характеристики

RESEARCH OF PROCESS TREATING SOIL BY DISK CULTIVATOR USING THE METHOD OF DISCRETE ELEMENTS

Lysych M.N.

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, e-mail: miklynea@yandex.ru

The classification and analysis of the possibilities of applying numerical continuum methods (FEM – finite element method; CFD – computational fluid dynamics) and discrete methods (DEM – discrete element method; SPH – smoothed particle hydrodynamics) are presented. The results of the analysis of studies have shown that discrete methods have the greatest versatility and reliability. So the method of discrete elements DEM (particle dynamics) allows you to reliably evaluate both the power and quality characteristics of the tillage process. To demonstrate the capabilities of discrete methods, the results of modeling the working process of a disk cultivator tool forest cultivator KLB 1,7 are presented. For this, a previously developed mathematical model and a solving program are used. For simulation studies, a virtual soil bin was used, having a length of 5 m, a width of 1,4 m and a 3D model of a disk cultivator tool created in the CAD SolidWorks. The radius of soil particles was taken equal to 18 mm, the speed of the tillage tool was 1 m/s, and the total simulation time was 5 s. Processing depth 10 cm at angles of attack of 10, 15, 20, 25, 30°. The power parameters of the process were controlled by three components of the traction resistance vector: F_X – longitudinal, F_Y – lateral and F_Z – vertical. The obtained force parameters are in good agreement with experimental data and the data of classical soil mechanics. The research results can be used by research and design organizations to develop and improve the design of tillage tools, as well as to evaluate their energy efficiency.

Keywords: tillage implements, forest cultivator, DEM, 3D-CAD, simulation modeling, power characteristics

Процесс обработки почвы орудием является чрезвычайно сложным с точки зрения физики, геометрии и математического анализа. Для адекватного представления в модели процесса обработки почвы необходимо учитывать геометрическую конфигурацию орудия и структурно-механические свойства почвы. Поэтому математическая модель должна обладать высоким пространственным разрешением для корректного воспроизведения почвы и формы рабочих органов, а также достаточным временным разрешением, чтобы адекватно описывать перемещение почвы под воздействием рабочих органов орудия. На данный момент существует несколько различных методов математического моделирования процесса взаимодействия почвы с рабочими органами почвообрабатывающих машин.

Классическая почвенная механика рассматривает большинство рабочих органов почвообрабатывающих орудий как разновидности двугранного или трехгранного клина. Поэтому предполагается что, исследовав характер деформаций почвы при воздействии на них клина, можно перейти к изучению деформаций почвы, возникающих при работе почвообрабатывающих и землеройных ору-

дий [1]. Наиболее распространенной схемой взаимодействия клина с почвой в настоящее время является схема процесса деформации пласта клином, предложенная Горячкиным, Пановым и Синеоковым [2, 3].

Другой подход, получивший интенсивное развитие в связи с ростом вычислительных возможностей компьютерной техники и развитием САПР, заключается в применении методов численного моделирования. Здесь можно выделить два типа методов – континуальные и дискретные. К континуальным методам относится метод конечных элементов (FEM – finite element method) заключающийся в разбиении на конечное количество подобластей (элементов) области, в которой ищется решение дифференциальных уравнений. Данный метод нашел достаточно широкое применение в исследованиях процессов обработки почвы [4–6]. Анализ исследований показывает, что достоверность сил, полученных этим методом, даже при использовании нелинейных моделей почвы недостаточна. Движение почвенных агрегатов воспроизводится либо недостоверно, либо весьма грубо.

Также к континуальным методам относится вычислительная гидродинамика (CFD – computational fluid dynamics). Это подраздел механики сплошных сред, включающий совокупность физических, математических и численных методов, предназначенных для вычисления характеристик потоковых процессов. Данный метод нашёл значительно меньшее распространение при исследовании почвенных взаимодействий из-за значительных погрешностей получаемых сил и отсутствия возможности оценки движения почвенных агрегатов [7–9].

Таким образом, использование континуальных численных методов не всегда дает достоверный результат, из-за предположения о непрерывности почвенной среды.

Наиболее эффективно преодолевает недостатки непрерывных численных методов метод дискретных элементов (DEM – discrete element method). Он позволяет описывать разрушение почвы, деформацию и смещение почвенных агрегатов, а также получать различные силовые характеристики [10–12].

Схожими возможностями с методом дискретных элементов обладает метод динамики частиц. Он состоит в представлении среды в виде совокупности взаимодействующих частиц – материальных точек или твердых тел.

Проведенный анализ методов моделирования показал, что наиболее перспективным является метод дискретных элементов (DEM) и родственный с ним метод динамики частиц. Они позволяют достоверно оценить как силовые, так и качественные характеристики процесса обработки почвы.

Цель исследования: имитационное моделирование процесса взаимодействия батарейного дискового рабочего органа с почвенной средой методом дискретных элементов.

Материалы и методы исследования

Опишем принципы механического движения элементов почвы дискретной модели, использованной в исследовании.

При контакте элементов почвы друг с другом и с рабочими поверхностями орудия возникают упругие силы $\boldsymbol{F}^{Y}$, а также силы сухого $\boldsymbol{F}^{C}$ и вязкого трения $\boldsymbol{F}^{B}$ (рис. 1).

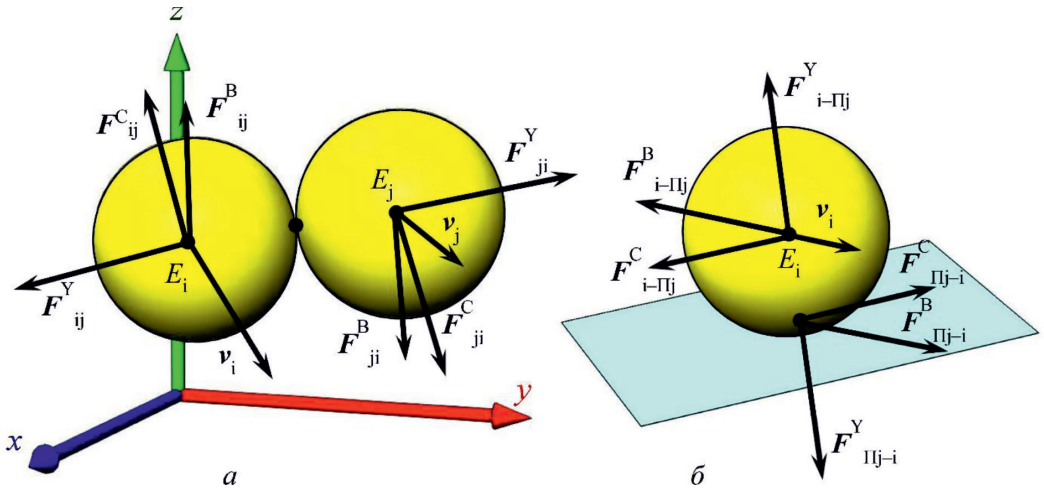


Рис. 1. Схемы силового контакта элементов почвы: а) силы, возникающие при контакте двух элементов почвы; б) силы, возникающие при контакте элемента почвы и поверхности рабочего органа

Движение элементов почвы под действием указанных сил рассчитывается по законам классической динамики. При моделировании воспроизводится изменение состояния системы элементов почвы (процесс обработки почвы) и определяется суммарное механическое воздействие элементов на движущиеся рабочие органы орудия, что позволяет рассчитать потребляемую мощность.

Моделирование производится в трехмерном декартовом пространстве (x, y, z). Состояние каждого элемента E_i задается шестью переменными: координатами его центра (x_i, y_i, z_i) и компонентами скорости (v_{xi}, v_{yi}, v_{zi}).

Для проведения имитационных исследований была создана детализированная 3D-модель дискового батарейного рабочего органа в среде САПР SolidWorks (рис. 2, *а*). С целью оптимизации процесса моделирования геометрия модели была упрощена (рис. 2, *б*). Далее упрощенная модель экспортировалась из САПР в формат STL (модель представляется совокупностью треугольных граней, которые описывают поверхность, и нормали) (рис. 2, *в*).

Использованный в исследовании виртуальный почвенный канал имеет длину 5 м и ширину 1,4 м (рис. 3).

Участок почвенного канала, на котором осуществлялся сбор данных, был выбран длиной в 3 м и расположен в центральной части канала (рис. 4). Именно в этой области, по результатам предварительных экспериментов, наблюдался установившийся режим. Скорость рабочего органа принималась равной 1 м/с, а общее время моделирования 5 с. Соответственно, интервал сбора данных был 1…4 с.

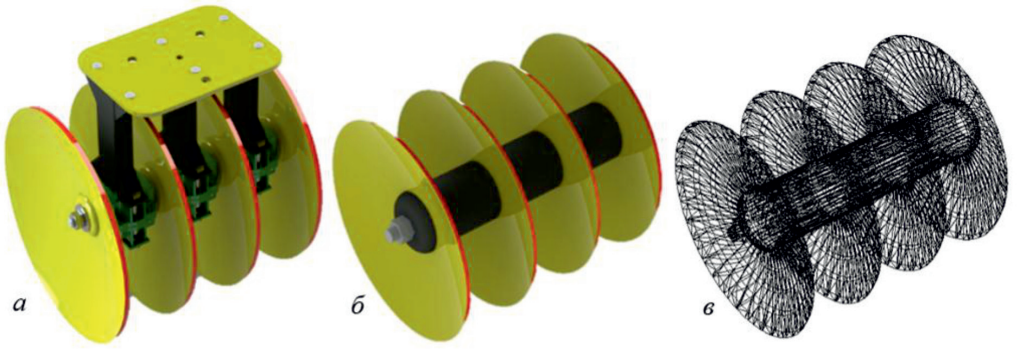


Рис. 2. Модель рабочего органа: а) исходная модель; б) упрощенная модель; в) расчетная модель

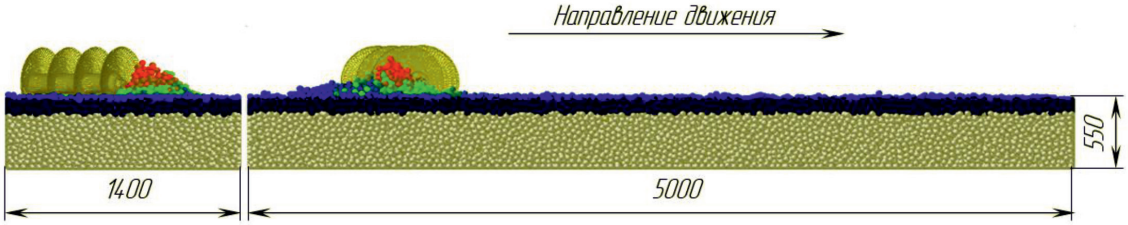


Рис. 3. Виртуальный почвенный канал, использованный при моделировании

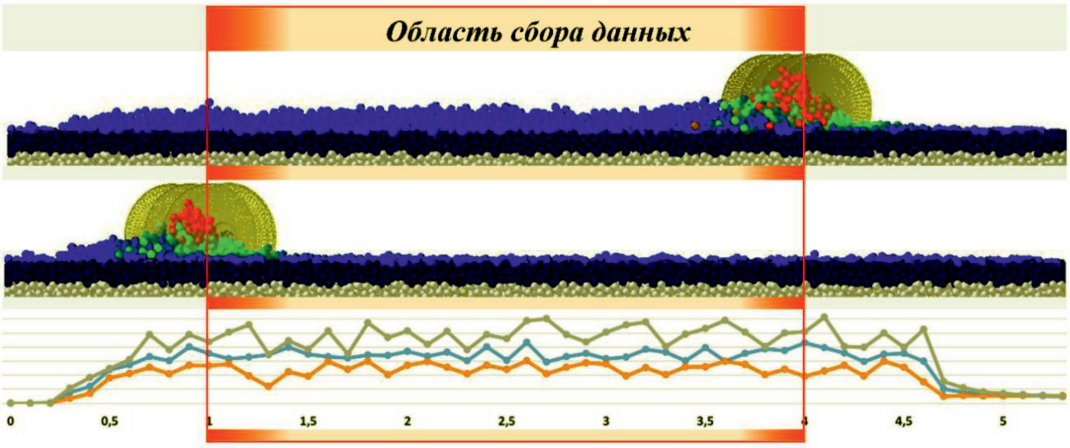


Рис. 4. Область сбора данных

Радиус почвенных частиц во всех сериях экспериментов составлял 18 мм, при этом использовалась исключительно сферическая форма. Плотность почвенных частиц принималась равной плотности твердой фазы почвы 2500 кг/м^3. При засыпке почвенных частиц образовавшийся почвенный пласт обладал значительно меньшей плотностью порядка 1600 кг/м^3, что соответствует плотности естественных лесных почв.

Для визуального контроля результатов моделирования и оценки смещения почвенных частиц использовались цветовые эпюры скоростей движения частиц (рис. 5).

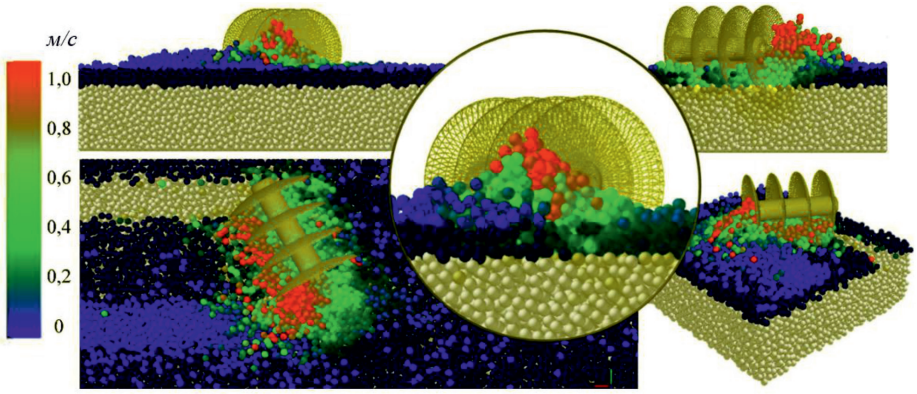


Рис. 5. Процесс моделирования

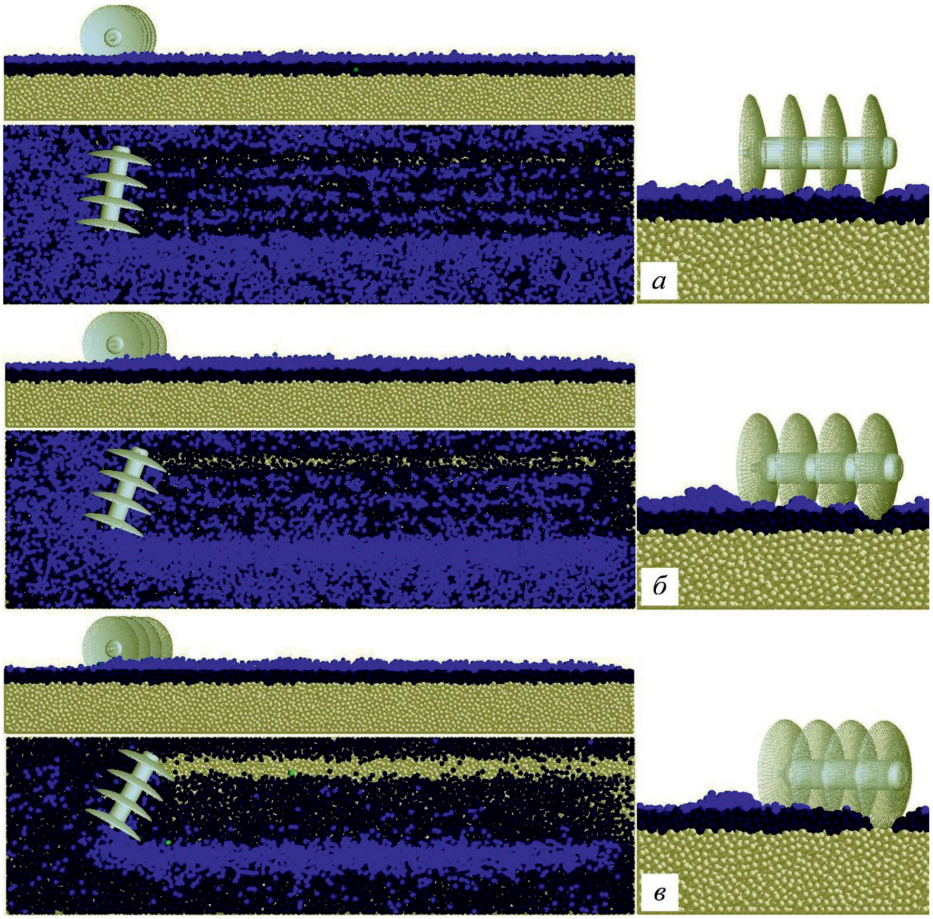


Рис. 6. Моделирование рабочего процесса дискового культиваторного рабочего органа: а) угол атаки α = 10°; б) α = 20°; в) α = 30°

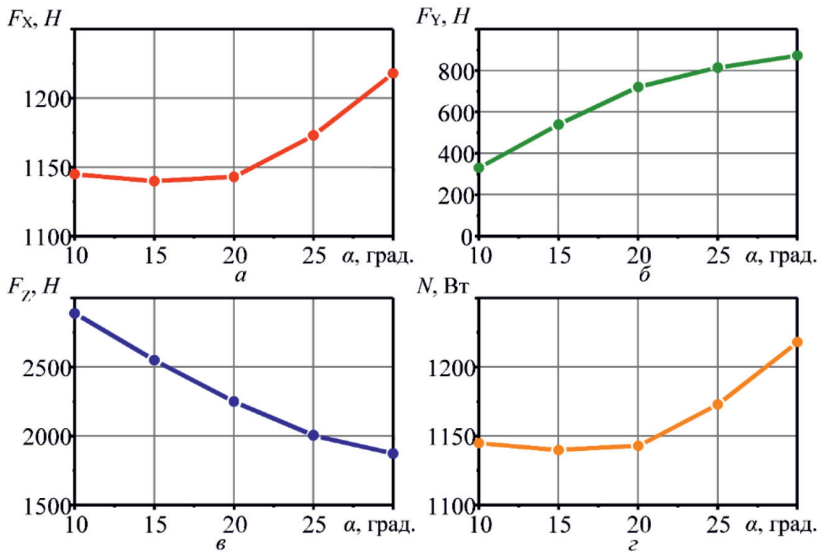


Рис. 7. Влияние угла атаки дисковой батареи α на силовые характеристики, испытываемые рабочим органом: силу тяги FX (а), силу бокового увода FY (б), выглубляющую силу FZ (в), тяговую мощность N (г)

Контроль силовых параметров процесса производился по трем составляющим вектора тягового сопротивления: проекция силы на ось X (F_X – продольная составляющая), проекция силы на ось Y (F_Y – боковая сила) и проекция силы на ось Z (F_Z – вертикальная составляющая), а также по потребляемой мощности (N) (рис. 6).

Результаты исследования и их обсуждение

Для демонстрации возможностей использованного метода приводятся результаты моделирования рабочего процесса дискового батарейного рабочего органа, при постоянной глубине обработки 10 см, углах атаки 10, 15, 20, 25 и 30°.

На рис. 6 представлен почвенный канал после проведения виртуального эксперимента по взаимодействию дискового батарейного рабочего органа с почвенной средой (*а* – угол атаки α = 10°; *б* – α = 20°; в – α = 30°). Визуализация процесса почвообработки позволяет как оценить некоторые технологические параметры процесса, так и осуществлять контроль моделирования, выявляя грубые ошибки.

Также виртуальный эксперимент позволяет исследовать силовые нагрузки, испытываемые рабочим органом. Так при углах атаки 10...20° сила тяги F_X и, соответственно, потребляемая мощность N малы и практически не зависят от α (рис. 7). Однако при увеличении угла атаки α более 20° сила тяги и потребляемая мощность существенно возрастают. Это объясняется переходом дисковой батареи в режим хорошей заглубляемости и интенсивной фрагментации почвы. С увеличением угла атаки возрастает также и сила бокового увода батареи F_Y, что требует принятия компенсационных мер, а в случае двух противоположно ориентированных дисковых батарей – согласованного заглубления батарей для исключения бокового смещения. В то же время выталкивающая сила F_Z снижается с увеличением α из-за улучшения заглубления дисковой батареи.

Таким образом, увеличение угла атаки дисковой батареи приводит к росту силы тяги, потребляемой мощности и повышает требования к фиксации батареи от бокового увода, однако приводит к уменьшению выталкивающей силы.

Заключение

Проведенные исследования показали, что метод конечных элементов FEM может применяться для моделирования связных почв, позволяя получать как силовые характеристики, так и данные о процессе разрушения и смещения почвенного массива. Метод вычислительной гидродинамики CFD может эффективно применяться только для исследования силовых характеристик переувлажненных почв. Попытки распространить данный подход на более широкий спектр почв ведут к возникновению значительных ошибок. Наибольшей универсаль-

ностью и достоверностью данных обладают дискретные методы. Так дискретный метод динамики частиц позволяет достоверно оценить как силовые, так и качественные характеристики процесса обработки почвы. Например, форму поперечного профиля, степень разрыхления (уплотнения) почвы, характер перемешивания почвенных слоев. При этом могут исследоваться рабочие органы сложной геометрической формы и рабочие органы с активным приводом.

Список литературы

1. Свечников П.Г. Модернизация почвообрабатывающих рабочих органов на основе исследования процесса их взаимодействия с почвой: дис. ... докт. техн. наук. Челябинск, 2013. 284 с.

2. Горячкин В.П. Теория разрушения почв. М.: Колос, 1965. С. 369–381.

3. Горячкин В.П. Теория клина. М.: Колос, 1965. С. 382–389.

4. Bartzanas T., Kacira M., Zhu H., Karmakar S., Tamimi E., Katsoulas N. Computational fluid dynamics applications to improve crop production systems. Computers and Electronics in Agriculture. 2013. vol. 93. P. 151–167.

5. Ibrahmi A., Bentaher H., Hbaieb M., Maalej A., Mouazen A.M. Study the effect of tool geometry and operational conditions on mouldboard plough forces and energy requirement: Part 1. Finite element simulation. Computers and Electronics in Agriculture. 2015. vol. 117. P. 258–267.

6. Ibrahmi A., Bentaher H., Hamza E., Maalej A., Mouazen A.M. 3D finite element simulation of the effect of mouldboard plough's design on both the energy consumption and the tillage quality. International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2017. vol. 90. P. 473–487.

7. Bentaher H., Ibrahmi A., Hamza E., Hbaieb M., Kantchev G., Maalej A. Finite element simulation of moldboard-soil interaction. Soil and Tillage Research. 2013. Vol. 134. P. 11–16.

8. Karmakar S., Kushwaha R.L., Laguë C. Numerical modelling of soil stress and pressure distribution on a flat tillage tool using computational fluid dynamics. Biosystems Engineering. 2007. vol. 97. P. 407–414.

9. Karmakar S., Kushwaha R.L. Simulation of soil deformation around a tillage tool using computational fluid dynamics. Transactions of the ASAE. 2005. vol. 48. P. 923–932.

10. Ucgul M., Saunders C., Fielke J.M. Comparison of the discrete element and finite element methods to model the interaction of soil and tool cutting edge. Biosystems Engineering. 2018. vol. 169. P. 199–208.

11. Hang C., Gao X., Yuan M., Huang Y. Discrete element simulations and experiments of soil disturbance as affected by the tine spacing of subsoiler. Biosystems Engineering. 2017. vol. 168. P. 73–82.

12. Mak J., Chen Y., Sadek M.A. Determining parameters of a discrete element model for soil – tool interaction. Soil & Tillage Research. 2012. vol. 118. P. 117–122.

УДК 621:631.365.22

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМА ОЧИСТКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА С РЕКУПЕРАТИВНЫМ ПРИВОДОМ

Мартыненко Д.С., Устинов Н.Н.

ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», Тюмень, e-mail: UstinovNikNik@mail.ru

Рассмотрены динамические характеристики системы очистки зерноуборочного комбайна с рекуперативным приводом механизма очистки. Рекуперативный привод предусматривает установку на концах двуплечих рычагов механизма очистки пружинных аккумуляторов. При проведении экспериментов установлено влияние частоты вращения колебательного вала системы очистки и подачи зернового вороха на параметры вибрации рамы экспериментального стенда, амплитуду колебаний экспериментальной установки в вертикальной плоскости. Интервал варьирования частоты вращения колебательного вала составлял от 160 мин$^{-1}$ до 300 мин$^{-1}$. Параметры колебаний измерялись при двух значениях подачи зернового вороха, соответственно 0 кг/с и 9 кг/с. Определены амплитудно-частотные характеристики механизма очистки, установлено, что механизм очистки в стандартной частоте оборотов колебательного вала работает в зарезонансном режиме. Установлено, что снижение динамических нагрузок наиболее значительно появляется при работе механизма в дорезонансном режиме при частоте вынужденных колебаний в диапазоне 160–210 мин$^{-1}$. В зарезонансном режиме снижение амплитуды колебаний стенда наблюдается при частоте вращения колебательного вала в диапазоне 240–300 мин$^{-1}$. Рациональным следует считать режим работы колебательного вала в диапазоне 265–280 мин, что обеспечивает снижение динамических нагрузок при сохранении качественных показателей работы. Результаты работы могут быть использованы при решении задач, связанных с проектированием механизмов очистки зерноуборочного комбайна.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, система очистки, рекуперативный привод, амплитуда колебаний, амплитудно-частотная характеристика

RESULTS OF EVALUATION OF DYNAMIC PARAMETERS OF THE CLEANING MECHANISM OF A COMBINE HARVESTER WITH A REGENERATIVE DRIVE

Martynenko D.S., Ustinov N.N.

Federal Stat Budgetery Educational Institution of Higher Professional Education Norten-Ural State Agricultural University, Tyumen, e-mail: UstinovNikNik@mail.ru

The dynamic characteristics of the cleaning system of a combine harvester with a recuperative drive of the cleaning mechanism are considered. The recuperative drive provides for the installation of a spring accumulator cleaning mechanism at the ends of two-arm levers. During the experiments, the influence of the rotation frequency of the oscillating shaft of the grain cleaning and feeding system on the vibration parameters of the frame of the experimental stand, the amplitude of vibrations of the experimental installation in the vertical plane was established. The range of variation in the frequency of rotation of the oscillating shaft was from 160 min-1 to 300 min-1. The oscillation parameters were measured at two values of grain heap feed, respectively 0 kg / s and 9 kg / s. the amplitude-frequency characteristics of the cleaning mechanism were Determined, and it was found that the cleaning mechanism operates in the resonant mode at the standard speed of the oscillating shaft. It is established that the reduction of dynamic loads appears most significantly during the operation of the mechanism in pre-resonant mode at the frequency of forced oscillations in the range of 160-210 min-1. In the resonant mode, a decrease in the amplitude of the stand oscillations is observed at the rotational speed of the oscillating shaft in the range of 240-300 min-1. It is rational to consider the mode of operation of the oscillating shaft in the range of 265...280 minutes, which reduces dynamic loads while maintaining quality performance. The results of the work can be used in solving problems related to the design of cleaning mechanisms for a combine harvester.

Keywords: combine harvester, cleaning shoe drive, regenerative drive, the amplitude of oscillations, amplitude-frequency characteristic

С развитием зерноуборочных комбайнов, увеличением их производительности и пропускной способности возрастают динамические нагрузки со стороны неуравновешенных сил инерции рабочих органов на элементы конструкции комбайна [1, 2]. Как следствие, при выполнении технологического процесса могут возникать вибрация и колебания, влияющие на качество выполнения процесса, надежность механизмов и элементов конструкции, и оказывать негативное воздействие на комбайнера. Механизм очистки зерноуборочного комбайна вносит значительный вклад в суперпозицию колебаний комбайна. Неуравновешенные силы инерции при движении транспортной доски и решет приводят к колебаниям рамы комбайна [3, 4]. Осложняется все изменением положения комбайна при движении по неровностям поля и неравномерной подачей зернового вороха [5]. В этой связи актуальным является вопрос снижения динамических нагрузок.

Для привода механизма очистки зерноуборочного комбайна предлагается применить систему рекуперации за счет установки на концах двуплечих рычагов пружинных аккумуляторов [6]. Один конец пружинного аккумулятора закреплен на двуплечем рычаге, на другом имеется механизм натяжения.

Научная гипотеза заключается в том, что применение рекуперативного привода механизма очистки зерноуборочного комбайна приведет к снижению динамических нагрузок, действующих со стороны неуравновешенных сил механизма очистки, и повышению качественных показателей работы системы.

Цель исследования: совершенствование механизма очистки зерноуборочного комбайна путем применения рекуперативного привода для снижения энергоемкости процесса и динамических нагрузок.

Важным в данном случае является исследование параметров динамического воздействия на раму комбайна со стороны неуравновешенных сил механизма очистки зерноуборочного комбайна. Возмущающее воздействие на систему оказывают следующие силовые факторы: сила, действующая на стойку со стороны приводного шкива от ременной передачи и момент этой силы; сила, действующая на стойку и учитывающая главный момент инерции механизма; главный момент сил инерции, приложенный к звеньям механизма; силы тяжести, действующие на звенья механизма; силы, действующие со стороны упругих связей.

Вместе с тем необходимо учитывать загрузку системы зерновым ворохом, которая в реальных условиях неравномерна и носит случайный характер.

В данной статье решена задача определения амплитудно-частотной характеристики экспериментального стенда с учетом загрузки системы зерновым ворохом.

Материалы и методы исследования

Для проведения эксперимента использована установка (рис. 1), представляющая собой систему очистки зерноуборочного комбайна Дон-1500Б, состоящая из транспортной доски, верхнего и нижнего решет, колебательного вала, шатунов, двуплечих рычагов, пружинных аккумуляторов, подвесок транспортной доски и решет, рамы и упругих опор (рис. 1) [6]. Колебательный вал приводится в движение от электродвигателя мощностью 3 кВт через цилиндрический редуктор, номинальная частота вращения электродвигателя 1500 об/мин.

Важными параметрами работы рекуперативного привода являются моменты, действующие со стороны пружин на двуплечий рычаг, определяемые следующим образом [6]:

$$M_1 = M_{1m} + k\Delta l_{11} h_{11}, \quad (1)$$

$$M_2 = M_{2m} + k\Delta l_{12} h_{12}, \quad (2)$$

где M_{1m}, M_{2m} – средние значения момента, возникающего вследствие натяжения пружин;
k – жёсткость пружин; Δl_{11}, Δl_{12} – изменение длины пружин 1 и 2 соответственно (рис. 1).

Моменты M_{1m}, M_{2m} определяют силы предварительного натяжения пружин рекуперативного привода и определяются следующим образом:

$$M_{1m} = k\Delta l_{11\,0} h_1, \quad (3)$$

$$M_{2m} = k\Delta l_{12\,0} h_2. \quad (4)$$

где $\Delta l_{11\,0}$, $\Delta l_{12\,0}$ – изменение длины пружин 1 и 2 в положении равновесия механизма.

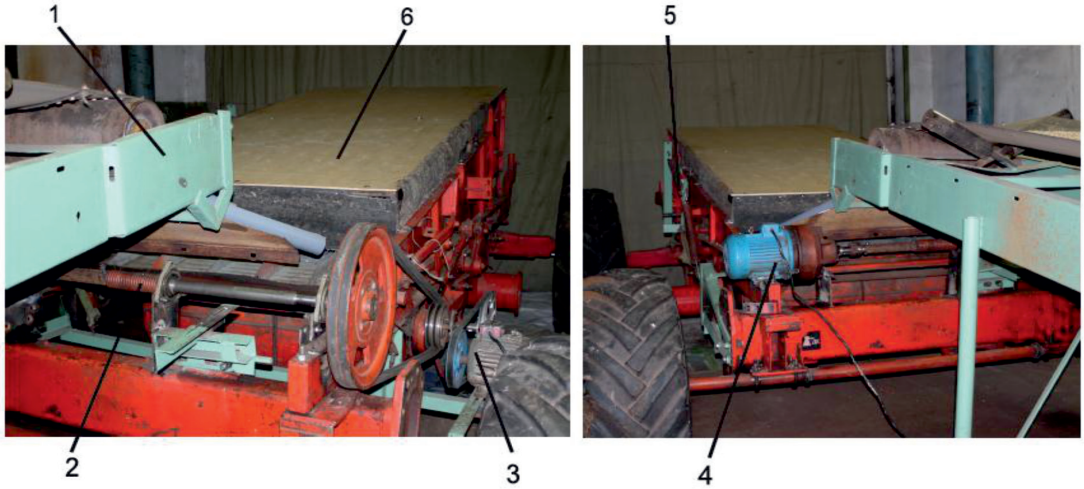


Рис. 1. Привод системы очистки экспериментальной установки: 1 – транспортер для подачи зернового вороха; 2 – привод колебательного вала системы очистки; 3 – привод вентилятора системы очистки

Рис. 2. Система рекуперации: 1 – пружина левая; 2 – пружина правая; 3 – двуплечий рычаг

Рис. 3. Измерение параметров колебаний: 1 – магнитный датчик; 2 – прибор Вибран-2

Пружинные аккумуляторы представляют собой пружины растяжения с наружным диаметром пружины 61 мм, диаметром пружинной проволоки 9 мм, с числом рабочих витков равным 45. При этом рабочий ход пружины составляет 231,8 мм; жесткость пружин k = 10,175 Н/мм.

Моменты сил натяжения пружин при проведении эксперимента, относительно оси двуплечего рычага, составляют M_{2m} = 550 Н·м и M_{1m} = 450 Н·м.

При проведении экспериментов установлено влияние частоты вращения колебательного вала системы очистки n_1 и подачи растительной массы $q_п$ на параметры вибрации рамы экспериментального стенда, амплитуду колебаний экспериментальной установки в вертикальной плоскости. Интервал варьирования частоты вращения колебательного вала от 160 мин$^{-1}$до 300 мин$^{-1}$. Параметры колебаний измерялись при двух значениях подачи зернового вороха $q_п$, соответственно 0 кг/с и 9 кг/с. Подача зернового вороха на транспортную доску экспериментальной установки осуществлялась при помощи ленточного транспортера (рис. 1). Частота вращения колебательного вала изменялась электродвигателем с частотным регулятором ATV 312HU30N4. Давление в шинах опорных колес составляло 0,1 МПа.

Для определения параметров вибрации использовался прибор Вибран-2.0. При измерении магнитный датчик прибора устанавливался на раму установки для измерения параметров колебаний в вертикальной плоскости, в точке, расположенной на продольной оси симметрии установки на уровне передних опорных колес (рис. 3).

Результаты исследования и их обсуждение

В результате экспериментов по оценке параметров вибрации рамы экспериментального стенда получены амплитудно-частотные колебания экспериментального стенда в вертикальной плоскости. Характер изменения параметров колебаний в зависимости от частоты вращения колебательного вала позволяет говорить о том, что значение резонансной частоты колебаний рамы стенда колеблется в пределах 220–225 мин$^{-1}$. В резонансном режиме наблюдаются значительные колебания, значения амплитуды колебаний достигают 14…15 мм без нагружения решетных станов зерновым ворохом, и 12–13 мм с нагружением зерновым ворохом при значениях подачи зернового вороха $q_п$, соответственно 0 кг/с и 9 кг/с.

Нагружение системы очистки при подаче зернового вороха, как видно из рисунков, уменьшает амплитуду колебаний стенда в вертикальной плоскости.

Анализ представленных результатов позволяет говорить о снижении динамических нагрузок, действующих со стороны механизма очистки на раму комбайна при применении рекуперативного привода, при значениях M_{2m} = 550 Н·м и M_{1m} = 450 Н·м.

Снижение динамических нагрузок, как видно при сравнении двух диаграмм, наиболее значительно появляется при работе механизма в дорезонансном режиме при частоте вынужденных колебаний в диапазоне 160–210 мин$^{-1}$, при этом снижение амплитуды колебаний составляет 38 % при 160 мин$^{-1}$ и снижается до 20 % при 210 мин$^{-1}$. В случае нагружения решетных станов $q_п$ = 9 кг/с снижение амплитуды колебаний составляет 25 % при 160 мин$^{-1}$ и снижается до 20 % при 210 мин $^{-1}$ (рис. 4, 5).

В зарезонансном режиме при частоте вынужденных колебаний в диапазоне 240–300 мин$^{-1}$ снижение амплитуды колебаний составляет 12 % при 240 мин$^{-1}$ и снижается до 8 % при 300 мин$^{-1}$. В случае нагружения решетных станов при $q_п$ = 9 кг/с в зарезонансном режиме снижение амплитуды колебаний составляет 18 % при 240 мин$^{-1}$ и 12 % при 300 мин $^{-1}$ (рис. 5).

Необходимо отметить, что при номинальном режиме работы механизма очистки частота вращения колебательного вала составляет 265 мин$^{-1}$, что обеспечивает необходимые значения ускорений зерна на жалюзи верхнего и нижнего решет и, соответственно, качество очистки зерна. В этом случае рациональным следует считать режим работы колебательного вала в диапазоне 265…280 об/мин, что обеспечивает снижение динамических нагрузок при сохранении качественных показателей работы.

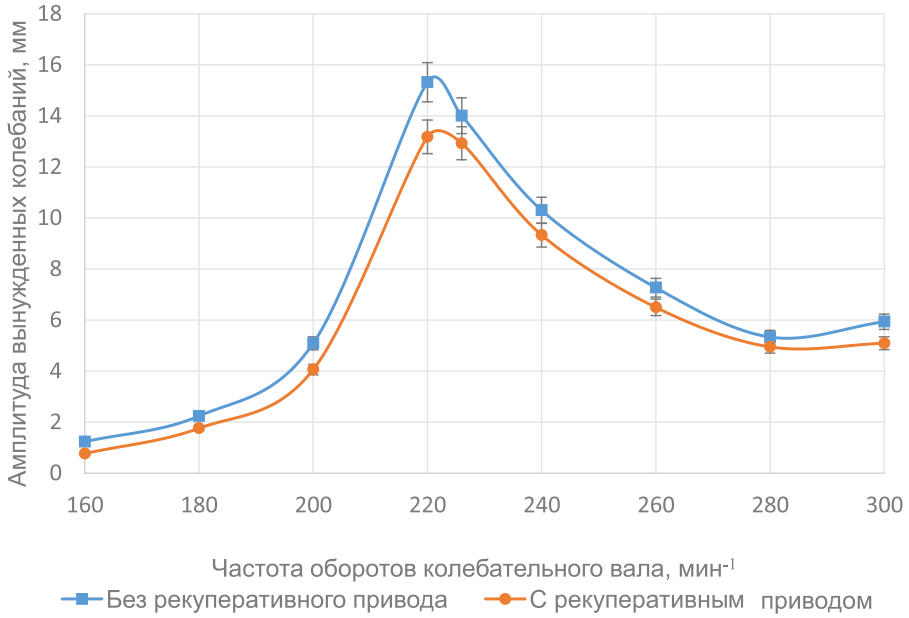


Рис. 4. Амплитудно-частотная характеристика экспериментальной установки (колебания в вертикальной плоскости в точке на уровне задних опорных колес при q_n = 0 кг/с) (колебания в вертикальной плоскости в точке на уровне передних опорных колес при q_n = 0 кг/с)

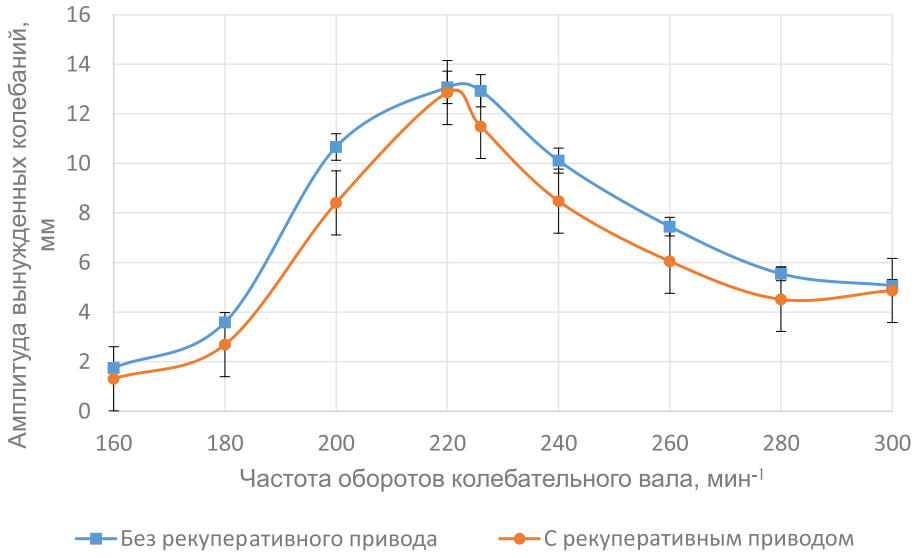


Рис. 5. Амплитудно-частотная характеристика экспериментальной установки (колебания в вертикальной плоскости в точке на уровне передних опорных колес) при q_n = 9 кг/с

Выводы

Таким образом, определены амплитудно-частотные характеристики механизма очистки, установлено, что механизм очистки в стандартной частоте оборотов колебательного вала работает в зарезонансном режиме. Установлено, что снижение динамических нагрузок наиболее значительно появляется при работе механизма в дорезонансном режиме при частоте вынужденных колебаний в диапазоне 160–210 мин$^{-1}$. В зарезонансном режиме снижение амплитуды колебаний стенда наблюдается при частоте вращения колебательного вала в диапазоне 240–300 мин$^{-1}$. Рациональным следует считать режим работы колебательного вала в диапазоне 265–280 мин, что обеспечивает снижение динамических нагрузок при сохранении качественных показателей работы.

Список литературы

1. Бойко Л.И., Климович О.В. Анализ конструкций и методов снижения нагруженности приводов воздушно-решетных систем очисток зернового вороха комбайнов // Механика машин, механизмов и материалов. 2011. № 3. С. 74–78.

2. Лапшин П.Н. Зерноуборочные комбайны. Прочность, виброустойчивость, надежность: монография. Курган: Курганская ГСХА, 2009. 133 с.

3. Zhong Tang, Haotian Zhang, Yuepeng Zhou, Yu Li. Effects of Stem Cutting in Rice Harvesting by Combine Harvester Front Header Vibration. Hindawi Advances in Materials Science and Engineering. vol. 2019, Article ID 6834269, 15 p. DOI: 10.1155/2019/6834269.

4. Zhong Tang, Haotian Zhang, Yuepeng Zhou, Yu Li. Mutual Interference and Coupling Response of Multicylinder Vibration among Combine Harvester Co-Frame. HindawiShock and Vibration. Vol. 2019, Article ID 1584391, 14 p. DOI: 10.1155/2019/1584391.

5. Сороченко С.Ф. Конкурентоспособность зерноуборочных комбайнов, предназначенных для работы на склонах // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 9 (314). С. 158–164.

6. Мартыненко Д.С., Устинов Н.Н., Колмакова Т.Г. Колебания зерноуборочного комбайна при работе механизма очистки с рекуперативным приводом решет и транспортной доски // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2016. № 3 (34). С. 108–114.

УДК 620.17:532.517.2

О ПРОЦЕДУРЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА

Опарин Д.А., Бахирев И.В., Кавалеров Б.В., Килин Г.А.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ), Пермь, e-mail: dlowarp@gmail.com, bahirevy@mail.ru, kbv@pstu.ru, thisisforasm@rambler.ru

При проведении испытаний целого ряда промышленных деталей и прочих изделий широкого класса назначения существует необходимость осуществлять испытания этих промышленных деталей и изделий в потоке воздуха. Для создания потока воздуха используется испытательная установка, обладающая возможностью создавать поток воздуха с необходимыми характеристиками (давлением, температурой, скоростью, расходом воздуха и другими показателями). Существенную помощь в получении требуемых характеристик потока воздуха может оказать математическая модель воздушного потока испытательной установки. Эта математическая модель связывает основные получаемые показатели потока воздуха с регулировочными органами испытательной установки (положение воздушных заслонок, частота вращения нагнетателя воздуха, температура нагревательных элементов и другие внешние воздействия). Такая математическая модель позволяет рассчитать требуемые управляющие воздействия на регулировочные органы испытательной установки для получения заданных характеристик воздушного потока, что облегчает создание систем управления воздушными испытательными установками, кроме того, ее использование будет полезно при решении задач диагностики, тренинге операторов и при проведении широкого круга научных исследований. В статье рассматривается алгоритм идентификации математической модели воздушного потока с использованием программно-моделирующего комплекса.

Ключевые слова: математическое моделирование, автоматизированные испытания, диагностика, автоматическое управление, поток воздуха, программно-моделирующий комплекс

ABOUT PROCEDURE FOR IDENTIFYING THE MATHEMATICAL MODEL OF THE AIR FLOW

Oparin D.A., Bakhirev I.V., Kavalerov B.V., Kilin G.A.

Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: dlowarp@gmail.com, bahirevy@mail.ru, kbv@pstu.ru, thisisforasm@rambler.ru

When testing a number of industrial products for a wide range of applications, it is necessary to use the tests of these products in the air flow. To create a flow, a test facility is used that has the ability to create a flow of air with the necessary characteristics (pressure, temperature, speed, air flow and other indicators). A mathematical model of the air flow can provide essential help in obtaining the required air characteristics. This mathematical model links the main air flow figures obtained with the regulating organs of the installation (the position of the air dampers, the fan speed, the temperature of the heating elements and other external influences). This mathematical model makes it possible to calculate the required control actions for obtaining specified air characteristics, which facilitates the creation of control systems for test installations, in addition, its use will be useful in solving diagnostic problems, training operators, and in carrying out a wide range of scientific research. The identification algorithm of mathematical model of an air stream with use of the program-modeling complex is considered in the article.

Keywords: mathematical modeling, automated testing, diagnostics, automatic control, air flow, program-modeling complex

Испытания различных изделий промышленного производства в общем случае классифицируются по следующим этапам: 1) испытания на стадии проектирования 2) испытания на стадии доводки, 3) производственные испытания, 4) испытания на стадии эксплуатации, 5) ремонтные испытания. Для автоматизации испытаний высокотехнологичных изделий используют специализированные программно-технические комплексы и испытательные станции [1, 2].

В ходе проектирования и доводки изделий организуют доводочные, предварительные и приемочные испытания. К стадии производства относят квалификационные, предъявительские, приемосдаточные, периодические, инспекционные, типовые, аттестационные, сертификационные испытания. Поэтому испытания промышленных изделий в потоке воздуха могут быть применены на любом из перечисленных этапов промышленного производства.

Необходимость использования потока воздуха при производстве испытаний промышленных изделий вызывается, в частности, тем, что требуется имитировать условия внешней среды, в которых эти изделия должны функционировать. В качестве примеров можно привести испытания авиационных планеров в потоке воздуха, квадрокоптеров, испытания воздуховодов и вентиляторов, испытания изделий при повышенной температуре, испытания при повышенном давлении, определение ветровых нагрузок здания [3, 4], определение обтекаемости и воздушного сопротивления автомобилей [5], электротехнических

изделий [6], конструкций самолетов [7, 8] и авиационных двигателей [9], ракетно-космической техники и другой специальной техники.

Для того чтобы проводить испытания различных изделий в потоке воздуха, требуется управлять процессом испытаний. Эта функция возлагается на систему автоматизации испытаний (САИ). С помощью САИ должны формироваться требуемые параметры воздушного потока вблизи испытуемого объекта (ИО). Для реализации такого управления требуется априорная информация о поведении воздушного потока, эта информация содержится в математической модели воздушного потока. Поэтому целью исследований является получение математической модели воздушного потока. Для достижения цели решается задача идентификации модели воздушного потока.

Задача идентификации модели воздушного потока

Воздушный поток, необходимый для испытания промышленных изделий, может быть описан с помощью упрощенной математической модели, которая должна быть удобна для таких задач, как диагностика в процессе испытаний, разработка управляющих устройств испытательных установок, синтез алгоритмов управления. Позже упрощенная модель идентифицируется на основе экспериментальных данных.

На рис. 1 показана схема испытаний, при которой формируется заданное давление (P), заданная температура воздуха (t, K), заданная скорость воздуха (V), которую в свою очередь можно описать через геометрию трубы и массовый расход воздуха.

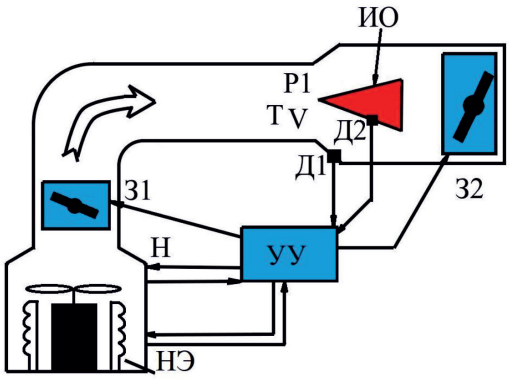


Рис. 1. Схема испытаний. Обозначения: ИО – испытуемый объект, З – заслонка (управляющий элемент), Н – нагнетатель, НЭ – нагревательный элемент, Д – датчик, УУ – устройство управления испытательной установки

Нагнетатель с нагревательными элементами НЭ создает поток воздуха, который управляется с помощью З1, затем по воздуховоду поступает в камеру с испытуемым изделием, в камере создается заданная температура, давление, расход и скорость воздуха. Может применяться добавочная заслонка (управляющий элемент) на выходе (З2), датчики могут устанавливаться как на самом ИО (Д2), так и в камере, где ИО размещен (Д1). Устройство управления получает информацию с датчиков и передает ее на управляющие органы, как правило, УУ связано также с пультом управления оператора. Главная задача установки – сформировать требуемые давление, температуру, расход воздуха и скорость воздуха в соответствии с заданной программой испытаний ИО. Нагнетатель выполняет функцию вентилятора или компрессора, разгоняет воздух и формирует давление, помимо этого в нагнетателе устанавливаются нагревательные элементы (НЭ), чтобы управлять температурой воздуха.

Математические модели нагнетателя с нагревающим элементом и испытуемого объекта, как объектов управления, построены с учетом основных физических взаимосвязей. Статические характеристики, обеспечивающие соответствие модели экспериментальным данным, берутся из серии экспериментов [10].

Постоянные времени, отражающие инерционность процессов, определяются как время необходимое для достижения 0,63 от становившегося значения при подаче управляющего воздействия [11]. Наряду с этим постоянные времени затем уточняются с помощью метода наименьших квадратов [11, 12].

Упрощенную модель потока воздуха в соответствии с рис. 1 представим системой уравнений:

$$\frac{\mathrm{d}T_2}{\mathrm{dt}} = K_{T2} \cdot (T_1(t) - T_2(t)), \quad (1)$$

$$P_{1_i} = P_{1_{i-1}} - k\frac{c^2(T_1)}{\Delta x_i}(G_1 - G_{\text{Входа}})K_{\text{П}}\frac{1}{S}\Delta t, \quad (2)$$

$$\frac{\mathrm{d}P_{\text{ВХОДА}}}{\mathrm{dt}} = (G_{\text{ВХОДА}} - G_{\text{ЗАС.1}})K_{\text{ВХОДА}}(T_{\text{ВХОДА}}), \quad (3)$$

$$G_{\text{ЗАС.1}} = f\left(\frac{P_{\text{ЗАС.1}}}{P_{\text{Испыт}}}, a_{\text{ЗАС.1}}\right), \quad (4)$$

$$\frac{\mathrm{d}T_{\text{ЗАС.1}}}{\mathrm{dt}} = (T_{\text{ВХОДА}} - T_{\text{ЗАС.1}})K_{T\text{ЗАС.1}}, \quad (5)$$

$$\frac{\mathrm{d}P_{\text{ЗАС.1}}}{\mathrm{dt}} = (G_{\text{ЗАС.1}} - G_{\text{ВХОДА}})K_{\text{ЗАС.1}}(T_{\text{ЗАС.1}}), \quad (6)$$

$$\frac{dT_{ИО}}{dt} = (T_{ЗАС.1} - T_{ИО})K_{T.ИО}, \quad (7)$$

$$\frac{dP_{ИО}}{dt} = (G_{ИО} - G_{ЗАС.1})K_{ИО}(T_{ИО}), \quad (8)$$

$$G_{ЗАС.2} = f(P_{ЗАС.2}, a_{ЗАС.2}), \quad (9)$$

$$\frac{dT_{ЗАС.2}}{dt} = (T_{ИО} - T_{ЗАС.2})K_{TЗАС.2}, \quad (10)$$

$$\frac{dP_{ЗАС.2}}{dt} = (G_{ЗАС.2} - G_{ИО})K_{ЗАС.2}(T_{ЗАС.2}), \quad (11)$$

где T_i – температура в заданном сечении i (К), P_i – давление в заданном сечении (Па), G_i – расход воздуха в сечении i (кг/с), $\alpha_{ЗАС.i}$ – угол положения заслонки i, $K_{T.i}$ – коэффициент пропорциональности температуры в сечении i, зависящий от расстояния, $K_П$ – коэффициент перевода из Па в кгс/см^2, c – скорость звука, зависящая от температуры (м/с), Δx_i – расстояние (м), S – площадь сечения воздуховода (м^2), k – поправочный коэффициент, полученный с помощью метода наименьших квадратов, $K_i(T_i)$ – коэффициент пропорциональности между давлением и расходом воздуха, зависящий от температуры и расстояния.

Для реализации процедуры идентификации вначале требуется выбрать и обосновать метод оценивания определяемых параметров модели. Достоинства и недостатки традиционных методов оценивания хорошо известны и детально рассмотрены уже в классическом труде П. Эйкхофа (1974 г.) [11]. Там же даны рекомендации, в каких случаях целесообразно применять тот или иной метод. Проще всего, особенно на первом этапе исследований, использовать классический метод наименьших квадратов, так как он в общей постановке задачи идентификации не требует никакой априорной информации о модели исследуемого объекта [11, 12]. Для других методов оценивания из [11] (использование байесовских оценок; метод максимального правдоподобия; использование марковских оценок; взаимно-корреляционный метод; метод стохастической аппроксимации) необходима не просто априорная информация, но информация статистическая, что требует дополнительных затрат времени и порой бывает малодоступно для непосредственной реализации.

Метод наименьших квадратов (МНК) также не свободен от недостатков. В рамках рассматриваемой задачи наибольшие проблемы вызывают такие его свойства, как смещенность оценки, если среднее значение случайных возмущений является ненулевым. Также здесь необходимо иметь всю информацию о входе и выходе на всем промежутке времени оценивания. Еще одним недостатком классического МНК является то, что он в силу свой универсальности связывает входы и выходы между собой, не заботясь о достоверности физических соотношений. Поэтому получаемая в результате такой идентификации модель может оказаться очень далека от физической сущности процессов, протекающих в объекте исследований. На помощь здесь приходит условная оценка наименьших квадратов, с помощью нее возможно принудительно задать те или иные взаимосвязи между переменными модели и ее параметрами, присвоить отдельным параметрам фиксированные значения.

Определение коэффициентов модели методом наименьших квадратов

Для оценки коэффициентов полученной упрощенной модели воздушного потока разработан алгоритм идентификации с использованием метода наименьших квадратов.

Покажем на наглядном примере работу данного алгоритма идентификации.

Даны следующие уравнения и зависимости:

$$T_{ио} = f(T_{ВХОДА}), \quad (12)$$

$$\frac{dT_{ио}}{dt} = (T_{иоS} - T_{ио}) / T_{ио_t}. \quad (13)$$

В уравнениях (12) и (13) приняты обозначения:

$T_{ВХОДА}$ – температура на входе трубопровода;

$T_{ИО}$ – температура на испытуемом объекте;

$T_{ИОS}$ – температура на испытуемом объекте установившаяся;

$T_{ИО\ t}$ – постоянная времени температуры испытуемого объекта.

Необходимо определить значение постоянной времени температуры испытуемого объекта.

Дифференциальное уравнение (13) можем привести к следующему виду:

$$\frac{dT_{ИО}}{dt} = T_{ИОS} \cdot (1 / T_{ИО_t}) - T_{ИО} \cdot (1 / T_{ИО_t}). \quad (14)$$

Заменив $1/\ T_{ИО\ t}$ на a_{11} и a_{12}, получаем следующий вид уравнения:

$$\frac{dT_{ИО}}{dt} = a_{11} \cdot T_{ИОS} - a_{12} \cdot T_{ИО}. \quad (15)$$

Дальше введем параметр $T_{ВХОДА}$ в уравнение (15) вместо $T_{ИОS}$ и получим следующий вид уравнения:

$$\frac{dT_{ИО}}{dt} = a_{11} \cdot T_{ВХОДА} + a_{12} \cdot T_{ИО}. \quad (16)$$

Для удобства записи все коэффициенты в уравнении стоят со знаком «+», это совершенно не скажется на работе алгоритма, так как в ходе работы коэффициенты примут соответствующие им знаки.

Приведем уравнение (16) к стандартному векторно-матричному описанию для непосредственного использования в процедуре оценивания МНК, для этого обозначим производную $\frac{\mathrm{d}T_{\text{ИО}}}{\mathrm{dt}}$ в качестве вектора выходных переменных **Y**, тогда переменные $T_{\text{ВХОДА}}$, $T_{\text{ИО}}$ образуют вектор входных переменных **X**, в этом случае a_{11} и a_{12} составят матрицу коэффициентов, которую следует идентифицировать.

В результате уравнение (16) будет выглядеть как

$$\mathbf{Y}=\mathbf{A}\,\mathbf{X}. \qquad (17)$$

Из уравнения (17) с помощью МНК непосредственно вычисляется матрица А:

$$\mathbf{A}=\mathbf{Y}_{\Sigma}\mathbf{X}_{\Sigma}^{-1}, \qquad (18)$$

где $\mathbf{Y}_{\Sigma}$ и $\mathbf{X}_{\Sigma}$ – матрицы, составленные из 2 векторов **Y** и **X** соответственно.

Поскольку наблюдений используется значительно больше чем $n = 2$, то применяется следующая оценка методом наименьших квадратов:

$$\mathbf{A} = \mathbf{Y}_{\Sigma}\,\mathbf{X}_{\Sigma}^{\mathrm{T}}(\mathbf{X}_{\Sigma}\,\mathbf{X}_{\Sigma}^{\mathrm{T}})^{-1} \qquad (19)$$

или

$$\mathbf{A} = \mathbf{Y}_{\Sigma}\,\mathbf{X}_{\Sigma}^{+},$$

где матрица $\mathbf{X}_{\Sigma}^{+}$ является псевдообратной матрицей: $\mathbf{X}_{\Sigma}\,\mathbf{X}_{\Sigma}^{+}\,\mathbf{X}_{\Sigma} = \mathbf{X}_{\Sigma}$ [11].

По условиям задачи, так как модель строится на основе экспериментальных данных, у нас есть массив $T_{\text{ВХОДА}}$ и $T_{\text{ИО}}$. Производная $T_{\text{ИО}}$ ищется просто, по четырем точкам, так как время каждого снятия точки нам известно, то найти Δt не составит труда. Матрица коэффициентов А находится единожды для данного массива данных.

Необходимо убедиться, что в ходе алгоритма коэффициенты были найдены правильно, для этого надо провести моделирование, используя матрицу коэффициентов **A** и сравнивая полученные результаты имитационного моделирования с экспериментальными данными.

При получении векторно-матричного уравнения (17) в качестве выходного вектора принимался одномерный вектор производной $T_{\text{ИО}}$. Возникает вопрос, как формировать вектор $\mathbf{Y}_{\Sigma}$, составленный из $n > 2$ наблюдений за изменением производной $T_{\text{ИО}}$? Приходится предварительно вычислять производную как разность соседних значений $T_{\text{ИО}}$, деленную на шаг наблюдений. Точность определения производной может быть повышена за счет использования большего числа точек, но это вызывает свои трудности с алгоритмизацией.

Поэтому многие авторы советуют преобразовать уравнение (17) к разностному (дискретному) виду:

$$\mathbf{V}(k+1) = \mathbf{F}\,\mathbf{V}(k), \qquad (20)$$

где $\mathbf{V}(k)$ – расширенный вектор состояния системы в k-й момент времени, $\mathbf{V}(k + 1)$ – расширенный вектор состояния системы в $k + 1$-й момент времени, **F** – матрица перехода из состояния в момент k в новое состояние в момент $k + 1$, $\mathbf{F}=\exp(\mathbf{A}\Delta\mathrm{t})$, Δt – промежуток времени между моментами времени k и $k + 1$. Алгоритм идентификации при определении матрицы **F** представлен на рис. 2.

Аналогичным образом, с помощью алгоритма идентификации могут быть определены коэффициенты для уравнения (3). Раскрыв скобки, получаем следующее уравнение:

$$\frac{\mathrm{d}P_{\text{ВХОДА}}}{\mathrm{dt}}=K_{\text{ВХОДА1}}\cdot G_{\text{ВХОДА}} - K_{\text{ВХОДА2}}\cdot G_{\text{ЗАС.ОГР}}. \qquad (21)$$

Далее, заменяя $K_{ВХОДА}$ на a_{11} и a_{12}, получим уравнение в форме (17). Идентификацию можно проводить непосредственно по нему или предварительно перейти к уравнению (20) и воспользоваться алгоритмом, представленным на рис. 2.

Рассмотренный алгоритм идентификации позволяет определить по экспериментальным данным параметры модели воздушного потока (1–11).

Описание программно-моделирующего комплекса

В рамках проведения работ по идентификации параметров модели был разработан программно-моделирующий комплекс (ПМК), позволяющий проводить параметрическую идентификацию для нахождения коэффициентов дифференциальных уравнений, а также выполнять процедуру получения модельных данных на основе этих коэффициентов. В состав ПМК входят основные модули:

1) модуль чтения данных из файлов;
2) модуль формирования переменных и уравнений;
3) модуль идентификации;
4) модуль моделирования.

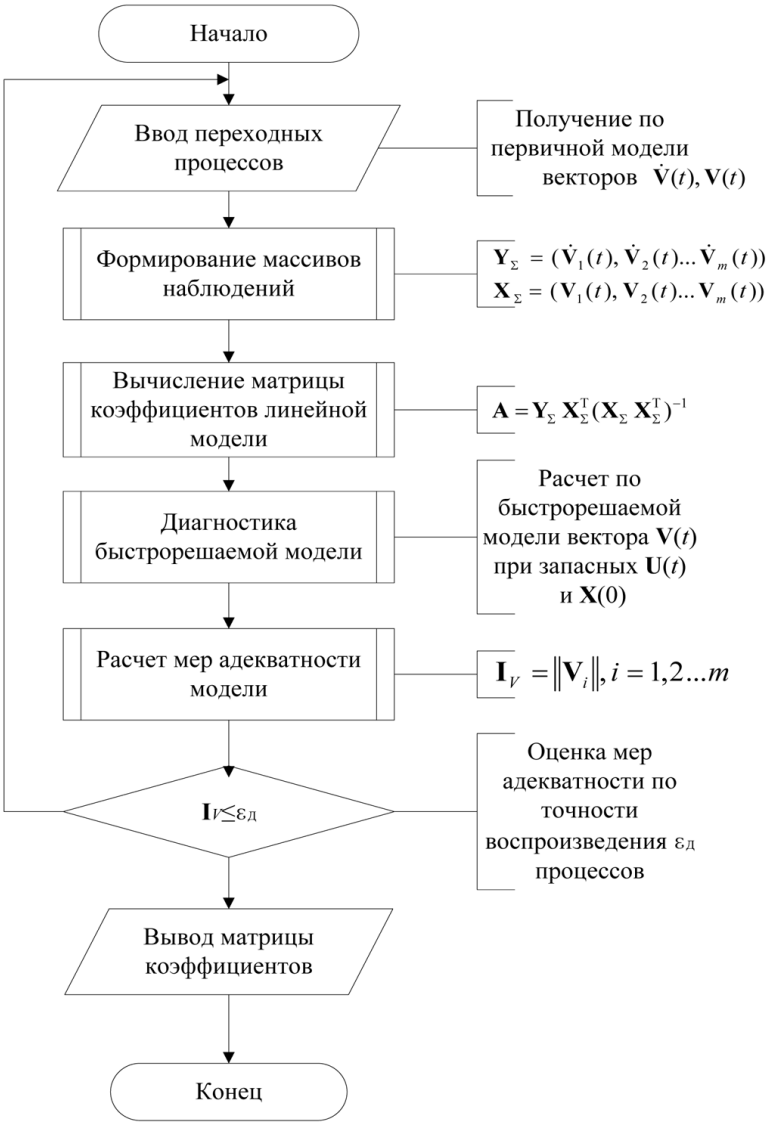


Рис. 2. Алгоритм идентификации

Модуль чтения данных из файлов преобразует данные в удобный для работы формат. Модуль формирования переменных и уравнений позволяет выбрать структуру уравнений пользователю. Модуль идентификации проводит параметрическую идентификацию выбранных уравнений. Модуль моделирования позволяет провести моделирование идентифицированных уравнений и создать новые данные, которые могут быть построены с помощью вспомогательного модуля построения графических характеристик. При наличии необходимого набора экспериментальных данных и информации о структуре уравнений, ПМК позволяет без каких-либо усилий выполнить идентификацию.

Выводы

Для идентификации математической модели воздушного потока используется метод наименьших квадратов, поскольку мы обладаем полной информацией по входу и выходу, однако существует недостаток априорной информации. Недостатки данного метода могут привести к неточностям математической модели, однако модель останется пригодна для использования в качестве основы для проверки существующих устройств управления.

Для процесса идентификации представлен алгоритм идентификации, а также описан программно-моделирующий комплекс, помогающий идентифицировать модель по существующим наборам экспериментальных данных.

Список литературы

1. Ахмедзянов Д.А., Кишалов А.Е., Суханов А.В. Обмен данными между SCADA-системой и системой имитационного моделирования авиационных двигателей в процессе испытаний // Молодой ученый. 2011. Т. 1. № 8. С. 50–53.

2. Любимов Э.В., Исцелемов Д.А., Беляев Н.А., Шайдулин К.О. Разработка программно-аппаратного комплекса для автоматизированных испытаний асинхронных электродвигателей // Автоматизация в электроэнергетике и электротехнике. 2016. Т. 1. С. 200–205.

3. Егорычев О.О., Орехов Г.В., Ковальчук О.А., Дорошенко С.А. Проработка конструкции аэродинамической трубы для проведения аэродинамических и аэроакустических испытаний строительных конструкций // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. строительство и архитектура. 2011. № 4 (25). С. 25–29.

4. Дорошенко С.А., Дорошенко А.В., Орехов Г.В. Определение ветровой нагрузки на трехмерные конструкции с помощью моделирования в аэродинамической трубе // Вестник МГСУ. 2012. № 7. С. 69–74.

5. Жамалов Р.Р., Королев Е.В., Котин А.И. Аэродинамические трубы как инструмент исследования // Вестник НГИЭИ. 2012. № 12. С. 54–62.

6. Исцелемов Д.А., Любимов Э.В. Программный комплекс «smtest» для испытательных станций синхронных турбомашин // Электротехника. 2015. № 11. С. 56–61.

7. Птицин А.А., Скоморохов С.И. Поиск рациональной конструкции полумодели пассажирского самолета для испытаний в аэродинамической трубе // Авиационная промышленность. 2015. № 1. С. 19–22.

8. Лапердин А.И. Программно-аппаратный комплекс автоматизированной системы управления прочностными испытаниями авиационных конструкций // Электротехника. Энергетика. Машиностроение: сборник научых трудов I Международной научной конференции молодых ученых. 2014. С. 96–99.

9. Волощенко О.В., Зосимов С.А., Николаев А.А., Острась В.Н., Серманов В.Н., Чевагин А.Ф. Аэродинамические экспериментальные стенды для испытаний ВРД // Ученые записки ЦАГИ. 2012. № 2. С. 43–54.

10. Килин Г.А., Кавалеров Б.В., Бахирев И.В., Поварницын А.Ю. Идентификация газоперекачивающего агрегата для модельного испытания и настройки системы управления // Вестник Воронежского государственного университета, Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2014. № 1. С. 65–71.

11. Эйхофф П. Основы идентификации систем управления. Оценивание параметров и состояния. М.: Мир, 1975. 685 с.

12. Гроп Д. Методы идентификации систем. М.: Мир, 1979. 304 с.

УДК 004.04

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРИЕМА В ВУЗЫ РОССИИ

[1]Фурсов В.В., [1]Щиголева И.В., [2]Суровцова Т.Г., [3]Пушкин А.И., [1]Овчинкин О.В., [1]Пыхтин А.И.

[1]ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск, e-mail: ovchinkin_o_v@mail.ru;
[2]ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», Петрозаводск, e-mail: tsurovceva@petrsu.ru;
[3]ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта РУТ (МИИТ)», Москва, e-mail: uu@miit.ru

В статье рассмотрены проблемы, с которыми сталкиваются абитуриенты и вузы в современных условиях в рамках приемной кампании: сложность и непрозрачность процедуры приема, риски неправильной подачи абитуриентами согласия на зачисление, ограничение на количество выбираемых поступающими вузов и специальностей, отсутствие системы приоритетов выбора направлений подготовки, необходимость принятия решений абитуриентами в условиях цейтнота и неопределенности. Предложены три подхода к цифровой трансформации процедуры приема в вузы: консервативный, вариация которого используется в Суперсервисе «Поступление в вуз онлайн», эволюционный, основанный на централизации конкурсного отбора во все вузы России в условиях независимых объемов контрольных цифр приема, и революционный, предполагающий проведение всероссийского конкурса по каждому отдельному направлению подготовки в масштабах страны. Приведен сравнительный анализ преимуществ и недостатков каждого подхода в сопоставлении с разрабатываемым в настоящее время Суперсервисом Минобрнауки России «Поступление в вуз онлайн». Показано, что технические средства и алгоритмы для реализации любого из подходов уже созданы. Финансирование процедуры цифровой трансформации возможно как за счет средств Минобрнауки России, так и за счет сэкономленных вузами ресурсов. Спрогнозированы возможные проблемы цифровой трансформации процедуры приема и предложены пути их решения.

Ключевые слова: прием в вуз, цифровая трансформация, высшее образование, абитуриент

DIGITAL TRANSFORMATION OF THE ADMISSION PROCESS TO RUSSIAN UNIVERSITIES

[1]Fursov V.V., [1]Shchigoleva I.V., [2]Surovtsova T.G., [3]Pushkin A.I., [1]Ovchinkin O.V., [1]Pykhtin A.I.

[1]Southwest State University, Kursk, e-mail: ovchinkin_o_v@mail.ru;
[2]Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, e-mail: tsurovceva@petrsu.ru;
[3]Russian University of Transport (MIIT), Moscow, e-mail: uu@miit.ru

The article deals with the problems faced by entrants and universities in modern conditions in the framework of the admission campaign: the complexity and opacity of the admission procedure , the risks of incorrect submission of consent for admission by applicants, the restriction on the number of universities and specialties chosen by incoming applicants, the lack of a system of priorities for choosing areas of training , the need for decision-making by applicants in conditions of time pressure and uncertainty. Proposed three approaches to digital transformation procedure for University admissions: a conservative, a variation of which is used Superservice «admission to the University online» evolutionary, based on the centralization of competitive selection in all the universities of Russia in the conditions independent of the volume of target figures of reception, and revolutionary, involving the conduct of nationwide competition for each direction of training across the country. A comparative analysis of the advantages and disadvantages of each approach in comparison with the currently being developed Superservice of the Ministry of science and high education of Russia «Admission to University online». It is shown that technical tools and algorithms for implementing any of the approaches have already been created. Financing of the digital transformation procedure is possible both at the expense of the Ministry of science and high education of Russia and at the expense of the resources saved by universities. Possible problems of digital transformation of the reception procedure are predicted and ways of their solution are proposed.

Keywords: admission to universities, digital transformation, higher education, enrollee

Стандартизация и жесткая регламентация требований к процедуре приема в вузы со стороны регулятора (Минобрнауки России и Рособрнадзора), связанная с переходом в 2009 г. к повсеместному учету результатов единого государственного экзамена в качестве вступительных испытаний, поэтапному совершенствованию и типизации нормативно-правовой базы, разработкой и внедрением федеральной информационной системы обеспечения проведения государственной итоговой аттестации обучающихся и приема граждан в образовательные организации для получения среднего профессионального и высшего образования (ФИС ГИА и приема) открыли перспективы для рассмотрения вопросов о цифровой трансформации процесса работы с абитуриентами в масштабах России [1, 2].

В связи с этим в 2019 г. Минобрнауки России начало реализовывать амбициозный проект Суперсервиса «Поступление в вуз

онлайн» [3]. Отметим, что подобные эксперименты проводились в 2004 г. Минобразования России [4] и в 2006 г. Рособрнадзором [5], но в итоге оба проекта не получили дальнейшего развития. Аналогичные идеи характерны для государств с аналогичной ЕГЭ системой национальных экзаменов как в бывших республиках СССР, так и в Азии и Латинской Америке [6–8].

Возвращение интереса к теме в рамках концепции Суперсервиса Минобрнауки России связано с рядом существующих проблем вузов и абитуриентов, которые помогла бы решить потенциальная цифровая трансформация процедуры приема в вузы России.

Материалы и методы исследования

Во-первых, существующий процесс приема сложен в организации и во многих ситуациях непрозрачен для абитуриентов. Причем сложившиеся трудности возникли как побочный эффект увеличения роли контроля над вузами со стороны регуляторов в попытке обеспечения большей однозначности и прозрачности для абитуриентов. В 2009 г. абитуриенты могли подавать заявление о приеме в неограниченно число вузов на неограниченное число специальностей в каждом. В результате в вузах увеличилось минимум в 2–3 раза число абитуриентов, хотя в итоге зачисленными осталось примерно то же количество студентов, что и до реформы. Так в Юго-Западном государственном университете (ЮЗГУ) в 2005–2008 гг. подавали документы примерно 1700 человек на 700 бюджетных мест очной формы обучения, а с 2009 г. количество заявлений увеличилось до 3000. Минобрнауки России отреагировало на обращения вузов на резкое увеличение «холостой» работы с оформлением документов абитуриентами ограничением одновременного участия в конкурсе лишь в 5 вузах по 3 направлениям в каждом. Интересно, что для ситуации в ЮЗГУ это на количестве поступающих и заявлений не отразилось.

С точки зрения абитуриента, данное ограничение скорее негативное, так же как и запрет использования вузами системы приоритетов, замененный Минобрнауки России в последние годы на систему согласий на зачисление. Суть системы приоритетов – поступающий расставляет выбранные специальности по убыванию своей заинтересованности в обучении на них (первая в списке – наиболее предпочтительная, последняя – наименее). Зачисление в таком случае осуществляется также строго в соответствии с составленным списком: если абитуриент проходит по конкурсу на 1 специальность, то зачисляется на нее, если не проходит, то рассматривается в конкурсе на 2-й специальности и так далее. Система приоритетов алгоритмизируется, масштабируется в межвузовском конкурсном пространстве, позволяет отказаться от этапов («волн») зачисления, избавляет абитуриентов от необходимости выполнять некоторые действия в условиях ограниченности информации и времени [9]. Единственным недостатком системы приоритетов является возможность того, что абитуриент в своем заявлении о приеме некорректно расставил список своих предпочтений в выборе направлений подготовки и специальностей. По статистике приема в ЮЗГУ с 2005 г. в среднем примерно 1 абитуриент из 1000 обращался в приемную комиссию с претензиями о том, что не разобрался с работой системы приоритетов в момент зачисления.

Во-вторых, в настоящее время абитуриент с высоким баллом ЕГЭ из-за несовершенства действующей процедуры приема, связанной с необходимостью подачи согласия на зачисление до заданного времени в условиях неопределенности (только абитуриенты с очень высокими баллами, занимающие верхние позиции в ранжированных списках поступающих могут точно спрогнозировать результаты своего зачисления), может не поступить на обучение за счет бюджетных средств, неправильно выбрав вуз и (или) направление подготовки для предоставления оригинала документа о предыдущем образовании. Иначе говоря, существует высокий уровень риска, что абитуриент, подав согласие на зачисление в один из выбранных им вузов на одну из трех специальностей, не поступит на бюджетное обучение, несмотря на то, что при другом варианте подачи согласия на зачисление (возможно, внутри того же вуза) поступление на бюджет было реальным вариантом.

В-третьих, так как нормативными документами допускается в один момент времени указывать абитуриенту не более 3 специальностей в не более чем 5 вузах, то поступающему приходится много раз перемещаться между образовательными организациями в период приемной кампании, которые зачастую находятся в разных городах России, что связано с временными и материальными затратами. Во многих случаях абитуриенту не хватает времени для того, чтобы перевезти оригиналы документов из одного вуза в другой.

В-четвертых, в течение некоторого времени абитуриент вынужден находиться в приемной комиссии или непрерывно анализировать конкурсную ситуацию на информационных сервисах вуза для снижения рисков потери потенциального бюджетного места для обучения. К таким ключевым моментам относится дата и время окончания приема согласий о зачислении в вузе. Действующая нормативно-правовая база позволяет вузам использовать различные варианты информирования абитуриентов. Многие вузы стремятся обеспечить максимальную открытость и доступность информации о текущей конкурсной ситуации, в то же время отдельные образовательные организации просто выполняют формальные требования и абитуриентам приходится вручную обрабатывать массивные объемы информации с интернет-сайтов университетов для расчета и прогнозирования своих шансов на поступление.

Для преодоления вышеуказанных проблем предлагается решить следующие задачи: рассмотреть подходы к организации централизованного конкурса в вузы России; предложить алгоритмы для обработки данных абитуриентов в масштабах России; найти источники финансирования для реализации выбранных подходов; оценить необходимость изменения законодательной базы; выбрать платформу для реализации оптимального подхода.

Первый из существующих подходов – консервативный, который заключается в модернизации ФИС ГИА и приема в единую автоматизированную информационную систему для приема в вузы России, т.е. в цифровизации, а не цифровой трансформации действующего порядка приема. Именно этот подход положен в основу разработки Суперсервиса «Посту-

пление в вуз онлайн». В рамках него к классическим вариантам подачи заявления о приеме в вуз (лично, по доверенности, курьером или через Почту России) абитуриентам предоставляется сервис приема заявлений на Едином портале государственных услуг (ЕПГУ), а также в сети многофункциональных центров. Изменение нормативно-правовой базы, за исключением отдельных моментов (замена подачи оригинала документа об образовании на электронное согласие в личном кабинете пользователя Суперсервиса и др.), при этом не планируется. Конкурсный отбор проводится отдельно в каждом вузе по ранее утвержденным контрольным цифрам приема. Реализация подхода вызывает необходимость цифровизации в некоторых сопутствующих сферах деятельности: систематизацию справок об инвалидности, спортивных достижений граждан России и т.д. Отметим, что из-за особенностей действующего порядка приема в вузы процесс цифровизации в данном случае может оказаться гораздо более сложным и затратным, чем цифровая трансформация. Одно из наиболее узких мест – время, связанное с окончанием подачи абитуриентами согласий на зачисление. В эти периоды времени посещаемость сайтов каждого из вузов России увеличивается в несколько раз, так в ЮЗГУ 1 августа 2019 г. портал приемной комиссии посетило более 3000 человек, в том числе более 500 человек в 18:00. Для сравнения трафик 31 июля и 2 августа составил не более 1500 посетителей. Соответственно, реализуя масштабную информационную систему российского уровня, необходимо предусмотреть технические мощности, выдерживающие пиковую нагрузку. При изменении нормативно-правовой базы можно реализовать систему на имеющемся оборудовании ФИС ГИА и приема.

Модель эволюционного подхода предполагает, что в период заявки на прохождение ЕГЭ будущие абитуриенты указывают ранжированный по приоритетам перечень вузов и направлений подготовки (специальностей), на которые хотят поступить. Распределение абитуриентов происходит по ранее утвержденным контрольным цифрам приема вузов, конкурс проводится централизованно по всей России. Подход гарантирует, что абитуриент с достаточным баллом ЕГЭ поступит в наиболее интересующий его вуз из указанного списка приоритетов.

Революционный подход позволяет абитуриентам в период записи на сдачу ЕГЭ указывать ранжированный по приоритетам перечень направлений подготовки (специальностей), на которые они хотят поступить. При этом распределение абитуриентов происходит по направлениям подготовки в масштабах России без необходимости распределения контрольных цифр приема между вузами, «победители» конкурса получают право обучения за счет бюджетных средств.

Результаты исследования и их обсуждение

В табл. 1 оценены преимущества и недостатки каждого из вышеуказанных подходов.

Отметим, что алгоритмы для проведения конкурса в масштабах России уже существуют и апробированы на объемах данных, соответствующих среднегодовому количеству абитуриентов (около 1 миллиона человек). Показано [9], что временные затраты на расчет конкурсной ситуации в масштабах России для любого из выбранных подходов не превышают нескольких минут даже при отсутствии ограничений на количество выбираемых абитуриентами вузов и направлений подготовки. В случае использования Суперсервиса данную обработку информации необходимо делать многократно, при консервативном подходе – перед каждым этапом зачисления, а в других подходах – единожды в год организации приема.

Таблица 1

Особенности использования подходов к процессу приема

Особенность	Суперсервис	Консервативный подход	Эволюционный подход	Революционный подход
Необходимость изменения нормативно-правовых актов	Незначительная	Незначительная	Значительная	Значительная
Необходимость изменения механизма распределения контрольных цифр приема	Нет	Нет	Нет	Да
Предполагаемая технологическая платформа	ФИС ГИА и приема + Госуслуги	ФИС ГИА и приема + Госуслуги	ФИС ГИА и приема + Госуслуги	ФИС ГИА и приема + Госуслуги
Дополнительные затраты на модернизацию информационных систем вузами	Да	Да	Нет	Нет
Количество действий, совершаемое абитуриентом	Большое	Большое	Небольшое	Небольшое
Гарантия зачисления на бюджетные места наиболее подготовленных абитуриентов	Нет	Нет	Да (для выбранных абитуриентом вузов)	Да

Таблица 2

Возможные проблемы цифровой трансформации процедуры приема в вузы и пути их решения

Проблема	Решение
Прием в пределах квоты	В масштабах России выделяются квотные места, на них проводится отдельный конкурс
Прием в магистратуру	Введение единого экзамена для бакалавров / внесение вузами в общую систему не влияющих на другие вузы результатов экзаменов
Нежелание некоторых вузов брать абитуриентов по результатам всероссийского конкурса / прием на творческие направления	Проведение дополнительных вступительных испытаний в избранных вузах (как это реализуется сейчас в вузах, имеющих право проводить дополнительные вступительные испытания профильной направленности)
Прием иностранцев	Прием по ЕГЭ / внесение вузами в общую систему не влияющих на другие вузы результатов экзаменов
Некорректная расстановка приоритетов абитуриентами	Интенсивная разъяснительная работа в школах, как и при выборе предметов ЕГЭ, социальная рекламная кампания
Резкое снижение набора в «нерейтинговых» вузах	Создание крупных научно-образовательных центров и университетских кампусов, путем присоединения / объединения / реформации вузов

Используемые в настоящее время системы (прежде всего ФИС ГИА и приема) содержат персональные данные абитуриентов, их результаты ЕГЭ, количество бюджетных / внебюджетных мест в вузах по направлениям подготовки (специальностям), информацию о победителях / призерах олимпиад школьников. Модификация ФИС ГИА и приема потребует учета таких дополнительных сведений, как приоритеты выбранных абитуриентом вузов / направлений подготовки (система приоритетов отдельных специальностей реализована в ФИС ГИА и приема, но в настоящее время не используется в связи с отменой такой возможности в нормативно-правовой базе), данные о наличии льгот для поступления на места в пределах особой квоты и целевой квоты, данные об индивидуальных достижениях, средний балл аттестата (для приема на программы среднего профессионального образования). Отметим, что организация сбора указанной информации уже предусматривается в рамках проекта Суперсервиса.

Для финансирования реализации данного проекта могут быть привлечены ресурсы, выделяемые ежегодно на поддержку ФИС ГИА и приема и создание Суперсервиса. В случае если ФИС ГИА и приема заменит блок приемной кампании информационных систем вузов, то частичное финансирование можно переложить на вузы за счет экономии их средств на поддержку собственных или сторонних автоматизированных информационных систем и организацию работы приемной комиссии. При этом необходимо будет внести изменения в нормативно-правовую базу в части осуществления порядка приема граждан в вузы. При использовании революционного подхода потребуется также внести изменения в процедуру распределения бюджетных мест между вузами.

В табл. 2 проанализированы возможные проблемы, связанные с цифровой трансформацией процедуры приема в вузы, и возможные пути их решения.

Рассмотрим теперь преимущества предлагаемых подходов к цифровой трансформации процедуры приема в вузы.

Абитуриенты освобождаются от необходимости несколько раз посещать вуз лично для подачи заявления или согласия на зачисление, что приводит к экономии времени и ресурсов на перемещение по территории России. Поступающие получают гарантию зачисления на бюджетное обучение, если хотя бы в один из выбранных вузов абитуриенту хватает баллов по результатам вступительных испытаний.

Вузы сокращают материальные и трудовые затраты на организацию приемной кампании, соответственно, приобретают возможность усилить маркетинговую составляющую.

Минобрнауки России гарантирует зачисление на бюджетное обучение лучших студентов, получает возможность снизить нагрузку на серверы ФИС ГИА и приема в «пиковые» дни, приобретает новый инструмент регулирования численности обучающихся, в том числе на внебюджетной основе, и новый подход к ранжированию вузов и контролю над процедурой приема.

Заключение

Таким образом, в работе рассмотрены проблемы, с которыми сталкиваются поступающие и образовательные организации в рамках приемной кампании: неоднознач-

ность процедуры приема, риски принятия абитуриентами неправильных решений в условиях ограничений по времени и неопределенности, отсутствие системы приоритетов в заявлении о приеме. Предложены три подхода к цифровой трансформации процедуры приема в вузы: консервативный, эволюционный и революционный. Наиболее перспективным с точки зрения оптимальности затрат и получаемых социальных эффектов для абитуриентов представляется реализация эволюционного или революционного подхода. В качестве ядра системы при любом из подходов может быть использована ФИС ГИА и приема, но в случае консервативного подхода потребуется модификация технических мощностей системы для разрешения вопроса пиковых нагрузок в дни подачи абитуриентами согласий на зачисление. Приведены возможные проблемы цифровой трансформации процедуры приема и пути их решения.

Список литературы

1. Pykhtin A.I., Emelyanov I.P. Prospects of creating a unified information system for admission to universities in Russia. International Journal of Recent Technology and Engineering. 2019. T. 7. № 5 S2. P. 299–301.

2. Гольдин А.М. Государственная автоматизированная система «Абитуриент»: концепция и пути реализации // Известия Уральского федерального университета. Серия 1: Проблемы образования, науки и культуры. 2017. Т. 23. № 4 (168). С. 190–193.

3. Поступление в вуз онлайн. Официальный сайт о суперсервисах. 2020 [Электронный ресурс]. URL: https://www.gosuslugi.ru/superservices/university (дата обращения: 29.02.2020).

4. Епанчинцева О.Л. Апробация ОМГУ автоматизированной системы «Единый конкурсный прием» // Открытое и дистанционное образование. 2004. № 4 (16). С. 101–103.

5. Письмо Рособрнадзора от 26 мая 2006 г. № 01-295/08-01 «Об участии вузов и ссузов в опытной эксплуатации АИС ЕСП в 2006 году» [Электронный ресурс]. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/6224544/ (дата обращения: 29.02.2020).

6. Гурулева Т.Л. Система образования в Китайской народной республике: структура и основные направления развития // Высшее образование в России. 2017. № 7. С. 152–164.

7. Багдасарян А.Г. Становление национальной системы оценки качества образования в Армении // Качество образования в Евразии. 2016. № 4. С. 33–53.

8. Fajnzylber E., Lara B., Leon T. Increased learning or GPA inflation? Evidence from GPA-based university admission in Chile. Economics of Education Review. 2019. Vol. 72. P. 147–165.

9. Пыхтин А.И., Овчинкин О.В. Математическая модель и алгоритм проведения централизованного конкурса в вузы России // Известия Юго-Западного государственного университета. 2018. № 1 (76). С. 45–52.

УДК 0049:658.562.012.7

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ОСНОВАНИИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Фурсов С.А., Киров А.В.

ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (РТУ МИРЭА), Москва, e-mail: glarbb@mail.ru

В данной статье рассмотрена необходимость проведения оценки результативности процессов системы менеджмента качества организации для повышения качества принятия управленческих решений, что направлено на повышение конкурентоспособности продукции. Предложен способ оценки результативности СМК при помощи программных средств, осуществляющих сбор и обработку статистических данных, получаемых в ходе процесса производства изделий электронной техники. Необходимо отметить, что при процессе производства изделий электронной техники (электроники) проблема обращения с документированной информацией является весьма актуальной. В качестве одного из методов оценки результативности процесса производства выбран показатель оценки стабильности технологического процесса, позволяющий объективно оценить эффективность отдельных технологических процессов производства изделий электронной техники. Оперативное получение данных о стабильности технологического процесса позволяет своевременно осуществлять корректирующие воздействия. Также представлены макеты программных средств, разработанных с целью автоматизации большого объема статистических данных, получаемых в ходе функционирования процессов СМК. Программные средства разработаны при помощи форм графического интерфейса пользователя (GUI) и языка программирования Python. Преимущество использования выбранного языка программирования при обработке данных, получаемых в ходе функционирования процессов СМК, изложены в статье. Оценка результативности процессов системы менеджмента качества организации может применяться при формировании системы управления полным жизненным циклом изделия, основанной на применение информационных технологий.

Ключевые слова: система менеджмента качества, СМК, автоматизация, результативность, стабильность процесса, статистические данные, Python, контрольные карты

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM ON THE BASIS OF STATISTICAL DATA USING SOFTWARE

Fursov S.A., Kirov A.V.

MIREA – Russian Technological University, Moscow, e-mail: glarbb@mail.ru

This article considers the need to assess the effectiveness of the processes of the quality management system of the organization to improve the quality of management decisions, which is aimed at improving the competitiveness of products. A method for assessing the effectiveness of QMS using software tools that collect and process statistical data obtained during the production process of electronic products is proposed. It should be noted that during the production of electronic products (electronics) the problem of handling documented information is very relevant. As one of the methods of assessing the effectiveness of the production process, the indicator of assessing the stability of the technological process is selected, which allows to objectively assess the efficiency of individual technological processes of production of electronic products. Prompt receipt of data on the stability of the technological process allows timely corrective actions. Also presented are models of software tools designed to automate a large amount of statistical data obtained during the functioning of QMS processes. The software tools are developed using forms of the graphical user interface (GUI) and the Python programming language. The advantage of using the selected programming language in the processing of data obtained during the functioning of the QMS processes are described in the article. Evaluation of the effectiveness of the processes of the organization's quality management system can be used when organizing a management system for the entire product life cycle based on the use of information technologies.

Keywords: quality management system, QMS, automation, efficiency, process stability, statistics, Python, control cards

Результативность систем менеджмента качества (СМК) строится за счет оценки достижения плановых показателей, установленных организацией, за определенные интервалы времени, а также за счет оценки стабильности процессов (процедур) функционирующих в системе менеджмента качества. Важность оценки результативности обусловлена необходимостью своевременной выработки корректирующих воздействий и недопущения снижения качества продукции.

Необходимость проведения оценки результативности процессов СМК определена требованиями стандарта ГОСТ Р ИСО 9001 и обусловлена:

– выявлением причин, влияющих на результативность СМК и разработка предупреждающих (корректирующих) действий;

– оценкой правильности принятых управленческих решений;

– оценкой результативности отдельных процессов СМК с целью предотвращения

комплексных проблем и оценки влияния отдельных процессов на СМК организации в целом;

– корректировкой плановых показателей по результатам деятельности в отчетном периоде;

– оценкой соответствия деятельности организации действующим документам по стандартизации.

Информация, используемая для оценки результативности СМК организации в соответствии с требованиями стандарта должна быть документированной. Информация является свидетельством полученных результатов [1].

Данными для оценки результативности, как правило, являются показатели процессов, полученные в ходе мониторинга и измерений показателей продукции, а также показатели анализируемые в целях оценки достижения запланированных целей. Использование результатов внутренних аудитов возможно для оценки результативности СМК, но с учетом достижения целей в области качества, анализа удовлетворенности потребителей и корректирующих воздействий.

Цель исследования состоит в обосновании целесообразности проведения оценки результативности процессов системы менеджмента качества организации с применением современных программных средств. Для достижения поставленной цели на языке программирования Python разработано программное обеспечение для обработки статистических данных и оценки результативности СМК.

Материалы и методы исследования

Оценку результативности представляют руководству организации для принятия решений об осуществлении корректирующих воздействий. Исходя из этого возникает необходимость применения статистических методов контроля качества, как наиболее объективного источника получения информации, показавших свою эффективность в управлении качеством [2, 3].

Большое количество данных, получаемых в результате функционирования элементов СМК, нуждаются в автоматизации, с применением покупного программного обеспечения или собственной разработки, так как средства MS Office, зачастую используемые в организации, не позволяют обеспечить оперативную обработку и анализ информации.

В настоящее время широкое распространение получили автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП), в частности: SCADA, Simplicity, Simatic WinCC и другие [4]. Однако, модули управления СМК в данных программных средствах не предусмотрены, также программные продукты не учитывают специфику производства изделий электронной техники.

Для решения этой задачи возможно использование программного обеспечения STATISTICA, 1C, TechnologiCS, MATLAB, MATCAD и других. Необходимо отметить, что эти программные продукты требуют настройки и интеграции в действующую информационную среду предприятия.

Возможным программным решением может стать IBM Rational Quality Manager™. Стоит отметить, что этот программный продукт для небольших организаций может показаться громоздким с большим набором функций, которые не используются. В связи с этим большинство производителей электронной техники отдают предпочтение программным средствам собственной разработки.

Использование скрипта, написанного на языке Python, позволяет получать файлы, в частности общепринятые форматы .txt, .rtf, .docx, .xlsx, что дает значительное преимущество в универсальности их использования на любых компьютерах и мобильных устройствах.

Например, при осуществлении операции монтажа кристалла интегральных микросхем на клей в соответствии с технологическим процессом контролю подлежат следующие параметры: внешний вид кристалла и поверхности, точность монтажа кристалла, контроль прочности крепления кристалла, контроль поверхности перед разваркой внутренних проволочных соединений.

Также должен осуществляться анализ параметров, влияющих на процесс, в частности параметры микроклимата помещений, температура рабочей поверхности, время присоединения, время сушки и усилие при наклейке. Результаты контроля оформляются в виде протоколов операционного контроля или сопроводительных листов, тем самым осуществляется документирование информации.

Существующие методы входного и технологического контроля пластин и структур полупроводниковых приборов в большинстве случаев подразумевают сплошной контроль и регистрацию полученных значений при помощи современных средств измерений. В случае проведения входного контроля и испытаний полученные данные подлежат документированию [5, 6].

Исходя из вышеизложенного, организация на выходе процесса получает большой объем документированной информации, нуждающейся в обработке при помощи программных средств (средств автоматизации). При использовании программных средств для оценки результативности процессов предложен алгоритм, представленный на рис. 1. На основе алгоритма разработано на языке программирования Python программное средство. Алгоритм описывает порядок действий при автоматизации того или иного процесса с последующей оценкой его результативности, что отражено в разработанном программном обеспечении. Также реализована оценка результативности мер, осуществляемых в результате корректирующих воздействий.

Для оценки стабильности и настроенности технологического процесса целесообразно использование контрольных карт. Контрольная карта позволяет выявить отклонения технологического процесса от заданных требований.

При построении X-карты (карта средних значений) рассчитывается среднее значение для выборки, среднее квадратическое отклонение. Осуществляется построение центральной линии, верхней и нижней контрольной границы [7].

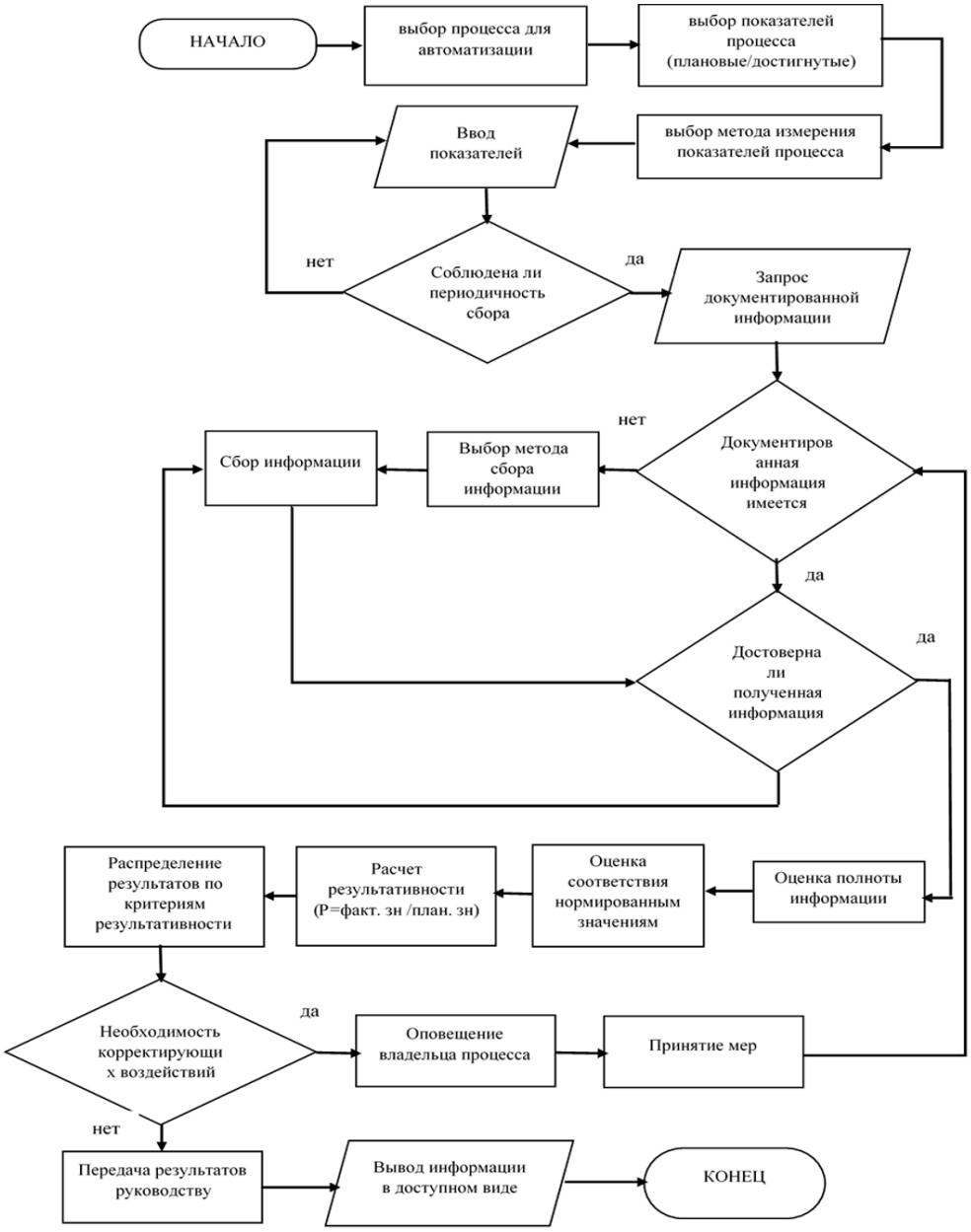


Рис. 1. Алгоритм автоматизации оценки результативности при помощи программных средств

При небольшом количестве контролируемых параметров технологического процесса построение контрольных карт не составляет большого труда и задача решается посредством MS Excel. Однако, учитывая большое количество получаемых данных для составления контрольной карты некоторых процессов, потребуется использование программных средств собственной разработки. Разработка собственного программного обеспечения позволит полноценно использовать SQL и обрабатывать данные практически любого объема. Получаемые статистические данные возможно использовать при оценке результативности процессов СМК. Реализация оценки результативности СМК при помощи информационных технологий на основе статистических данных с учетом автоматизации позволяет сократить время функционирования процессов и снизить затраты за счет экономии человеческих ресурсов [8].

Необходимо выделить существующие методы оценки результативности СМК:

– экспертная оценка, проводимая с учетом коэффициента конкордации;

– балльная оценка;

– путём оценки экономической эффективности СМК (Эффективность = Результат/Затраты);

– оценка на основе сбалансированной системы показателей;

– оценка взаимосвязи экономических показателей и удовлетворенностью потребителя (на основе SQI и ACSI);

– соотношение полученных результатов и затрат с учётом прироста продукции надлежащего качества;

– оценка по средневзвешенным показателям (весовые коэффициенты формируются экспертным путём) [9].

Как правило, организации проводят оценку результативности в лучшем случае один раз год, а в некоторых случаях непосредственно перед проведением сертификации. Получение оценки с такой периодичностью не позволяет оперативно получать объективные данные о результативности и своевременно осуществлять корректирующие воздействия.

Учитывая вышеизложенное, наиболее трудоемкими и сложными в оценке результативности являются процессы СМК, связанные с производством продукции, которые нуждаются в постоянном мониторинге. На примере производства изделий электронной техники наиболее трудоемкими являются процессы оценки по показателям точности, стабильности и настроенности технологических процессов.

Технологические процессы могут оцениваться по показателям точности, стабильности и настроенности, по формулам (1)–(3) [10].

$$К_T = \frac{6S}{\delta} \le 1, \quad (1)$$

$$К_н = \frac{\overline{x} - x_\delta}{\delta} \to 0, \quad (2)$$

$$К_с = \frac{S_{t1}}{S_{t2}} \to 1, \quad (3)$$

где δ – допуск на параметр;

x_δ – середина поля допуска;

S_{t1} – среднее квадратическое отклонение в фиксированный момент времени t1;

S_{t2} – среднее квадратическое отклонение в фиксированный момент времени t2.

В соответствии с требованиями комплекса государственных стандартов, распространяющихся на изделия электронной техники, в частности интегральные схемы, параметры точности и стабильности технологических процессов выражены через показатель процента выхода годных. Данный показатель может быть взят за основной, характеризующий показатели технологического процесса.

Оценка точности технологического процесса может определяться по формуле

$$P_в \ge P_{доп} = \frac{\left(P_0 + U_{p=1-\alpha}\sqrt{\frac{P_0(100-P_0)}{n}}\right)}{100}, \quad (4)$$

где $P_в$ – доля годных изделий по результатам контроля выборки изделий объемом n из производственной партии;

$P_{доп}$ – нижняя допустимая граница доли годных изделий;

$U_{p=1-\infty}$ – p – квантиль стандартного нормального распределения при уровне значимости α ≤ 0,05.

Оценка стабильности технологического процесса может определяться по формуле

$$К_{с.о} \le \chi^2_{v=m-1,\,p=a}, \quad (5)$$

где $К_{с.о} = \sum_{i=1}^{m} n_i \frac{(P_i - \overline{P})^2}{\overline{P}(1-\overline{P})}$ – коэффициент общей стабильности;

$P_i = \frac{k_i}{n_i}$ – доля годных изделий в i-выборке;

k_i – количество годных изделий в i-выборке;

$\overline{P} = \frac{(\sum_{i=1}^{m} k_i)}{(\sum_{i=1}^{m} n_i)}$ – средняя доля годных изделий в совокупности проконтролированных выборок;

$\chi^2_{v=m-1,\,p=a}$ – p-квантиль χ^2 – распределения при степени свободы $v = m - 1$ и уровне значимости α ≤ 0,05.

Учитывая большое количество технологических процессов и получаемых данных о количестве годных в оцениваемых выборках, использование программных средств, разработанных, в частности, при помощи языка программирования Python, значительно облегчает задачу обработки статистических данных для оценки результативности.

Результаты исследования и их обсуждение

Для оценки результативности и получения статистических данных использовано разработанное авторами программное средство «Автоматизированный контроль качества». Использование программного средства на автоматизированных рабочих местах (АРМ) служб контроля качества позволяет значительно снизить трудоемкость оценки результативности СМК.

Выбор Python в качестве языка программирования для обработки статистических данных и оценки результативности СМК на их основе обусловлен рядом преимуществ:

– простота создания и настройки графических интерфейсов (GUI) и широкие возможности для автоматизации, в том числе обработки документов программ MS Office;

– удобство работы с библиотеками, разработанными для обработки и визуализации математических данных, в том числе большие возможности обработки Big Data;

– динамическая типизация и другие [11, 12].

Учитывая удобство обработки данных при помощи программных средств, созданных с использованием языка программирования Python, можно определить мероприятия, способствующие осуществлению автоматизации оценки результативности процессов СМК и СМК в целом:

– интеграция разработанного программного обеспечения в информационную среду предприятия, ведение электронного документооборота и электронных форм документов и защита информации [13];

– управление проектами при помощи автоматизированных систем;

– создание «цифровых двойников»;

– возможность работы с автоматизированных рабочих мест, а также при помощи носимых (мобильных) устройств, а также простота и интерактивность форм для ввода информации;

– предусмотреть возможность использования программного обеспечения собственной разработки или бесплатно распространяемых программных продуктов.

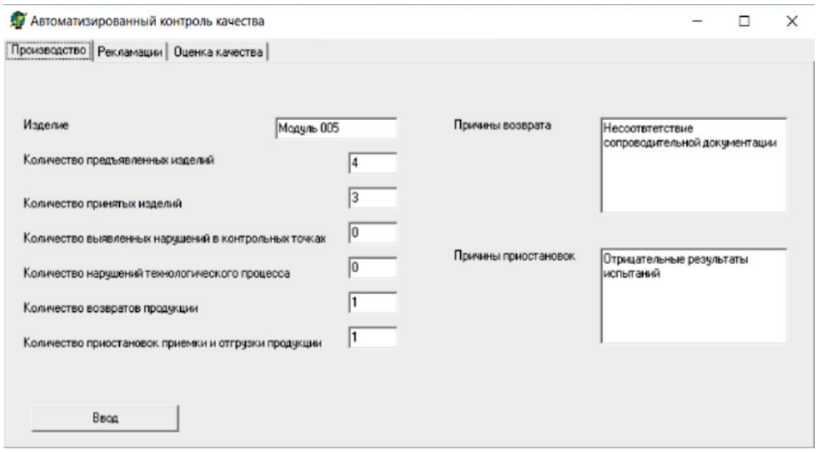


Рис. 2. Форма ввода данных программного средства «Автоматизированный контроль качества»

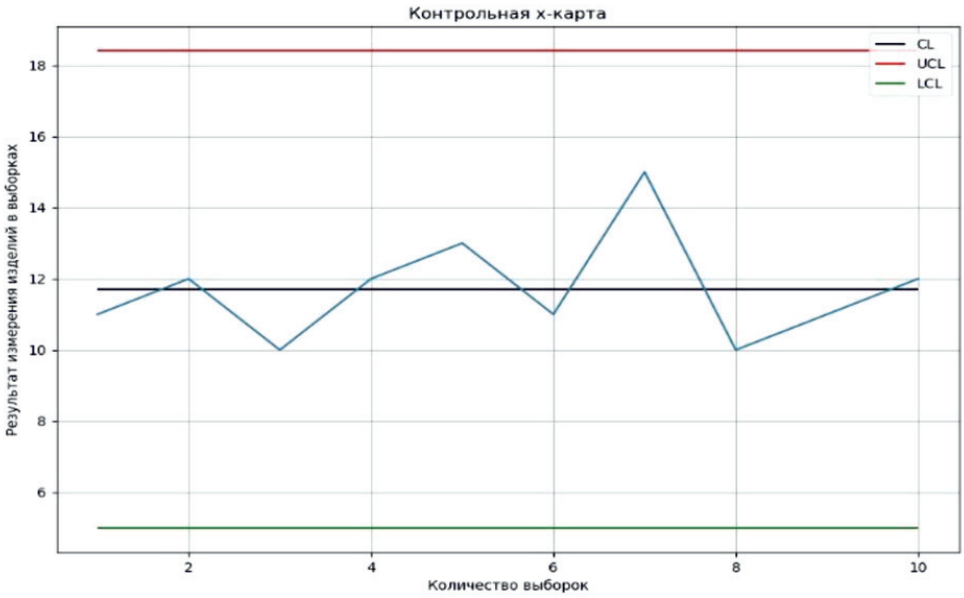


Рис. 3. Построенная при помощи программного средства «Автоматизированный контроль качества» контрольная X-карта

Выводы

В результате можно сделать вывод, что современные СМК нуждаются в большом объеме документированной информации и применении статистических методов управления (контроля) качеством, по результатам которых принимаются управленческие решения.

Научная новизна использования программных средств автоматизации, построенных на Python, позволяет упростить получение и обработку данных для оценки результативности процессов СМК, использование в менеджменте качества результатов обработки и анализа Big Data. При автоматизации оценки результативности СМК повышается качество принятия управленческих решений за счет возможности мониторинга процессов в реальном времени, тем самым разработка и анализ корректирующих воздействий может осуществляться в короткие промежутки времени. В связи с вышеизложенным разработанное программное обеспечение, реализующее алгоритм автоматизации оценки результативности СМК, целесообразно использовать при «лоскутной автоматизации» или автоматизации СМК небольших предприятий с целью сокращения трудовых затрат.

Использование программного обеспечения, автоматически обрабатывающего статистические данные, позволит значительно сократить затраты человеческих ресурсов организации производителей изделий электронной техники.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 9001–2015 Системы менеджмента качества. Требования. М.: Стандартинформ, 2018. 32 с.

2. Бородачев С.М. Статистические методы в управлении качеством: учебное пособие». Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2016. 87 с.

3. Aral, Sinan and Brynjolfsson, Erik and Wu, D.J., Which Came First, it or Productivity? Virtuous Cycle of Investment and Use in Enterprise Systems. Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=942291. DOI: 10.2139/ssrn.942291.

4. Минин П.Е., Конев В.Н, Сычев Н.В., Крымов А.С., Савчук А.В., Андряков Д.А. Анализ существующих автоматизированных систем управления технологическим процессом // Спецтехника и связь. 2014. № 1. С. 29–37.

5. Груздов В.В., Колковский Ю.В., Концевой Ю.А. Контроль новых технологий в твердотельной СВЧ электронике. М.: ТЕХНОСФЕРА, 2016. 328 с.

6. ГОСТ 24297-2013 Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля. М.: Стандартинформ, 2016. С. 4.

7. ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015 Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта. М.: Стандартинформ, 2018. 42 с.

8. Фурсов С.А., Киров А.В. Основные подходы автоматизации оценки результативности СМК предприятия – производителя радиоэлектронной аппаратуры // Материалы Международной научно-технической конференции, INTERMATIC–2017, 2017. М.: МИРЭА, 2017. ч. 1. С. 1326–1329.

9. Швец В.Е. К вопросу определения результативности и эффективности СМК // Стандарты и качество. 2004. № 6. С. 4–8.

10. Р 50-601-20-91 Рекомендации по оценке точности и стабильности технологических процессов (оборудования). М.: ВНИИС, 1991. 30 с.

11. Программные библиотеки Python. [Электронный ресурс]. URL: https://www.python.org (дата обращения: 10.02.2020).

12. Свейгарт Э. Автоматизация рутинных задач с помощью Python: практическое руководство для начинающих. М.: Издательский дом «Вильямс», 2016. 581 с.

13. Глухова Л.В., Митрофанова Я.С. Управление информационным развитием предприятий с использованием инструментов стандартизации // Вестник ВУиТ. 2017. № 2. С. 74–81.

УДК 621.822.574

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО СТЕНДА ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ РОТОРНЫХ СИСТЕМ

Хвостиков А.С.

ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», Комсомольск-на-Амуре, e-mail: knastu@list.ru

Исследование динамических характеристик прецизионных аэростатических подшипников является важной научной проблемой. Динамические характеристики обеспечивают устойчивость работы механизма. Бесконтактные подшипники плохо поддаются теоретическим исследованиям динамических характеристик, вследствие большого числа факторов, влияющих на результат исследований. В статье рассматривается проблема измерения биения ротора, установленного на прецизионные аэростатические подшипники. При измерении вибрации бесконтактными датчиками (индуктивными или оптическими) на результат измерения влияют погрешности формы ротора и погрешности структуры материала. Для компенсации погрешности формы ротора используют специально изготовленную прецизионную оправку, закрепленную на роторе. Метод измерения оказывает влияние на динамическую неустойчивость. Предложен метод компенсации погрешностей обработки ротора и несовершенства структуры материала, заключающийся в вычитании из измеренного сигнала движения оси ротора предварительно определенной поправки. Метод представляет собой способ, позволяющий значительно сократить себестоимость исследовательского стенда и исключающий необходимость изготовления прецизионной оправки, крепящейся на роторе и вносящей вклад в увеличение вибрации. Сравнительный анализ биения ротора, измеренного с помощью предложенного метода и методом прецизионной оправки, дает разброс значений не более 10%.

Ключевые слова: аэростатические опоры, высокоскоростные роторные системы, измерительный стенд, биение, аттрактор

IMPROVEMENT OF THE MEASURING STAND FOR RESEARCHING THE DYNAMICS OF HIGH-SPEED ROTARY SYSTEMS

Khvostikov A.S.

Federal State-Financed Educational Institution of Higher Learning «Komsomolsk-on-Amur State University», Komsomolsk-on-Amur, e-mail: knastu@list.ru

The study of the dynamic characteristics of precision aerostatic bearings is an important scientific problem. Dynamic characteristics ensure the stability of the mechanism. Contactless bearings do not lend themselves well to theoretical studies of dynamic characteristics, due to a large number of factors that affect the result of research. The article deals with the problem of measuring the runout of a rotor mounted on precision aerostatic bearings. When measuring vibration with non-contact sensors (inductive or optical), the measurement result is affected by errors in the shape of the rotor and errors in the structure of the material. To compensate for the error in the shape of the rotor, a specially made precision mandrel fixed to the rotor is used. The measurement method affects the dynamic instability. A method for compensating rotor processing errors and imperfections in the material structure is proposed.this method consists in subtracting a pre-determined correction from the measured signal of the rotor axis movement. The method is a method that significantly reduces the cost of the research stand and eliminates the need to manufacture a precision mandrel that is attached to the rotor and contributes to increased vibration. A comparative analysis of the rotor runout measured using the proposed method and the precision mandrel method gives a spread of values of no more than 10%.

Keywords: aerostatic bearing, high-speed rotary systems, measuring stand, runout, attractor

В современном машиностроении все большее применение находят высокоскоростные роторные системы. Высокоскоростные роторные системы более производительны по сравнению с аналогичными механизмами с более низкими скоростями. Так, например, увеличение частоты вращения электрической машины позволяет при сохранении магнитных сил сократить диаметр ротора в квадратичной зависимости, что значительно снижает массогабаритные показатели. Проектирование высокоскоростных роторных машин является актуальной задачей машиностроения.

При проектировании высокоскоростных роторных систем встает вопрос обеспечения устойчивости их работы. При работе ротора на подшипниках его ось подвижна (траекторию оси называют кривой подвижного равновесия). Смещение ротора относительно оси симметрии опор в результате действия сил тяжести и других внешних сил при вращении обуславливает появление центробежной силы инерции. Кроме этого в опорах возникают и динамические силы, источником которых является смещение ротора относительно положения статического равновесия [1, 2].

Решение этой задачи возможно только при экспериментальном исследовании. Основой методического подхода к определению устойчивости роторных систем является оценка характеристик круговых траекторий заданных фиксированных точек, расположенных на вспомогательных базах ротора, определяющих положение исполнительных и приводных механизмов. Необходимость измерения биения ротора, в особенности на бесконтактных опорах, широко освещена не только в научных работах [3–5], но и во всевозможных нормативных документах, например [6–8].

Однако не всегда средства измерения позволяют осуществить непосредственное определение положения указанных точек [1, 2]. Биения роторов на аэростатических подшипниках или на активных магнитных подвесов достигают 50 нм [9] Точность работы бесконтактных опор повышается, однако точность измерения растет не столь стремительно, что связанно с достижением так называемой нанометровой точности.

В случае измерения круговой траектории нанометровой точности практически невозможно обеспечить прослеживаемость измерения. Требуемых национальных либо международных стандартов просто не существует, а необходимая инфраструктура измерений не развита. В обеспечение нормативно-методической базы измерения биения ротора разработаны, введены и последовательно вводятся в действие национальные стандарты.

Одним из основных средств измерения биения являются датчики перемещения. Датчики перемещения бывают как бесконтактными, так и контактными. Также они могут быть устроены таким образом, чтобы измерять перемещения через интегрирование скорости или ускорения. Существует множество видов датчиков перемещения, способных достигать разрешения порядка нанометров и менее: интерференционные, емкостные, индуктивные, оптические, оптоволоконные, пьезоэлектрические и др. датчики [10].

В основном в системах измерения микроперемещений роторов высокоскоростных роторных систем применяют лазерные интерферометры и индукционные датчики. В сочетании с быстродействующим счетчиком лазерный интерферометр отвечает всем требованиям, предъевлямым к измерительным преобразователям для измерения перемещений: имеет высокие точность и стабильность, высокую скорость света, возможность введения поправок на условия внешней среды и т.п.

К существенным недостаткам лазерных интерферометров относится большая чувствительность лазеров и оптической системы интерферометров к вибрациям, ударам и другим механическим воздействиям, колебаниям температуры и составу среды, а также неприемлемо большие габариты датчиков.

Опыт эксплуатации индукционных датчиков свидетельствует о том, что они надежны, легки в монтаже, не требуют при изготовлении дорогостоящих материалов, имеют простую конструкцию, малые габариты и массу. Благодаря этим достоинствам индуктивные датчики успешно применяются в различных областях техники. Недостатком индукционных датчиков является чувствительность к структуре металла.

Современные индукционные датчики выпускают ведущие зарубежные фирмы США, Европы и Японии: Tesa (Швейцария), Mahr (Германия), MITUTOYO (Япония), Marposs (Италия) и др. В России индукционные датчики различного назначения разрабатывают и выпускают множество приборостроительных организаций и фирм. Наиболее крупными являются: «НИИизмерения» (г. Москва), «РОБОКОН» (г. Москва), завод «Измерон» (г. Санкт-Петербург) и ООО «Микромех» (г. Санкт-Петербург).

Индукционные датчики, широко применяемые при измерениях перемещений ротора чувствительны к материалу измеряемого объекта и должны калиброваться отдельно для каждых материалов. Для обеспечения их надлежащей работы также требуется определенная толщина измеряемого материала (как правило, это доли миллиметра в зависимости от рабочей частоты). В то время как их разрешение может достигать нанометров, их рабочий диапазон обычно составляет несколько миллиметров. Рабочая частота индуктивных датчиков может составлять 100 кГц и более. Исходя из проведенного анализа характеристик индукционных датчиков, можно отметить о возможности их применения в измерении биения ротора на бесконтактных опорах при работе на высоких частотах вращения.

Проведя анализ разработанных стендов для экспериментального исследования экспериментального определения параметров и характеристик круговых траекторий роторных систем, можно сделать вывод о необходимости применения прецизионных оправок.

Применение прецизионных оправок на высокоскоростных роторных системах сталкивается с рядом трудностей. Оправка крепится на подвижном соединении, чтобы регулировкой исключить погрешность формы и соосности, что влечет

за собой появление дисбаланса. Дисбаланс на больших частотах вращения вносит значительный вклад в потерю устойчивости роторной системы. При этом никакие изменения конструкции измерительной системы не должны ухудшать эксплуатационные характеристики роторной системы в целом.

Целью исследования является разработка метода измерения биения ротора на прецизионных бесконтактных опорах с учетом влияния погрешности формы и структуры материала без использования прецизионных оправок.

Описание экспериментального стенда

Для исследования колебания оси ротора устанавливают индуктивный датчик перемещения 4 на стационарную опору (рис. 1). Вращение вала 2 на исследуемых бесконтактных опорах 7 выполняют с помощью турбинного привода 3. Для комплексного исследования стенд оснащают консольным нагружающим устройством. Бесконтактная опора нагружающего устройства 5 нагружается силой поршня 8. Давление, подаваемое на поршень, регулирует усилие нагружения. Частота вращения определяется с помощью фазохронометрического отметчика.

На рис. 2 изображена круговая траектория движения вала без прецизионной оправки с погрешностью вала порядка 5 мкм. Траектория вала стабильна, однако как таковых перемещений центра вала не происходит. Во время эксперимента происходит регистрация только кумулятивной погрешности – вызванной погрешности формы и неравномерностью свойств материала, так как вибрация оси ротора незначительна.

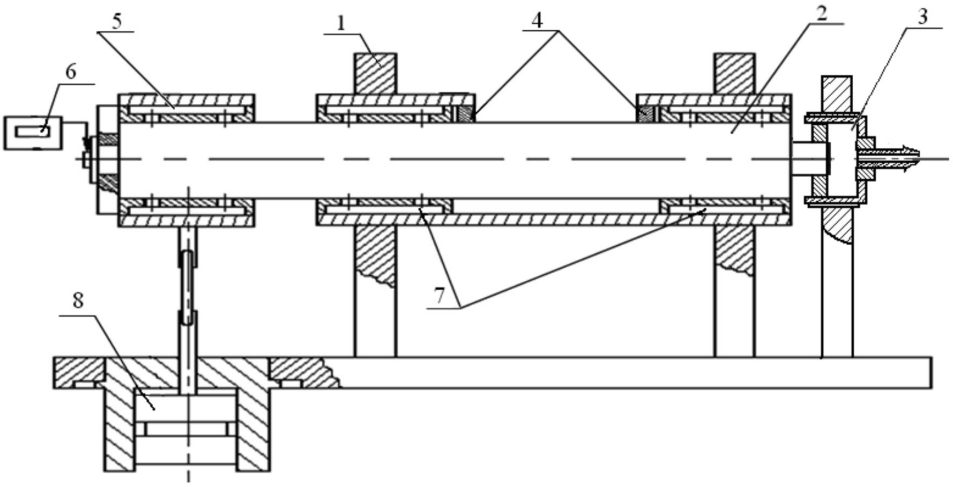


Рис. 1. Конструкция экспериментального стенда

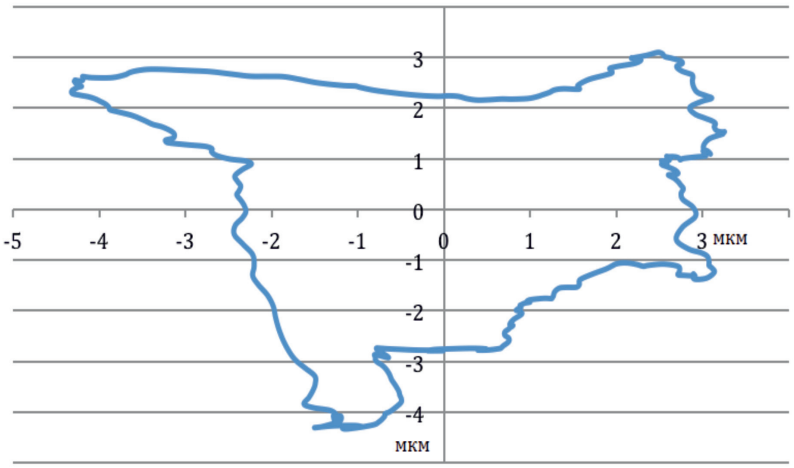


Рис. 2. Круговая траектория вала с погрешностью формы и неравномерностью свойств материала

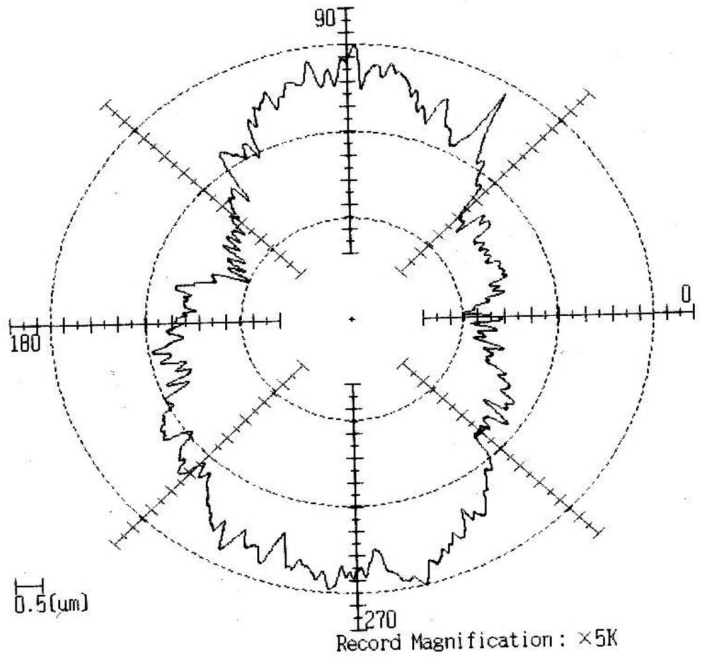


Рис. 3. Круглограмма отклонения от округлости формы ротора

На рис. 3 представлена круглограмма отклонения от округлости формы ротора в зоне измерения круговой траектории индукционными датчиками. Анализ круглограммы и сравнение ее с круговой траекторией вала с погрешностью формы и неравномерностью свойств материала при незначительной вибрации центра ротора позволяет сделать вывод о необходимости учета не только погрешности формы при контроле круговой траектории, но и погрешности неравномерностью свойств материала.

В КнАГУ используется методика компенсации погрешности формы и неравномерностью свойств материала вала, которая заключается в следующем:

– Регистрации круговой траектории при минимальной скорости и отклонениях оси вала.

– Усреднение по нескольким траекториям погрешности формы и неравномерности свойств материала вала.

– Определение по сигналу отметчика реального положения поворота исследуемого вала для каждой точки измеренной круговой траектории, отображающей погрешность формы и неравномерность свойств материала вала.

– По предварительно построенной круговой траектории вала с погрешностью формы и неравномерностью свойств материала при отсутствии возмущающего воздействия получают сигнал отклонения формы вала с учетом физических свойств вала. Применение прецизионных кругломеров не дает достоверных результатов, так как в этом случае не учитываются внутренние свойства материала вала.

– Круговую траекторию разбивают на участки (число участков определяется исходя из требуемой точности измерения) и для каждого участка получают функцию погрешности формы и неравномерности свойств материала вала.

– При регистрации сигнала во время проведения экспериментальных исследований динамики опор определяется положение поворота исследуемого вала для каждой точки исследуемой круговой траектории и вычитают соответствующее значение функции погрешности формы и неравномерности свойств материала вала.

На рис. 4 представлена форма траектории оси ротора за вычитанием погрешности формы, показывающие возможности метода вычитания погрешности формы и несовершенства структуры материала.

Выводы

Разработанная методика позволяет компенсировать погрешность формы неравномерностью свойств материала ротора без применения дорогостоящей аппаратуры лазерной интерферометрии и образцовых оправок.

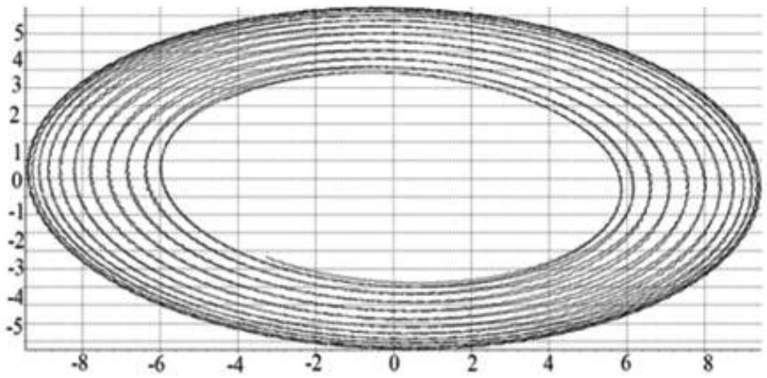


Рис. 4. Форма траектории оси ротора на газостатических подшипниках

Однако при этом остаются погрешности, не связанные с датчиками перемещений, а зависящие от правильности сборки прибора контроля биения ротора, как, например, косинусная погрешность. По данным [2] величина таких погрешностей может достигать нескольких нанометров, что значительно превышает предел ожидаемой точности измерения.

Список литературы

1. Хвостиков А.С., Космынин А.В. Динамический анализ судовых энергетических установок // Фундаментальные исследования океанотехники и морской инфраструктуры: Теория. Эксперимент. Практика: материалы Междунар. науч.-техн. конф., (Комсомольск-на-Амуре, 12–16 мая 2015 г.). Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2015. С. 208–210.

2. Khvostikov A.S., Kosmynin A.V., Shchetinin V.S., Smirnov A.V., Ivanova N.A. A technique of determining the trajectory of a high-speed rotor Measurement Techniques. 2016. vol. 59. no 3. P. 239–242.

3. Потапов В.Т., Жамалетдинов М.Н., Жамалетдинов Н.М., Мамедов А.М., Потапов Т.В. Волоконно-оптическое устройство для измерения абсолютных расстояний и перемещений с нанометровым разрешением // Приборы и техника эксперимента. 2013. № 5. С. 103–107.

4. Сабиров Ф.С., Савинов С.Ю. Диагностика и контроль точности приводов подач многокоординатных металлорежущих станков с ЧПУ // Измерительная техника. 2011. № 8. С. 20–22.

5. Козочкин М.П., Порватов А.Н., Сабиров Ф.С. Оснащение технологического оборудования информационно-измерительными системами // Измерительная техника. 2012. № 5. С. 29–32.

6. ГОСТ Р 8.669-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Виброметры с пьезоэлектрическими, индукционными и вихретоковыми вибропреобразователями. Методика поверки. М.: Стандартинформ, 2010. 43 с.

7. ГОСТ 25051.3-83 Установки испытательные вибрационные. Методика аттестации. М.: Издательство стандартов, 2003. 18 с.

8. ГОСТ 25275-82 Система стандартов по вибрации. Приборы для измерения вибрации вращающихся машин. Общие технические требования. М.: Издательство стандартов, 1994. 10 с.

9. Кирьянов А.В., Котов М.С. Разработка средства измерения биения ротора механотронного модуля в нанометровом диапазоне // Сборник научных трудов НГТУ. 2011. № 4 (66). С. 35–46.

10. Лич Р. Инженерные основы измерений нанометровой точности: учебное издание. Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2012. 400 с.

УДК 004.942

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОЛНОЙ ДИАГРАММЫ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ШЛАКОБЕТОНА ПРИ ТРЕХТОЧЕЧНОМ ИЗГИБЕ

[1]Черноусов Н.Н., [2]Стурова В.А.

[1]ООО «НТО "ЭКСПЕРТ"», Липецк, e-mail: nto_tezis@mail.ru;

[2]ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», Липецк, e-mail: v-livenceva@mail.ru

В работе предложена математическая модель полной диаграммы деформирования шлакобетона при трехточечном изгибе на основе одного параметра (максимальное значение силы), благодаря которой можно прогнозировать разрушение материала при известном модуле упругости. Предложены формулы математических моделей деформирования и прогнозирования разрушения при неупругом трехточечном изгибе упруго-пластического материала на примере шлакобетонного образца с использованием минимального числа входящих в них экспериментальных параметров. Показаны опыты, в результате которых можно наблюдать динамическое движение магистральной трещины, что сказывается на характере деформирования реального образца из мелкозернистого шлакобетона, а также представлено математическое прогнозирование разрушения материала. Приведена экспериментальная диаграмма деформирования прямоугольного образца из мелкозернистого шлакобетона. На основании экспериментальных данных предложена зависимость для коэффициента, показывающего величину снижения действующей внешней нагрузки из-за динамического разрушения сечения элемента в нижней растянутой зоне на нисходящей ветви, начиная с величины максимального прогиба. Предложенная математическая модель с использованием известного начального модуля упругости материала позволяет исключить проведение сложных равновесных опытов, связанных с постоянной регистрацией прогибов на каждой ступени нагружения, и способна моделировать работу материала на любой стадии нагружения, вплоть до разрушения.

Ключевые слова: математическая модель, трехточечный изгиб, шлакобетон, модель деформирования, трещина

MATHEMATICAL MODEL OF THE FULL DIAGRAM OF DEFORMATION OF SLAG CONCRETE IN THREE-POINT BEND

[1]Chernousov N.N., [2]Sturova V.A.

[1]OOO NTO EXPERT, Lipetsk, e-mail: nto_tezis@mail.ru;

[2]Lipetsk State Technical University, Lipetsk, e-mail: v-livenceva@mail.ru

A mathematical model is proposed that depends on two parameters (the maximum value of the force and the corresponding deflection) due to which it is possible to predict the destruction of the material, the diagram of deformation of the material during bending through one parameter (maximum value of the load), with the known modulus of elasticity. The formulas of mathematical models of deformation and fracture prediction during plastic and inelastic three-point bending of an elastic-plastic material are obtained using the example of a cinder-concrete sample using the minimum number of experimental parameters included in them. Experiments are shown, as a result of which the dynamic movement of the main crack can be observed, which affects the nature of the deformation of a real specimen of fine-grained slag concrete, and a mathematical prediction of fracture of the material is presented. Based on the experimental data, a dependence is proposed for a coefficient showing the decrease in the effective external load due to the dynamic destruction of the section of the element in the lower stretched zone on the descending branch, starting from the magnitude of the deflection. The results obtained make it possible to exclude complex equilibrium experiments related to the constant recording of deflections at each loading stage, and are able to simulate the work of the material at any loading stage, up to failure.

Keywords: mathematical model, three-point bending, slag concrete, deformation model, crack

Для отображения в полной мере реальных физических процессов накопления повреждений в материале при механических испытаниях рекомендуется использовать полностью равновесные диаграммы деформирования (ПРДД), полученные при испытаниях на изгиб [1].

Цель исследования: предложить математическую модель описания полной равновесной диаграммы деформирования, применение которой поможет исключить проведение сложных равновесных опытов.

Образцы из шлакобетона, испытание на изгиб.

Так как для определения характеристик трещиностойкости бетона (вязкости разрушения) при статическом нагружении используют диаграмму «нагрузка – прогиб» («F – f») [1], равно как и диаграмму «напряжения – относительные деформации» («σ – ε») в теории бетонных и железобетонных конструкций [2–4], разработка методов их математического описания является по-прежнему актуальной задачей механики твердого тела, в частности механики строительных композиционных материалов. При множестве предложенных зависимостей проблема здесь заключается к сведению к минимуму параметров уравнений.

Для математического описания зависимости приложенной нагрузки (F) от прогиба (f) при трехточечном изгибе примем в ка-

честве характерных параметров диаграммы «$F - f$» следующие параметры (рис. 1): угол наклона восходящей ветки диаграммы к оси абсцисс α (tg α = $0{,}6F_c/f_1$), точка 1 окончания прямолинейного участка восходящей ветки, точка 2 вершины кривой деформирования, точка 3 перегиба ниспадающей ветви диаграммы и точка 4 дефрагментации образца.

Предлагается математическое описание диаграммы «$F - f$» в следующем виде:

$$F(f) = Af^B \cdot e^{Cf}, \qquad (1)$$

в котором A, B и C – параметры кривой деформирования

Параметры A, B и C уравнения (1) находим исходя из физических и геометрических соображений, а также на основе полученных экспериментальных данных

Будем считать, что отрезок изменения величины прогиба f от точки $f = 0$ к точке fc, в которой функция $F(f)$ получает максимальное значение, отвечает почти линейному закону изменения усилия F от прогиба f.

Учитывая это, примем, что параметр A является известным. В первом приближении он будет равен значению производной от функции $F(f)$ по параметру f в некоторой точке промежутка прямолинейного изменения усилий F. Следовательно,

$$A = \left.\frac{dF}{df}\right| f = f\ , \qquad (2)$$

т.е. параметр A будет равен тангенсу угла наклона восходящей ветки диаграммы в области упругих деформаций к оси Of системы координат FOf.

Вычислим производную:

$$= \frac{dF}{df} = Af^{B-1} \cdot e^{Cf} \cdot \left(B + Cf\right) =$$

$$Af^B \cdot e^{Cf} \cdot \frac{B + Cf}{f} = F(f) \cdot \frac{B + Cf}{f}, \qquad (3)$$

которая равна нулю при $f_c = -\dfrac{B}{C}$.

Тогда $F_c = F\left(f_c\right) = A \cdot \left(-\dfrac{B}{C}\right)^B \cdot e^{-B}$ или $F_c = A \cdot \left(\dfrac{f_c}{e}\right)^B$, и отсюда следует,что

$$A = F_c \cdot \left(\frac{e}{f_c}\right)^B. \qquad (4)$$

Для упругого материала можно допустить, что

$$A = \frac{F_c}{f_c}. \qquad (5)$$

Из отношений (4) и (5) определим параметр B из равенства $\dfrac{F_c}{f_c} = F_c \cdot \left(\dfrac{e}{f_c}\right)^B$, откуда

$$f_c = \left(\frac{f_c}{e}\right)^B \rightarrow \ln f_c = B \cdot (\ln f_c - 1)$$

и

$$B = \frac{\ln f_c}{\ln f_c - 1}. \qquad (6)$$

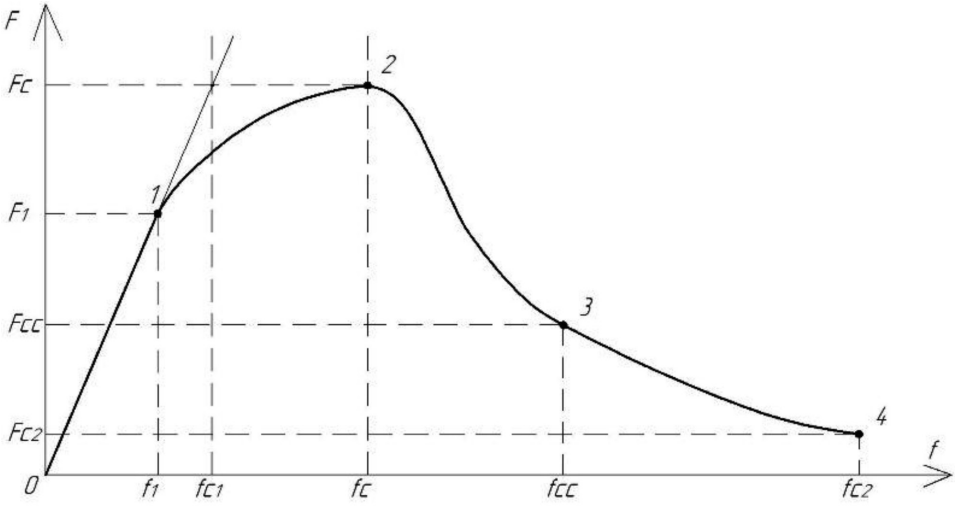


Рис. 1. Параметрические точки диаграммы «нагрузка – прогиб»

Тогда из соотношения $f_c = -\frac{B}{C}$ находим

$$C = -\frac{1}{f_c} \cdot \frac{\ln f_c}{\ln f_c - 1}. \quad (7)$$

После постановки параметров A, B и C в соотношении (1) получаем

$$F(f) = \frac{F_c}{f_c} \cdot f^{\left(\frac{\ln f_c}{\ln f_c - 1}\right)} e^{-\left(\frac{1}{f_c} \cdot \frac{\ln f_c}{\ln f_c - 1} \cdot f\right)}. \quad (8)$$

В качестве примера возьмем следующие данные: $F_c = 3500$ Н, $f_c = 0{,}09$ мм, при которых искомые параметры диаграммы деформирования принимают значения $A = 38{,}9 * 10^3$ Н/мм, $B = 0{,}71$ и $C = -7{,}851$ м$^{-1}$.

С их использованием по формуле (1) с учётом экспериментальных значений F_c и f_C по формуле (8) на рис. 3 построена полная диаграмма «$F - f$».

Использование диаграмм деформирования ПРДД для расчета железобетонных конструкций на основе отходов различных отраслей промышленности и местных заполнителей, в частности – шлакобетона, получаемого на основе шлаковой пемзы [5, 6], является также актуальной задачей.

Однако, как показали опыты, диаграмма деформирования, описываемая формулой (1) для упруго-пластичного материала (рис. 2), отличается от реальной диаграммы на нисходящей ветви при испытании шлакобетонного образца. Это объясняется тем, что после достижения нагрузкой своей максимальной величины происходит лавинное трещинообразование (в нашем случае – начало и дальнейшее динамическое движение магистральной трещины).

В таблице приведены сравнительные значения параметрических точек ПРДД, полученных по формуле (8) и из экспериментальной диаграммы деформирования прямоугольного образца из мелкозернистого шлакобетона возрастом 714 суток, призменная прочность – 45 МПа, прочность при изгибе – 10,42 МПа (серия ОА-0-0-6(10-12-02) с размерами поперечного сечения 40х40 мм, длина пролета $L = 150$ мм, момент инерции $I = 213333{,}33$ мм^4).

Как видно из таблицы, на нисходящем участке наблюдается расхождение опытных и теоретических (8) значений приложенной нагрузки, поэтому необходимо внести корректировку в формулу(8) с учетом динамического движения магистральной трещины.

При расчете железобетонных конструкций по деформациям на основе нелинейной деформационной модели (НДМ) используется модуль деформаций (секущий или касательный), который, в отличие от начального модуля упругости (E_b – постоянная величина), с возрастанием величины и длительности действия нагрузки меняется по величине и, падая, стремится к нулю, а деформации достигают своих предельно максимальных значений [1, 2, 6].

Значения параметров ПРДД

Параметры ПРДД	Точка «1»		Точка «2»		Точка «3»		Точка «4»	
	$F_1 = 0{,}6\,F_c$, Н	$f_1 = 0{,}6 f_{c1}$, мм	F_c, Н	f_c, мм	F_{cc}, Н	$f_{cc} = 2f_c$, мм	F_{c2}, Н	$f_{c2} = 6f_{c2}$, мм
опытные	2100	0,02	3500	0,09	2200	0,18	150	0,54
по ф-ле (8)	2100	0,02	3500	0,09	2850	0,18	400	0,54

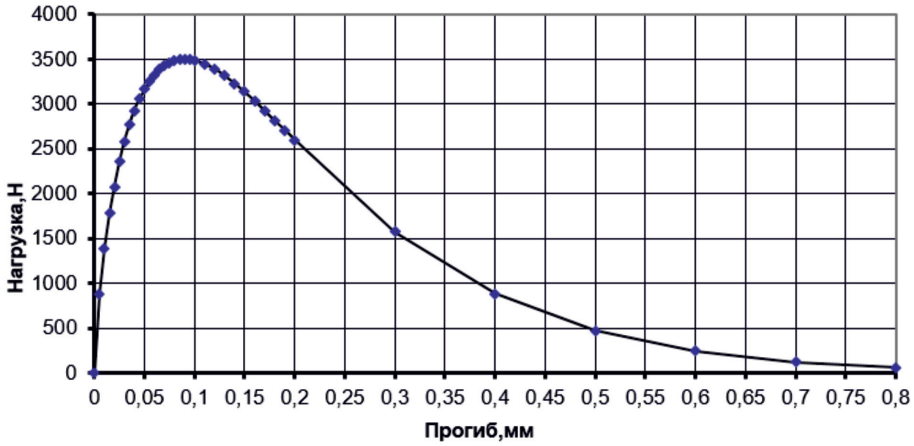


Рис. 2. Диаграмма деформирования «F-f», построенная по формуле (8)

Значение начального модуля упругости можно получить из опытов на сжатие или при измерении скорости ультразвука в материале, либо непосредственно при изгибе [1, 3, 7].

Математическая модель на основе одного параметра (максимальное значение силы). Покажем в дальнейшем, что математически можно описать диаграмму деформирования материала при изгибе через один параметр F_c (максимальное значение нагрузки), учитывая, что модуль упругости известен.

Представим выражение (1) в следующем виде:

$$F(f) = Afe^{Bf}, \quad (9)$$

в котором A и B – параметры кривой деформирования.

Параметр A является известным и равен тангенсу угла наклона восходящей ветки диаграммы (рис. 1) в области упругих деформаций к оси Of системы координат FOf ($A = F_c/f_{c1} = F_1/f_1 = 0{,}6\ F_c/0{,}6f_{c1}$).

Вычислим производную:

$$\frac{dF}{df} = Ae^{Bf} \cdot (1 + Bf) =$$

$$= Afe^{Bf} \cdot \frac{(1+Bf)}{f} = F(f) \cdot \frac{(1+Bf)}{f}, \quad (10)$$

которая равна нулю при $f_c = -\frac{1}{B}$.

Тогда $F_c = F(f_c) = A \cdot f_c \cdot e^{-1}$, и отсюда следует, что

$$A = \frac{F_c}{f_{c1}} = F_c \cdot \frac{e}{f_c}. \quad (11)$$

Из отношений (11) определим параметр

$$f_c = 2{,}718 f_{c1}. \quad (12)$$

Начальный модуль упругости при изгибе равен [5]:

$$E_b = k_F \cdot \frac{F_c}{f_{c1}} = k_F \cdot F_c \cdot \frac{e}{f_c} = A \cdot k_F, \quad (13)$$

где k_F – единичная податливость при трехточечном изгибе, равная $k_F = L^3/(48I)$ (для опытного образца серии ОА-0-0-6(10-12-02) с размерами поперечного сечения 40х40 мм, длина пролета L =150 мм, момент инерции I = 213333,33мм^4, k_F = 0,33 мм$^{-1}$).

Тогда

$$f_{c1} = k_F \cdot \frac{F_c}{E_b}. \quad (14)$$

Таким образом, математическая модель описания диаграммы деформирования материала при изгибе с использованием одного параметра (F_c), с учетом (12) и (14), будет иметь вид

$$F(f) = \frac{E_b}{k_F} \cdot f \cdot e^{-\frac{f}{f_c}} = \frac{E_b}{k_F} \cdot f \cdot e^{\left(-\frac{E_b}{2{,}718 \cdot k_F \cdot F_c}\right) \cdot f}. \quad (15)$$

В качестве примера (таблица, точка «1») определяем опытный начальный модуль упругости: $E_b = k_F$*0,6F_c/f_1 = 0,33*2100/0,02 = = 3,465*10^4 МПа.

Как показали опыты (таблица), на нисходящей ветви диаграммы происходит динамическое движение магистральной трещины, что сказывается на характере деформирования реального образца из мелкозернистого шлакобетона.

На основании экспериментальных данных предложена зависимость для коэффициента k_f, показывающего величину снижения действующей внешней нагрузки из-за динамического разрушения сечения элемента в нижней растянутой зоне на нисходящей ветви, начиная с величины прогиба $f = fc$

$$k_f = e^{-\frac{F_c}{E_b} \cdot \frac{k_F}{f_c} \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{f_c}{f}}\right) \cdot \frac{f}{f_c}}. \quad (16)$$

Тогда, с учетом (16) математическая модель описания диаграммы деформирования материала при неупругом изгибе (15), будет иметь вид:

$$F(f) = \frac{E_b}{k_F} \cdot f \cdot e^{-\left[1 + \frac{F_c}{E_b} \cdot \frac{k_F}{f_c} \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{f_c}{f}}\right)\right] \cdot \frac{f}{f_c}}. \quad (17)$$

С использованием формулы (17) и с учётом экспериментальных значений на рис. 3 построена полная равновесная диаграмма «$F - f$».

Математическое прогнозирование разрушения материала.

Считаем, что материал разрушается и теряет свою работоспособность в точке перегиба нисходящей линии диаграммы (при $F = F_{cc}$ и $f = f_{cc}$), то есть, когда вторая производная равна нулю:

$$\frac{d^2F}{df^2} = \frac{F(f_{cc})}{f_{cc}^2} \cdot \left[(1 + Bf_{cc})^2 - 1\right] = 0. \quad (18)$$

Отсюда находим, что точка перегиба диаграммы разрушения бетона

$$f_{cc} = -\frac{2}{B} = 2 \cdot f_c. \quad (19)$$

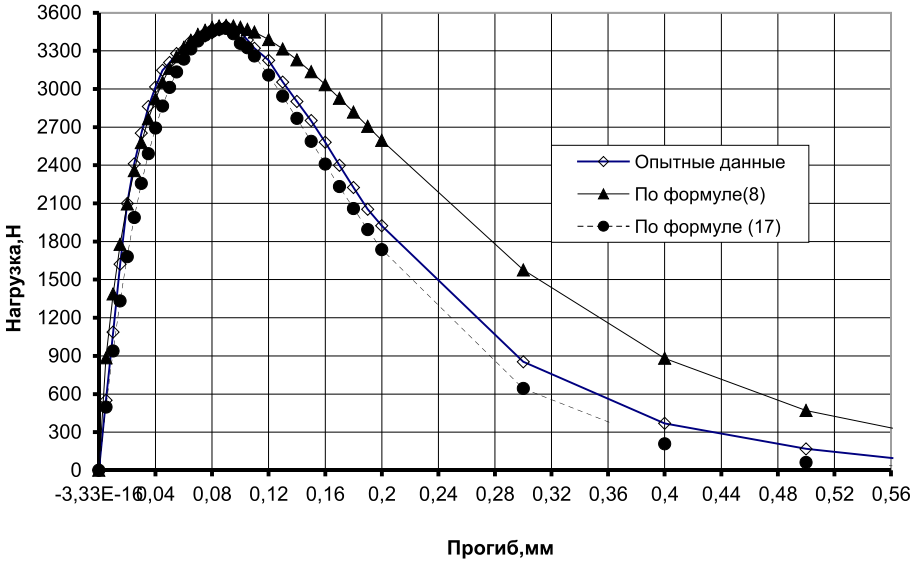


Рис. 3. Диаграмма деформирования «F-f», построенная по формулам (8) и (17), в сравнении с экспериментальными значениями

Следовательно, можно считать, что ресурс материала исчерпан при

$$f_{cc} = 2 \cdot 2{,}718 \cdot f_{c1} = 5{,}436 \cdot k_F \cdot \frac{F_c}{E_b}, \quad (20)$$

$$F\left(f_{cc}\right) = \frac{E_b}{k_F} \cdot f_{cc} \cdot e^{-\frac{f_{cc}}{f_c}} \cdot k_f =$$

$$= 5{,}436 \cdot F_c \cdot e^{-2} \cdot k_f = 0{,}736 \cdot F_c \cdot k_f. \quad (21)$$

В нашем случае в приведённом примере на основании формул (20) и (21) получаем, что $f_{cc} \approx 0{,}181$ мм, а $F_{cc} \approx 2090$ Н (точка «3»). Как видим, точку «3» можно принять за момент потери ресурса материала.

Важным фактором является то, что эта точка определяется через начальный параметр полной диаграммы деформирования материала в упругой зоне деформации.

Таким образом, предложенная математическая модель описания полной равновесной диаграммы деформирования (ПРДД) с использованием только одного опытного параметра (наибольшей нагрузки F_c) и известного начального модуля упругости материала позволяет исключить проведение сложных равновесных опытов, связанных с постоянной регистрацией прогибов на каждой ступени нагружения, и способна моделировать работу материала на любой стадии нагружения, вплоть до разрушения.

Список литературы

1. ГОСТ 29167-91 Бетоны. Методы определения характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении. М.: ИПК Издательство стандартов, 1992. 24 с.

2. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52-01-2003. М: Минстрой России, 2019. 143 с.

3. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона. М.: Стройиздат, 1996. 416 с.

4. Карпенко Н.И., Радайкин О.В. К совершенствованию диаграмм деформирования бетона для определения момента трещинообразования и разрушающего момента в изгибаемых железобетонных элементах // Строительство и реконструкция. 2012. № 3. С. 10–16.

5. Уфимцев В.М., Коробейников Л.А. Шлаки в составе бетона: новые возможности // Технологии бетонов. 2014. № 6. С. 50–53.

6. Черноусов Н.Н., Черноусов Р.Н., Суханов А.В. Исследование механики работы мелкозернистого шлакобетона при осевом растяжении и сжатии // Строительные материалы. 2014. № 12. С. 59–63.

7. Черноусов Н.Н., Стурова В.А., Маслобоев А.А., Чурсин Е.В., Ливенцева А.А. Определение показателей деформативности конструктивных слоев дорожных одежд // Фундаментальные научные исследования. Сборник научных трудов по материалам XIX Международной научно-практической конференции (г.-к. Анапа, 16 декабря 2019 г.). Анапа: Изд-во «НИЦ ЭСП» в ЮФО, 2019. С. 93–97.

УДК 622.8

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Шабельская Н.П., Егорова М.А., Полякова Ю.А.

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, Новочеркасск, e-mail: shabelskaya.nina@yandex.ru

В работе обозначен основной недостаток в функционировании системы управления охраной труда на большинстве предприятий – отсутствие или неполная количественная оценка риска на предприятии. С целью улучшения условий труда работающих предлагаются рекомендации по совершенствованию системы управления охраной труда, используя количественную оценку уровня организации работ по охране труда. Рассмотрен вопрос организации проверок уровня организации работ по охране труда с целью количественной оценки. За основу оценки уровня организации работ по охране труда взята методика оценки состояния охраны труда, автором которой является профессор М.П. Гандзюк. Для более полного охвата предлагается включить дополнительно коэффициент проведения специальной оценки условий труда, коэффициент обеспеченности работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, коэффициент своевременного прохождения предварительного и периодического медицинских осмотров. Представлена эмпирическая шкала перевода показателя оценки уровня организации работы по охране труда в класс риска, которая позволит оперативно реагировать на результаты оценки уровня организации работ по охране труда. В заключение рассмотрен пример количественной оценки организации работ по охране труда работников сварочного цеха одного из предприятий машиностроительной отрасли. Сделаны соответствующие выводы и предложены мероприятия по улучшению.

Ключевые слова: охрана труда, промышленная безопасность, оценка рисков, безопасность труда, рабочие места, количественная оценка

IMPROVING THE OSH MANAGEMENT SYSTEM AT ENGINEERING ENTERPRISES

Shabelskaya N.P., Egorova M.A., Polyakova Yu.A.

South Russian State Polytechnic University (NPI) M.I. Platov, Novocherkassk, e-mail: shabelskaya.nina@yandex.ru

The paper identifies the main drawback in the functioning of the occupational safety management system in most enterprises – the absence or incomplete quantitative assessment of risk in the enterprise. In order to improve the working conditions of employees, recommendations for improving the labor protection management system are offered, using a quantitative assessment of the level of organization of labor protection work. The issue of organization of inspections of the level of organization of work on labor protection for the purpose of quantitative evaluation is considered. The assessment of the level of organization of work on labor protection is based on the method of assessing the state of labor protection of Professor M.P. Gandzyuk. For coverage it is proposed to insert additional factor of the special assessment of working conditions, the ratio of workers with special clothes, special footwear and other individual protection means, coefficient of timely passing preliminary and periodic medical examination. Empirically a conversion scale for metric assessment of the level of organization of work on labor protection in the risk class that will allow us to respond to the results of the evaluation of the level of work organization on labour protection. In conclusion, an example of a quantitative assessment of the organization of work on labor protection of employees of the welding shop of one of the enterprises of the machine-building industry is considered. Appropriate conclusions are drawn and improvement measures are proposed.

Keywords: labor protection, industrial safety, risk assessment, labor safety, workplaces, quantitative assessment

С целью обеспечения безопасных и безвредных условий труда на предприятиях создаются и успешно выполняют поставленные задачи службы охраны труда и промышленной безопасности (СОТ и ПБ), однако созданные структуры не всегда соответствуют новым требованиям, указанным в нормативных документах.

В организациях в большинстве случаев отсутствует системный подход к управлению охраной труда, не выработана политика предприятия в области охраны труда, не внедрены количественные оценки риска, оценки уровня безопасности на отдельных участках и организации работы по охране труда [1].

Цель исследования: с целью совершенствования системы управления охраной труда кроме качественной оценки предлагается проводить количественную оценку уровня организации работ по охране труда для функциональных подразделений и служб, производственно-технических подразделений и предприятия в целом [2, 3].

Выделяют два уровня управления охраной труда:

Первый уровень (I) – производственное подразделение, функциональная служба.

Второй уровень (II) – предприятие.

Для проведения проверок уровня организации работ по охране труда на различных предприятиях машиностроительной

отрасли обычно создают комиссию, которая контролирует уровень организации обеспечения безопасных условий труда [4]. Эта комиссия является постоянно действующей, в ее состав включают группы профильных специалистов по направлениям деятельности предприятия под непосредственным руководством заместителей руководителя предприятия.

Также комиссия включает главных и ведущих специалистов по направлению деятельности предприятия, начальников служб и отделов, а также их заместителей, специалистов службы охраны труда и уполномоченных лиц по охране труда, представителей профсоюзной организации [5].

В круг основных задач созданной и действующей постоянно комиссии входят следующие:

– осуществление комплексных проверок по вопросу состояния охраны труда в организации;

– рассмотрение результатов проверок условий и состояния охраны труда;

– заслушивание отчетов руководителей служб и подразделений;

– разработка необходимых мер обеспечения безопасных и здоровых условий труда, организация их реализации и контроль исполнения;

– проведение анализа состояния и причин травматизма, аварийности, пожаров и нарушений правил, норм безопасности;

– определение мер и способов устранения нарушений требований, правил и норм безопасности, ликвидация которых на нижестоящих уровнях управления затруднена или невозможна;

– разработка мер по внедрению в производство более современной техники, технологии, автоматизации и механизации производственных процессов с целью ликвидации опасных и тяжелых ручных работ;

– организация проведения специальной оценки существующих условий труда;

– осуществление контроля за выполнением директивных документов по охране труда, пожарной безопасности и безопасности движения;

– разработка предложений о привлечении к ответственности лиц (рабочих, руководителей), виновных в нарушении требований, правил и норм безопасности, проектов и технологических регламентов;

– разработка предложений о порядке стимулирования по охране труда;

– рассмотрение проектов комплексных планов улучшения условий, охраны труда и санитарно-оздоровительных мероприятий, планов предупреждения возможных аварий, результаты паспортизации объектов;

– организация и руководство проведением общественных смотров безопасной организации условий труда, подведение их итогов.

Для количественной оценки уровня организации работ по охране труда используют ряд методик [6–8]. Наиболее универсальной в настоящее время считают методику оценки состояния уровня охраны труда, автором которой является профессор М.П. Гандзюк [6]. В основу такой методики положен анализ данных по аттестации рабочих мест, паспортизации санитарно-технического состояния подразделений, а также результатов выполнения комплексных планов улучшения условий труда и санитарно-оздоровительных мероприятий, динамики показателей производственного травматизма и профессиональных заболеваний. Изменения в законодательстве и замена понятия «аттестация рабочих мест» на «специальную оценку условий труда (СОУТ)» приводит к необходимости уточнения существующих моделей.

В этой связи целью работы было уточнение существующей методики оценки уровня организации работ для более полного отражения состояния охраны труда на производстве.

Материалы и методы исследования

Ранее было предложено проводить оценку состояния охраны труда с помощью обобщенного коэффициента уровня охраны труда [6], представляющего собой среднее арифметическое от величины суммы коэффициентов: коэффициента исполнительской дисциплины; коэффициента оценки профессиональной подготовки и специализации инженерно-технических работников (ИТР) по профилю выполненной работы; коэффициента обученности персонала правилам безопасного ведении работ; коэффициента проведения аттестации рабочих мест. Ограниченное количество коэффициентов при оценке организации работ по охране труда не в полной мере отражает организацию работы по охране труда на предприятии и может представлять искаженное понятие о состоянии охраны труда, в связи с чем, на наш взгляд, неэффективно используется. Поэтому предлагается усовершенствовать вышеуказанную методику [6].

В связи с заменой аттестации рабочих мест введем коэффициент проведения специальной оценки условий труда. Так как применение специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты напрямую влияет на обеспечение безопасности проводимых работ, для оценки уровня охраны труда следует ввести дополнительный коэффициент обеспеченности работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты.

Обязательность проведения предварительного и периодического медицинских осмотров закреплена на уровне законодательства, контроль допуска

сотрудников необходим, позволяет снизить травмоопасность на предприятиях. В связи с этим введем дополнительно коэффициент своевременного прохождения предварительного и периодического медицинских осмотров.

С учетом всех дополнительных коэффициентов показатель оценки уровня организации работы по охране труда определится по формуле:

$$K_{\text{ОРГ}}^{\text{ОТ}} = \frac{K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 + K_6}{6},$$

где K_1 – коэффициент исполнительской дисциплины; K_2 – коэффициент оценки профессиональной подготовки и специализации инженерно-технических работников (ИТР) по профилю выполненной работы; K_3 – коэффициент обученности персонала правилам безопасного ведении работ; K_4 – коэффициент проведения специальной оценки условий труда; K_5 – коэффициент обеспеченности работников специальной одеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты; K_6 – коэффициент своевременного прохождения предварительного и периодического медицинских осмотров.

Коэффициент K_1 – определяется как среднее арифметическое от величины коэффициентов, характеризующих работу отдельных служб (подразделений).

$$K_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} K_{1i}}{n},$$

где n – число служб (подразделений); K_{1i} – уровень исполнительской дисциплины руководителя службы (подразделения).

Этот коэффициент отражает отношение фактически своевременно выполненных плановых мероприятий, распорядительных приказов, предписаний контролирующих органов к общему числу необходимых мероприятий, предписаний.

Коэффициент K_2 – определяется как среднее арифметическое от величины коэффициентов K_{2x1} и K_{2x2}.

$$K_2 = \frac{K_{2x1} + K_{2x2}}{2},$$

где K_{2x1} – отношение фактического числа рабочих, которые прошли необходимую и достаточную для данного вида работ профессиональную подготовку в предусмотренные сроки, к общему числу работников, для которых такая подготовка является необходимой; K_{2x2} – отношение количества инженерно-технических работников (ИТР), в том числе руководителей с профильным образованием, к общему числу ИТР в организации.

Коэффициент K_3 – определяется как среднее арифметическое от величины коэффициентов K_{3x1} – отношение количества рабочих, которые прошли в предусмотренные нормативные сроки необходимую проверку знаний по охране труда, к числу рабочих, для которых прохождение такой проверки является необходимым согласно плану [9];

K_{3x2} – отношение количества ИТР, которые прошли проверку знаний по охране труда, к общему числу ИТР, для которых прохождение такой проверки предусмотрено планом.

Коэффициент K_4 характеризует отношение числа рабочих мест, на которых была своевременно проведена специальная оценка условий труда, к суммарному количеству рабочих мест [10].

$$K_4 = \frac{N_{\text{р.м.СОУТ}}}{N_{\text{р.м.общ.}}}.$$

Коэффициент K_5 определяется как отношение количества рабочих, обеспеченных специальной одеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с требованиями, к общему количеству рабочих [11].

$$K_5 = \frac{N_{\text{р}}}{N_{\text{общ}}}.$$

Коэффициент K_6 определяется как отношение количества рабочих, прошедших периодический медицинский осмотр в соответствии с требованиями, к общему количеству рабочих, которым необходимо прохождение периодического медицинского осмотра на основании приказа [12]

$$K_6 = \frac{N_{\text{МО}}}{N_{\text{общ}}}.$$

Значение $K_{\text{ОРГ}}^{\text{ОТ}}$ лежит в пределах 0–1, чем выше его значение, тем выше оценка уровня организации работы по охране труда. При организации работ по охране труда необходимо стремиться к $K_{\text{ОРГ}}^{\text{ОТ}} = 1$.

Для практического использования показателя оценки уровня организации работы по охране труда используем эмпирическую шкалу перевода в класс риска [13], представленную на рисунке.

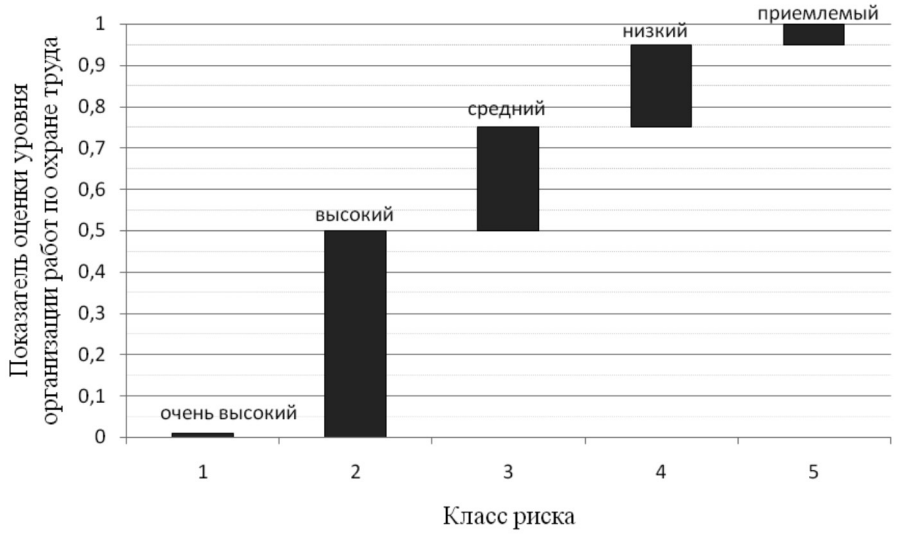
При классе риска 1 ($K_{\text{ОРГ}}^{\text{ОТ}} = 0$) необходимо полное прекращение всех работ; если класс риска 2 $K_{\text{ОРГ}}^{\text{ОТ}} \le 0,5$ – требуется незамедлительное введение корректирующих действий и проведение дополнительных мероприятий по охране труда; при уровне класса риска 3 ($0,5 < K_{\text{ОРГ}}^{\text{ОТ}} \le 0,75$) необходимо введение корректирующих действий; класс риска 4 ($0,75 < K_{\text{ОРГ}}^{\text{ОТ}} \le 0,95$) показывает, что необходимо внимание к вопросам организации охраны труда; класс риска 5 ($0,95 < K_{\text{ОРГ}}^{\text{ОТ}} \le 1$) показывает, что работу можно осуществлять в существующем режиме.

Полученные результаты проверки существующего уровня организации работы используют для морального и материального воздействия на трудовые коллективы и руководителей организации, подразделений и служб, специалистов, инженерно-технических работников и рабочих [14], а также для определения необходимости проведения дополнительных мероприятий и составления плана мероприятий по улучшению организации труда [15].

Проверка уровня организации работ по охране труда оформляется актом.

Результаты исследования и их обсуждение

В качестве примера проведем количественную оценку организации работ по охране труда работников сварочного цеха одного из предприятий машиностроительной отрасли. В цехе работает 107 человек, на 83 рабочих местах, из них ИТР – 17 чел. Руководителей подразделений цеха – 4 чел.



Эмпирическая шкала риска

Показатель оценки уровня организации работы:

$$K_{\text{ОРГ}}^{\text{ОТ}} = \frac{K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 + K_6}{6}.$$

Коэффициент K_1 – арифметическая величина коэффициентов, характеризующих работу отдельных служб (подразделений).

$$K_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} K_{1i}}{n} = \frac{1 + 0,8 + 0,9 + 0,9}{4} = 0,9.$$

Коэффициент K_2:

$$K_2 = \frac{K_{2x1} + K_{2x2}}{2} = \frac{0,85 + 1}{2} = 0,93,$$

где K_{2x1} – отношение фактического числа рабочих, которые прошли необходимую и достаточную для данного вида работ профессиональную подготовку в предусмотренные сроки, к общему числу работников, для которых такая подготовка является необходимой, $K_{2x1} = 56 / 68 = 0,85$;

K_{2x2} – отношение количества ИТР, в том числе руководителей с профильным образованием, к общему числу ИТР в организации, $K_{2x2} = 17 / 17 = 1$.

Коэффициент K_3:

$$K_3 = \frac{K_{3x1} + K_{3x2}}{2} = \frac{0,96 + 1}{2} = 0,98,$$

K_{3x1} – отношение количества ИТР, которые прошли проверку знаний по охране труда, к общему числу ИТР, для которых прохождение такой проверки предусмотрено планом, $K_{3x1} = 78 / 81 = 0,96$;

K_{3x2} – отношение количества ИТР, которые прошли проверку знаний по охране труда, к общему числу ИТР, для которых прохождение такой проверки предусмотрено планом, $K_{3x2} = 17 / 17 = 1$.

Коэффициент K_4 определяется как отношение количества рабочих мест сварочного цеха, на которых проведена специальная оценка условий труда к общему количеству рабочих мест в сварочном цеху.

$$K_4 = \frac{83}{83} = 1.$$

Коэффициент K_5 определяется как отношение количества рабочих, обеспеченных специальной одеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с требованиями, к общему количеству рабочих.

$$K_5 = \frac{100}{100} = 1.$$

Коэффициент K_6 определяется как отношение количества рабочих, прошедших периодический медицинский осмотр в соответствии с требованиями, к общему количеству рабочих, которым необходимо прохождение периодического медицинского осмотра на основании приказа:

$$K_6 = \frac{107}{107} = 1.$$

Показатель оценки уровня организации работы в сварочном цехе:

$$K_{\text{ОРГ}}^{\text{ОТ}} = \frac{0,9+0,93+0,98+1+1+1}{6} = 0,97.$$

Из проведенной оценки видно, что организация работы по охране труда в сварочном цехе относится к первому (приемлемому) классу риска.

Для дополнительного повышения уровня организации работ по охране труда в сварочном цехе необходимо повысить уровень исполнительской дисциплины руководителей служб (подразделений), обратить внимание на своевременное проведение требуемой профессиональной подготовки работников для данного вида работ.

Выводы

В результате исследования проведено уточнение методики количественной оценки уровня организации работ по охране труда на предприятии. Предложенная методика позволит не только более качественно проводить оценку уровня организации работ по охране труда, но будет способствовать обеспечению своевременного устранения возникающих нарушений нормируемых показателей, а также предупреждению возможности их возникновения.

Список литературы

1. Томаков М.В. Системный подход – теоретическая основа построения эффективной системы управления охраной труда // Известия Юго-западного государственного университета. Серия: техника и технологии. Издательство: Юго-Западный государственный университет (Курск). 2012. № 2–2. С. 161–164.

2. Журавлева М.А. Управление риском как часть системы управления охраной труда // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации: сборник научных трудов XI-й Международной научно-практической конференции: в 4-х томах. 2014. С. 75–79.

3. Ильин С.М. Оценка эффективности мероприятий в сфере охраны труда как ключевой элемент системы управления охраной труда // Охрана и экономика труда. 2012. № 3 (8). С. 26–31.

4. Елькин А.Б., Смирнова В.М. Аудит системы управления охраной труда в организации. Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева. Сборник трудов конференции. 2018. С. 91–94.

5. Абитова Ш.Ю., Абильтарова Э.Н. Общественный контроль за состоянием охраны и условий труда, Крымский инженерно-педагогический университет. Материалы конференции. 2015. Т. 3. № 1 (12). С. 167–173.

6. Спатарь Е.В. Оценка охраны труда различными методами // Техника. Технологии. Инженерия. 2016. № 1. С. 5–9. [Электронный ресурс]. URL: https://moluch.ru/th/8/archive/36/852/ (дата обращения: 25.02.2020).

7. Азарнова Т.В., Гоголева Т.Н., Ляшенко И.Ю., Ярышина В.Н. Методики оценки и система контроля хозяйствующих объектов в области охраны труда. Воронежский государственный университет. Сборник трудов конференции. 2017. С. 13–17.

8. Андреев А.В., Бурлов В.Г., Бызов А.П., Гомазов Ф.А., Методологический подход к оценке эффективности управления охраной труда на производстве. XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2019. Т. 8. № 1 (45). С. 191–196.

9. Постановление Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 13 января 2003 года № 1/29 (с изменениями на 30 ноября 2016 года) «Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций». [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/901850788 (дата обращения: 25.02.2020).

10. Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ (ред. от 27.12.2018) «О специальной оценке условий труда». Министерство здравоохранения и социального развития Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555 (дата обращения: 25.02.2020).

11. Приказ от 1 июня 2009 года № 290н. Об утверждении Межотраслевых правил обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_91478/ (дата обращения: 25.02.2020).

12. Приказ Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 N 302н (ред. от 13.12.2019) «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда» (Зарегистрировано в Минюсте России 21.10.2011 № 22111). [Электронный ресурс]. URL: https://turov.pro/wp-content/uploads/2020/02/prikaz-minzdravsocz.pdf (дата обращения: 25.02.2020).

13. Галлямова Э.И., Абдрахманов Н.Х. Оценка рисков как часть системы управления охраной труда Экспертиза промышленной безопасности и диагностика опасных производственных объектов. 2016. № 1 (7). С. 32–36.

14. Рощектаева У.Ю., Милюкова А.В. Система мотивации персонала в организации (на предприятии ОАО кондитерский комбинат «Кубань»). Символ науки. 2017. Т. 1. № 2. С. 107–109.

15. Приказ от 1 марта 2012 г. № 181н Об утверждении типового перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков. Министерство здравоохранения и социального развития Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: https://legalacts.ru/doc/prikaz-minzdravsotsrazvitija-rf-ot-01032012-n-181n (дата обращения: 25.02.2020).

УДК 621.362

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

[1]Шелехов И.Ю., [1]Пожидаев В.В., [2]Смирнов Е.И.

[1]Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, e-mail: promteplo@yandex.ru;

[2]ООО «Термостат+», Иркутск, e-mail: evg_smirnof@mail.ru

В статье представлены результаты исследования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) на основе термоэлектрических модулей, эксплуатация которых происходила в Иркутской области. Приводятся результаты изменения эффективности работы классических и пространственно ориентированных термоэлектрических модулей в различных энергетических системах. Авторами ставится задача по увеличению эффективности работы термоэлектрических систем за счет применения конструктивно-технических решений. Цель исследования состояла в проведении технико-экономических обоснований применения конструктивных решений в создании термоэлектрических систем. Эксперименты проводились в лаборатории ИРНИТУ «Современное нагревательное оборудование». Для проведения испытаний использовался стенд на основе измерителя-регулятора ТРМ138, прибор фирмы «ОВЕН» марки ИМС-Ф1.Щ1 с комплектом термопар. Предметом исследования были два типа термоэлектрических систем. Первая – созданная по принципу классических термоэлектрических модулей, вторая – созданная на основе запатентованной конструкции. В статье представлены исследования параметров термоэлектрических систем. Показано, что с применением новых конструктивно-технологических решений возможно увеличить КПД термоэлектрических модулей и снизить их себестоимость. В результате проведенной работы было определено, что эффективность термоэлектрических систем с применением запатентованного метода изготовления термоэлектрических модулей в среднем увеличивается на 16,5%, а стоимость уменьшается в 8 раз.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии (ВИЭ), термоэлектрический модуль, энергетическая система, эффективность, окупаемость, технические решения, конструктивные решения

STUDY EFFICIENCY OF WORK THERMOELECTRIC SYSTEMS

[1]Shelekhov I.Yu., [1]Pozhidaev V.V., [2]Smirnov E.I.

[1]Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, e-mail: promteplo@yandex.ru;

[2]LLC «Thermostat +», Irkutsk, e-mail: evg_smirnof@mail.ru

The article presents the results of a study of renewable energy sources (RES) based on thermoelectric modules, the operation of which took place in the Irkutsk region. The results of changes in the efficiency of classical and spatially oriented thermoelectric modules in various energy systems are presented. The authors set the task of increasing the efficiency of thermoelectric systems through the use of structural and technical solutions. The aim of the study was to conduct feasibility studies on the use of structural solutions in the creation of thermoelectric systems. The experiments were conducted in the laboratory of INRTU «Modern Heating Equipment». For testing, we used a test bench based on the TPM 138 measuring regulator, an OVEN device of the IM-F11.SCH1 brand with a set of thermocouples. The subject of research was two types of thermoelectric systems. The first, created on the principle of classical thermoelectric modules, the second, created on the basis of a patented design. The article presents a study of the parameters of thermoelectric systems. It is shown that with the use of new structural and technological solutions it is possible to increase the efficiency of thermoelectric modules and reduce their cost. As a result of the work, it was determined that the efficiency of thermoelectric systems using the patented method of manufacturing thermoelectric modules increases by an average of 16.5%, and the cost decreases by 8 times.

Keywords: renewable energy sources (RES), thermoelectric module, energy system, efficiency, payback, technical solutions, design solutions

Основной приоритет научных исследований на территории России принадлежит области использования и добычи нефти, природного газа, угля.

Вступив в рыночные отношения и выйдя со своей продукцией на международный рынок, производители обнаружили, что энергоемкость нашей продукции в несколько раз выше, чем у западных производителей. Для обогрева помещений, находящихся в аналогичных климатических условиях, мы тратим в несколько раз больше энергии, чем в других странах. Это означает, что все производители сталкиваются с высокой стоимостью энергоресурсов, а в последние годы ещё и с постоянным ростом их стоимости, а значит, со снижением конкурентоспособности их продукции. Для увеличения энергоэффективности производства многие производители ищут более перспективные и надежные варианты снабжения энергоресурсами. Проведенный нами анализ показал, что в Иркутской области, несмотря на климатические условия, параллельно с традиционными источниками энергии в имеющиеся системы жизнеобеспечения, в качестве резервного источника энергии устанавливаются приборы, работающие от солнечной энергии [1–3]. В основном предпочтение отдается солнечным системам

горячего водоснабжения, так как в подавляющем большинстве, в отдаленных районах, где в основном и сконцентрировано промышленное производство, с окончанием отопительного сезона исчезает горячее водоснабжение. Внедрение других альтернативных источников энергии ведется в незначительных масштабах. Исключением могут служить генераторы электрической энергии малой мощности, также работающие от солнечной энергии. Несмотря на то, что прибыль от внедрения таких систем не может покрыть расходы, приборы находят широкое применение, так как отсутствие постоянного и стабильного источника электрической энергии, в современных условиях может привести к более серьезным материальным затратам. Несмотря на наши климатические условия, определенную сложность в эксплуатации, высокую стоимость и вероятность того, что прибыль от внедрения таких систем не сможет покрыть расходы, приборы находят широкое применение [4–6].

Резервные источники электроснабжения очень популярны в нашем регионе, так как обширные территории, климатические условия, разветвленные и устаревшие сети не всегда позволяют гарантировать потребителям стабильные поставки энергии. Долгие годы вопрос об использовании возобновляемой энергии в энергетическом комплексе России практически не рассматривался, в основном из-за огромных запасов энергетического сырья. Интерес к данной области исследования стал проявляться в последнее время [7], с одной стороны, это связано с желанием снизить энергетические затраты при обслуживании зданий различного назначения, с другой, связано с повышением качества жизни людей, проживающих за чертой города.

Внедрение генерирующих устройств, работающих на солнечной энергии, началось с момента, когда КПД данных приборов перешел отметку в 7%, при значениях 5–6% применялись только тонкопленочные гибкие панели, изготовленные из аморфного кремния. Когда у солнечных батарей КПД стал находиться в диапазоне от 15% до 25%, произошел качественный скачок в их практическом применении [8]. С внедрением солнечных батарей открылась новая эра практического использования полупроводниковых материалов, так как новые открытия в одной области науки всегда приводят к качественным переменам в сопутствующих областях. Например, в области термоэлектричества. На текущий момент КПД термоэлектрических материалов и КПД материалов, используемых для производства фотоэлементов, находится на одном уровне, но производство фотоэлементов пока проще и дешевле. В отличие от фотоэлементов, на КПД термоэлектрических систем в большей степени оказывают влияние проектно-технические решения, чем электрофизические характеристики применяемых материалов [9–10]. Классические термоэлектрические модули изготавливаются путем последовательного размещения проводников *n*- и *p*-типа между двух керамических подложек. Расстояние между керамическими подложками определяется высотой проводников *n*- и *p*-типа, обычно это 1–3 мм, при этом проводники обладают хорошей теплопроводностью, и это является определяющим фактором, снижающим КПД. В основном данную проблему решают с помощью установки на внешнюю сторону термоэлектрического модуля радиатора, но их площадь незначительна, поэтому конструктивные решения при проектировании радиаторов нагрева и охлаждения не дают значительных результатов. Новые конструктивные решения [11–12], применяемые в области проектирования термоэлектрических модулей, показали, что это упрощает конструкции систем, снижает стоимость и увеличивает эффективность. Но при этом предлагаемые технические решения сложно применить при массовом производстве.

Технико-экономическое обоснование применения новых технических решений при конструировании термоэлектрических модулей применительно к различным энергетическим системам. На текущий момент применение термоэлектрических модулей обосновано при малых мощностях и в системах охлаждения электронной техники. С применением новых конструктивных решений расширяется спектр применения данных систем. Нашими исследованиями мы показываем, что научные исследования в области термоэлектрических систем находятся на переломном этапе, когда их применение становится целесообразным в энергетических системах различной мощности.

Материалы и методы исследования

Эксперименты проводились на территории Иркутского национального исследовательского технического университета в лаборатории «Современное нагревательное оборудование».

Для измерения температурных параметров макетов энергетических систем и параметров термоэлектрических модулей использовался специализированный стенд, изготовленный на основе измерителя-регулятора ТРМ 138, универсального восьмиканального измерителя-регулятора. Сигналы с термопар обрабатывались штатным программным обеспечением, поставляемым совместно с приборами (Owen Process Manager).

Контроль напряжения, потребляемого тока, мощности осуществлялся прибором фирмы «ОВЕН» марки ИМС-Ф1.Щ1.

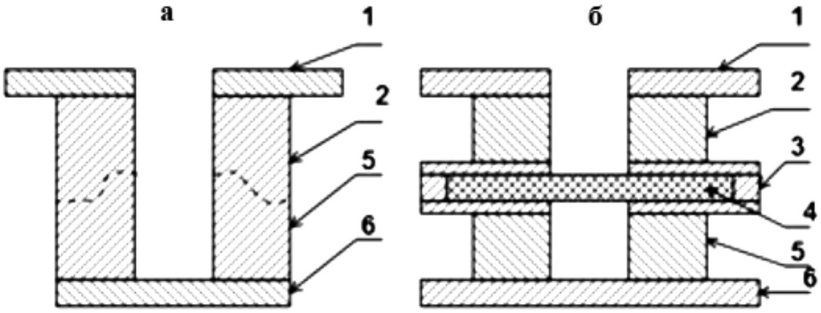


Рис. 1. Конструктивно-технические решения при изготовлении термоэлектрических модулей: а) классического типа; б) двухкаскадного типа

Результаты исследования и их обсуждение

Классический вид одного элемента термоэлектрического модуля представлен на рис. 1, позиция «а», где 1 – это токоподводящая дорожка холодного контакта, 6 – токоподводящая дорожка горячего контакта, движение теплового потока в полупроводнике (2, 5) осуществляется от одного контакта к другому. Для увеличения КПД были предприняты российскими и зарубежными учеными конструктивно-технические решения по разделению полупроводника (позиция «б») на горячую и холодную зону, разместив между ними теплоизолирующий слой 4, соединив их дополнительной токопроводящей шиной 3, при этом получается двухкаскадный термоэлектрический модуль. Благодаря данному техническому решению, КПД многокаскадных термоэлектрических систем стал выше 30%, что поставило их на один уровень с солнечной энергетикой.

Если внимательно проанализировать фигуру «б», видно, что если оба каскада перенести в одну плоскость и сориентировать полупроводники в одной полярности, то мы получим термоэлектрический модуль одностороннего действия. Если данные модули собрать в блоки, то получится термоэлектрический модуль с пространственной ориентацией сторон [13–14]. При этом, в зависимости от уровня электропроводности токоведущих шин, расстояние между теплопередающими сторонами можно значительно увеличить, измеряя его не единицами миллиметров, а десятками, снизив взаимное влияние практически до нуля. Наши научные исследования проводились в направлении оптимизации геометрических размеров. Обычно работы по оптимизации геометрических размеров заключаются в правильном подборе соотношения между сопротивлением модуля (R) и теплопроводностью p- и n-элементов (G), так как эффективность термоэлектрического модуля имеет обратную зависимость от этих параметров. Сопротивление и теплопроводность зависят от площади проводника (S), его длины (l), от удельной электропроводности (σ) и удельной теплопроводности (λ):

$$R = \frac{l}{S \cdot \sigma}, \quad G = \frac{S \cdot \lambda}{l}.$$

При расчете эффективности термоэлектрического модуля фактически учитывается отношение удельной теплопроводности к удельной электропроводности, так как добротность термоэлектрического модуля рассчитывается по формуле

$$Z = \frac{\alpha^2}{R \cdot G},$$

где α – коэффициент Зеебека, а R и G – это две взаимозависимые величины. Как известно, с увеличением электропроводности увеличивается теплопроводность, и наоборот. В конструкции классического термоэлектрического модуля p- и n-элементы расположены перпендикулярно теплопередающим поверхностям, параллельно друг к другу на таком расстоянии, что тепловой поток распределен практически равномерно и направлен от одной поверхности к другой, потери в окружающую среду практически отсутствуют. Предложенное конструктивно-техническое решение позволило изменить конструкции термоэлектрических элементов с классического вида «а», как это показано на рис. 1, на вид «б». На данную разработку получен патент РФ № 2663748 [15].

Для сравнительных испытаний разрабатывались и изготавливались модули различных конструкций, в зависимости от типа энергетической системы и технологических возможностей закрепления модулей на ис-

точники «тепла» и «холода». Модули классического типа приобретались у ведущих производителей и устанавливались в конструкцию с радиаторами. Радиаторы рассчитывались в соответствии с методиками, представленными в своих публикациях ведущими учеными, работающими в этой области исследования.

В табл. 1 представлены результаты испытания классических термоэлектрических модулей, изготовленных для среды «вода» – «вода» № 1, «воздух» – «вода» № 2, «воздух» – «воздух» № 3, $\Delta T°C$ – это градиент температуры, при котором проводились испытания. Измерения проводились при нагрузке в 4 Ом, ток сборки превышал значение 10 А.

В табл. 2 представлены результаты испытания термоэлектрических модулей, изготовленных по запатентованной технологии, для аналогичных сред.

На рис. 2 представлен график изменения напряжения на классическом термоэлектрическом модуле в зависимости от токовой нагрузки, а на рис. 3 представлен график изменения напряжения на авторском термоэлектрическом модуле. Испытания проводились в среде «воздух» – «вода».

Из проведенного эксперимента видно, что электрофизические показатели запатентованной конструкции выше, чем у классических термоэлектрических модулей. Кроме этого, необходимо учитывать, что при испытании авторского термоэлектрического модуля не использовались радиаторы, стоимость которых в восемь раз выше стоимости классического термоэлектрического модуля.

Заключение

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что дополнительные конструктивно-технологические решения повышают эффективность термоэлектрических систем в среднем на 16,5%, при этом снижая её стоимость в 8 раз. При этом можно с полной уверенностью утверждать, что современное состояние научных знаний в области термоэлектричества должно сменить общую концепцию о том, что применение термоэлектрических преобразователей оправдано только в электронной промышленности при мощностях до нескольких десятков ватт. Наши исследования показывают, что в области создания энергосберегающих технологий термоэлектрические системы нового поколения займут достойное место.

Таблица 1

Результаты испытания термоэлектрического модуля классического вида

	№ 1	№ 2	№ 3
ΔT, °C	*U, B*	*U, B*	*U, B*
50	36	34	38
70	49	48	52

Таблица 2

Результаты испытания авторского термоэлектрического модуля

	№ 1	№ 2	№ 3
ΔT, °C	*U, B*	*U, B*	*U, B*
50	42	44	43
70	57	58	55

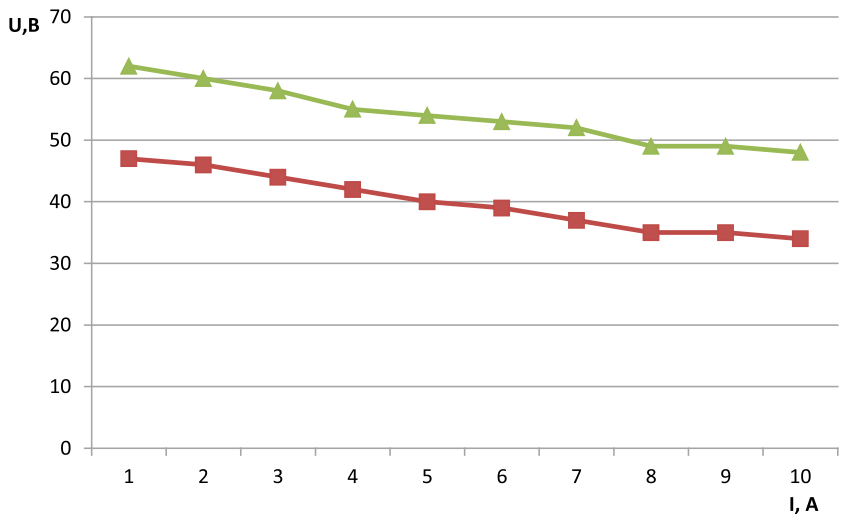


Рис. 2. График изменения напряжения на классическом термоэлектрическом модуле в зависимости от токовой нагрузки

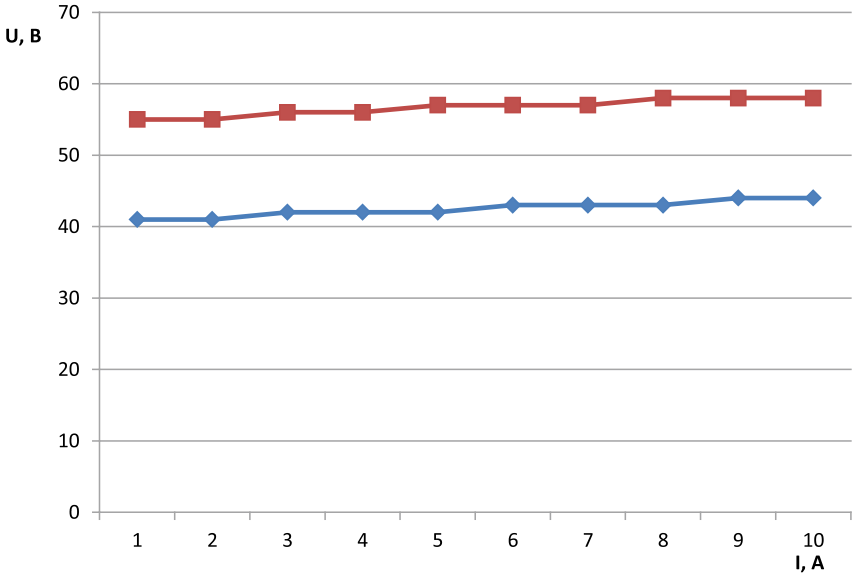


Рис. 3. График изменения напряжения на авторском термоэлектрическом модуле в зависимости от токовой нагрузки

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Иркутской области в рамках научного проекта № 20-48-380002.

Список литературы

1. Шелехов И.Ю., Шишелова Т.И., Смирнов Е.И. Новые технические решения для проектирования термоэлектрических систем // Вестник Мордовского университета. Бюллетень Мордовского университета. 2018. № 28(1). С. 48–61. DOI: 10.15507/0236-2910.028.201801.048-061.

2. Sugiartha N., Sastra Negara P. Technical feasibility evaluation on the use of a peltier thermoelectric module to recover automobile exhaust heat. Journal of Physics: Conference Series 2, Science, Technology, Innovation, and Culture for Sustainable Development: Challenge for Green Industry. «2nd International Joint Conference on Science and Technology, IJCST 2017». 2018. P. 012090.

3. Yoo C.-Y., Kim Y., Hwang J., Yoon H., Park S.H., Cho B.J., Min G. Impedance spectroscopy for assessment of thermoelectric module properties under a practical operating temperature Energy. 2018. T. 152. P. 834–839.

4. Kim K., Kim H., Kim W. Enhanced mechanical stability by using a groove-type electrode in a thermoelectric module Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers, B. 2018. T. 42. № 4. P. 285–290.

5. Köysal Y., Özdemir A.E., Atalay T. Experimental and modeling study on solar system using linear fresnel lens and thermoelectric module. Journal of Solar Energy Engineering, Transactions of the ASME. 2018. T. 140. № 6. P. 061003.

6. Wang C., Calderón C., Wang Y. An experimental study of a thermoelectric heat exchange module for domestic space heating Energy and Buildings. 2017. T. 145. P. 1–21.

7. Соколов М.М. Использование возобновляемых и нетрадиционных источников энергии: учеб. пособие. Н. Новгород: ННГАСУ, 2015. 116 с.

8. Oki S., Suzuki R.O. Performance simulation of a flat-plate thermoelectric module consisting of square truncated pyramid elements. Journal of Electronic Materials. 2017. T. 46. № 5. P. 2691–2696.

9. Zarubin V.S., Kuvyrkin G.N., Savel'eva I.Y. Modification of the mathematical model of the thermoelectric module of a thermostating coating. Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 2017. T. 90. № 2. P. 344–352.

10. Mykhailovsky V.Y., Razinkov V.V., Maksimuk M.V., Havryliuk M.V. Experimental research on a thermoelectric generator cascade module for solid fuel teg. Journal of Thermoelectricity. 2017. № 5. P. 64–72.

11. Mykhailovsky V.Y., Lysko V.V., Antoniuk V.V., Maksymuk M.V. Research on thermoelements based on n-pbte and p-tags materials for thermoelectric generator cascade module. Journal of Thermoelectricity. 2017. № 3. P. 36–44.

12. Korde P., Kamble V. Efficient energy harvesting using thermoelectric module Smart Innovation, Systems and Technologies. 2019. T. 106. P. 329–340.

13. Громов Г. Объемные или тонкопленочные термоэлектрические модули // компоненты и технологии. 2014. № 8. С. 108–113. [Электронный ресурс]. URL: http://www.rmtltd.ru/docs/technology/publications/Components %20and %20 Technologies %202014.pdf (дата обращения: 21.02.2020).

14. Васильев Е.Н., Деревянко В.А. Расчет эффективности термоэлектрических модулей для охлаждения радиоэлектронных элементов // Решетневские чтения. Красноярск: Изд-во ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», 2013. Т. 1. № 17. С. 211–213.

15. Пат. 2663748, Российская Федерация, МПК H01L35/32. Пространственно ориентированный термоэлектрический модуль и способ его изготовления / И.Ю. Шелехов, Е.И. Смирнов, К.П. Кашко, И.В. Шелехова; заявитель и патентообладатель ООО «Термостат+». № 2015153586; заявл. 14.12.2015; опубл.28.02.2017, Бюл. № 7. 11 с. [Электронный ресурс]. URL: http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet (дата обращения: 21.02.2020).

УДК 629.3.072.1:519.7

ЗАДАЧИ ОПЕРАЦИОННОГО УРОВНЯ В ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ

Юсупова Н.И., Валеев Р.С.

Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа, e-mail: Yussupova@ugatu.ac.ru, ruslan__valeev@inbox.ru

Статья посвящена задаче поиска наилучших маршрутов при доставке грузов различным клиентам, которая относится к классу задач маршрутизации (*VRP*), являющихся одними из важных задач операционного уровня в транспортной логистике. Рассматривается задача маршрутизации для доставки груза автомобильными транспортными средствами различным клиентам с возможностью дозагрузки недостающего груза в специализированных пунктах, в которой, в отличие от известных постановок, дополнительно решается задача размещения грузов в автомобильные транспортные средства (решается задача трехмерной упаковки). При этом наличие таких пунктов позволяет не тратить время на обратный путь в депо за грузом для очередного клиента. Приведена математическая модель рассматриваемой задачи, учитывающая следующие ограничения: вместимость транспортного средства, возможность доставки груза клиентам различными транспортными средствами, стоимость арендуемых транспортных средств, стоимость бензина. Поскольку задачи маршрутизации, как известно, являются труднорешаемыми задачами комбинаторной оптимизации, для их практического применения разрабатываются различные современные метаэвристические методы. В статье приводится алгоритм решения рассматриваемой задачи, базирующийся на эволюционных стратегиях. В частности, приведены две реализации эволюционных стратегий (1 + 3)-EA и (1 + 4)-EA, а также показана часть результатов проведенных численных экспериментов, показан пример практической задачи маршрутизации.

Ключевые слова: задачи маршрутизации, математические модели задач маршрутизации, задача маршрутизации с возможностью дозагрузки, задача трехмерной упаковки, эволюционные стратегии

OPERATIONAL LEVEL PROBLEMS IN TRANSPORT LOGISTICS

Yusupova N.I., Valeev R.S.

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, e-mail: Yussupova@ugatu.ac.ru, ruslan__valeev@inbox.ru

The article is devoted to the problem of finding the best routes for delivering goods to various customers. It belongs to the class of Vehicle Routing Problems (VRP), one of the important problems of the operational level in transport logistics. We consider the routing problem for the delivery of goods by automobile vehicles to various customers with the possibility of reloading the missing goods in specialized points, which, in contrast to the well-known statements, additionally solves the problem of the placing goods in automobile vehicles (the three-dimensional packing problem is solved). Moreover, the presence of such points allows not to waste time on the return trip to the depot for goods for the next client. The mathematical model of the problem is considered, it takes into account the following restrictions as: vehicle capacity, the ability to deliver goods to customers by various vehicles, the cost of rented vehicles, the cost of gasoline. Since routing problems are known to be hard to be resolved by combinatorial optimization, various modern metaheuristic methods are being developed for their practical application. The article provides the algorithm for resolving the problem that is based on evolutionary strategies. In particular, two implementations of the evolutionary strategies (1 + 3)-EA and (1 + 4)-EA are given, and also a part of the results of numerical experiments is shown, the example of a practical routing problem is shown as well.

Keywords: routing problems, mathematical models of routing problems, vehicle routing problem with satellite facilities, three-dimensional packing problem, evolutionary strategies

При принятии логистических решений компаниям, занимающимся транспортировкой некоторой продукции, требуется решать задачи так называемого операционного уровня. Одними из таких задач являются задачи поиска рациональных маршрутов различными транспортными средствами маршрутизации (*VRP*) [1]. Существует множество различных постановок таких задач, которых объединяет, прежде всего, наличие парка транспортных средств (депо) и клиентов, спрос которых необходимо удовлетворить. При этом любой искомый маршрут должен начинаться и заканчиваться в депо, задана матрица неотрицательных стоимостей (расстояний) между клиентами. Необходимо определить такой маршрут доставки заказов автомобильными транспортными средствами всем клиентам, чтобы общие затраты были минимальными. Известны различные постановки задач маршрутизации с ограничениями, которые встречаются при решении реальных задач. Целью исследования является решение практической задачи маршрутизации с возможностью дозагрузки недостающего груза в специализированных пунктах с предварительным размещением груза в автомобильные транспортные

средства (решается задача трехмерной упаковки, *3DBPP*).

Постановка задачи и математическая модель

В статье рассматривается задача маршрутизации для доставки груза различным клиентам с возможностью дозагрузки и его размещения в автомобильные транспортные средства (*MVRPSF*), в основу которой легли следующие известные задачи [2–4]: задача маршрутизации с учетом вместимости транспортного средства (*CVRP*); задача маршрутизации с условием обслуживания клиентов одновременно несколькими транспортными средствами (*SDVRP*); задача маршрутизации с возможностью дозагрузки груза в специализированных пунктах или депо (*VRPSF*).

Задача маршрутизации *MVRPSF* возникла в компании, занимающейся доставкой оборудования для установки освещения в различных регионах России арендуемыми автомобильными транспортными средствами одинаковой вместимости, находящимися в депо. На пути следования к клиентам имеются пункты дозагрузки, в которых автомобильные транспортные средства могут пополнять недостающий запас оборудования, не возвращаясь в депо. Известны данные о спросе клиентов на оборудование, о времени обслуживания клиентов (населенные пункты), о максимально разрешенном времени маршрута, о стоимости в единицу времени пройденного пути автомобильного транспортного средства (в стоимость входят стоимости аренды и бензина). Следует найти маршрут доставки оборудования с минимальными общими затратами при выполнении следующих условий: все пути для доставки груза начинаются в депо; после выполнения заказов автомобильные транспортные средства должны возвратиться обратно в депо; весь объем груза, доставляемого различным клиентам, не должен превосходить вместимости транспортных средств (*CVRP*); требования клиентов на поставку груза разделяются между несколькими транспортными средствами (*SDVRP*).

В задаче *MVRPSF* маршруты между клиентами представляются в виде графа. Вершины графа разбиваются на два непересекающихся множества, одно из которых I – множество клиентов ($I_0 = I \cup \{0\}$, где вершина 0 – это депо; i, j – номера клиентов; $i, j \in I = \{1,...,n\}$); другое множество F – это пункты дозагрузки; α – индекс, используемый для описания пунктов дозагрузки или депо, $\alpha \in F = \{1,...,s\} \cup \{0\}$; F_α – множество вершин, соответствующее потенциальным посещениям пунктов дозагрузки; F_0 – депо, используемое в качестве пункта для дозагрузки; n_α – количество дополнительных пунктов для дозагрузки; $\bar{n} = n + \sum_{\alpha=0}^{s} n_\alpha$ – количество пунктов в сети; d_{ij} – расстояние либо между клиентами i и j, либо между клиентами и депо, либо между дозагрузочными пунктами; τ_{ij} – время в пути между пунктами i и j; m – количество используемых транспортных средств; Q_v – вместимость транспортных средств v; $\hat{Q}_v$ – максимальное количество разрешенного в транспортном средстве v остатка груза до его пополнения, $\hat{Q}_v < Q_v$; $\cos t_{rent}$ – стоимость аренды транспортного средства в единицу времени; $\cos t_{petrol}$ – затраты на бензин транспортного средства; T_v – максимально разрешенное время маршрута для транспортного средства v; q_i – спрос клиента i; p_{iv} – время обслуживания клиента i транспортным средством v время загрузки в дозагрузочных пунктах, либо в депо.

В качестве решения выступает x^v_{ij} – переменная, принимающая значение 1, если автомобиль v перемещается из депо в направлении от клиента i к клиенту j, и 0 в противном случае. Используемые переменные: t^v_j – время начала обслуживания клиента j; y_{jv} – загрузка остатка заказанного груза непосредственно перед посещением клиента j; $\hat{y}_{iv}$ – количество заказа, доставляемого клиенту i автомобилем v;

Математически задача *MVRPSF* формулируется следующим образом [5]

$$\sum_{\substack{i,j=0\\ i\neq j}}^{\bar{n}} \sum_{v=1}^{m} (\cos t_{rent} + \cos t_{petrol}) d_{ij} x^v_{ij} \to \min \quad (1)$$

при следующих ограничениях:

$$\sum_{\substack{i,j=0\\ i\neq j}}^{\bar{n}} \sum_{v=1}^{m} x^v_{ij} \geq 1, i = 1,...,n, \quad (2)$$

$$\sum_{\substack{j=1\\ i\neq j}}^{n} x^v_{ij} \leq 1, i \in F_0 \cup ... \cup F_s, v = 1,...,m, \quad (3)$$

$$\sum_{\substack{i=0\\ i\neq j}}^{\bar{n}} x^v_{ji} - \sum_{\substack{i=0\\ i\neq j}}^{\bar{n}} x^v_{ij} = 0, j = 0,..,\bar{n}, v = 1,...,m, \quad (4)$$

$$y_{jv} \leq \bar{y}_{iv} x^v_{ij} + \bar{Q}_{iv}(1 - x^v_{ij}), i \neq j,$$
$$i \in I \cup F_0 \cup ... \cup F_s;$$
$$j \in I_0 \cup F_0 \cup ... \cup F_s; v = 1,...,m, \quad (5)$$

$$\hat{y}_{jv} \leq y_{jv} \leq Q_v, j = 1,...,n; v = 1,...,m, \quad (6)$$

$$0 \le y_{jv} \le \widehat{Q}_v, i \in F_0 \cup ... \cup F_s; v = 1,...,m, \quad (7)$$

$$\overline{y}_{iv} \le q_i \sum_{\substack{j=1 \\ j \ne i}}^{n} x_{ij}^v \le 1, i = 1,...,n; v = 1,...,m, \quad (8)$$

$$\sum_{v=1}^{m} \widehat{y}_{iv} = q_i, i = 1,...,n, \quad (9)$$

$$x^v_{ij} \in \{0,1\}; i = 0,...,n; j = 0,...,n; v = 1,...,m,$$

где

$$\overline{y}_{iv} = \begin{cases} y_{iv} - \widehat{y}_{iv}, \text{если } i \in I \\ Q_v, \text{если } i \in F_0 \cup ... \cup F_s; v = 1,...,m \end{cases}$$

$$\overline{Q}_{iv} = \begin{cases} Q_v - \widehat{y}_{iv}, \text{если } i \in I \\ Q_v, \text{если } i \in F_0 \cup ... \cup F_s; v = 1,...,m \end{cases}$$

Приведем известные постановки задач *CVRP* и *SDVRP*, условия которых применялись в задаче *MVRPSF*.

Требуется найти маршрут минимальной стоимости (*CVRP*):

$$\min \sum_{i=0}^{n} \sum_{j=0}^{n} \sum_{v=1}^{m} c_{ij} x_{ijv} \quad (10)$$

при выполнении следующих условий:

$$\sum_{i=1}^{n} \sum_{v=1}^{m} x_{ijv} = 1, j = 1,...,n, \quad (11)$$

$$\sum_{i=0}^{n} x_{izv} - \sum_{j=0}^{n} x_{sjv} = 0, z = o,...,n; v = 1,...,m, \quad (12)$$

$$y_{iv} \le q_i \sum_{j=1}^{m} x_{ijv}, i = 1,...,n; v = 1,...,m, \quad (13)$$

$$\sum_{v=1}^{m} y_{iv} = q_i, i = 1,...,n, \quad (14)$$

$$\sum_{i=1}^{n} y_{iv} \le Q_v, v = 1,...,m, \quad (15)$$

$$x_{ijv} \in \{0,1\}; i = 0,...,n; j = 0,...,n; v = 1,...,m;$$

$$y_{iv} \ge 0, i = 1,...,n; v = 1,...,m.$$

В задаче *SDVRP* при поиске маршрута минимальной стоимости (10), кроме условий (12)–(15), используются следующие условия:

маршрут включает каждую вершину не менее одного раза:

$$\sum_{i=1}^{n} \sum_{v=1}^{m} x_{ijv} \ge 1, j = 1,...,n \quad (16)$$

исключаются замкнутые маршруты:

$$\sum_{i \cup S} \sum_{j \in S} x_{ijv} \le |S| - 1, v = 1,...,m; S \subseteq V - \{0\}. \quad (17)$$

Для решения задачи *MVRPSF* с учетом перечисленных условий (11)–(17) был разработан алгоритм *VRPSF* на базе эволюционной стратегии $(\mu + \lambda) - EA$ [4], который находит рациональный маршрут доставки грузов и осуществляет их предварительное размещение в кузове автомобильных транспортных средств с учетом центра тяжести размещаемых грузов (решается задача трехмерной упаковки *3DBPP* [6]).

Для применения алгоритма *VRPSF* следует определиться с кодировкой решения – маршрута, начинающегося и заканчивающегося в депо. В данном алгоритме кодировка искомого решения – маршрута представляется в виде перестановки целых чисел 1,...,*n*. Приведем общую схему алгоритма *VRPSF* решения задачи (1)–(9).

Общая схема алгоритма VRPSF

Шаг 0. Инициализация переменных
Шаг 1. Загрузка груза в ТС *v* (решается *3DBPP*)
Шаг 2. *Цикл по количеству итераций*
Если маршрута нет, *то* генерировать λ маршрутов $x_{total_{ij}}$
иначе
Цикл по λ
$x_{ij}^{\lambda} = мутация(x_{total_{ij}})$
Конец_цикла_по_λ
Конец_ если_маршрута_нет
Цикл по количеству маршрутов
$K = Q_v$ (решается *3DBPP*)
Цикл по количеству клиентов *n*
Пока спрос *i*-го клиента q_i не будет удовлетворен, *выполнить*:

Если в автомобиле *v* все грузы *i*-го клиента размещены (т.е. спрос $q_i \le K$),
то спрос *i*-го клиента удовлетворен
иначе
Если $q_i > Q_v$, *то*
Поиск ближайшего пункта дозагрузки от клиента
иначе
Поиск наименьшего расстояния до пункта
дозагрузки и от пункта дозагрузки до следующего клиента
Конец _Если
Если найденный пункт дозагрузки депо и *если* есть
незадействованные автомобили,
то новый автомобиль вводится в маршрут
Добавление найденного пункта дозагрузки в маршрут
$K = Q_v$ (решается *3DBPP*)
Конец_если
Конец_цикла_пока
Конец цикла по количеству клиентов
Конец_цикла_по_количеству_маршрутов
Если выполняются ограничения (1)-(9), *то* сравнение стоимости
нового и текущего маршрутов и выбор наилучшего маршрута,
иначе маршрут не существует
Конец_цикла_по_итерациям
Вывод маршрута $x_{total_{ij}}$ и получение карты размещения грузов в ТС

Численные результаты

Для исследования эффективности разработанного алгоритма *VRPSF* проводились численные эксперименты. При этом в основу реализации алгоритма *VRPSF* были положены эволюционные стратегии (1 + 3)-*EA* и (1 + 4)-*EA* [7]. Приведем результаты одного из экспериментов, для которого были сгенерированы тестовые наборы данных: расстояния между клиентами, между клиентами и пунктами дозагрузки, величины спроса соответственно для 20 клиентов, пункты дозагрузки варьировались от 1 до 5. В тестовом наборе данных $K_n L_{n_\alpha} E_q$ обозначение K_n – это количество клиентов (n = 20); L_{n_α} – количество пунктов дозагрузки (n_α = 0,..,5); Eq – количество прогонов (q = 7); 400I и 500I – количество итераций алгоритмов. Каждый тестовый набор прогонялся семь раз. В таблице приведено сравнение средних стоимостей маршрутов для 20 клиентов и пяти дозагрузочных пунктов лишь для количества итераций 400I, на рисунке, а, б, приведены диаграммы для результатов таблицы и среднего времени работы алгоритмов (1 + 3)-*EA* и (1 + 4)-*EA* для 400I и 500I.

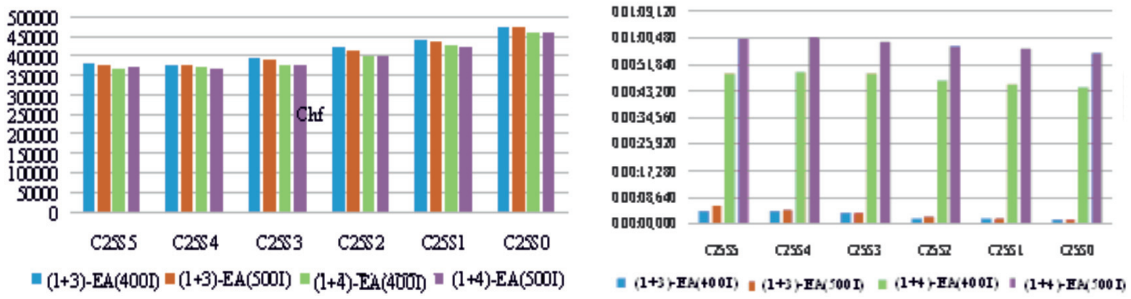
Как показали численные эксперименты, лучший результат показал алгоритм (1 + 4)-*EA*, алгоритм (1 + 3)-*EA* затрачивает меньше вычислительного времени, при этом на стоимость маршрута оказывает влияние количество пунктов дозагрузки: она меньше при их количестве, равном пяти (в данном эксперименте).

Сравнение средних стоимостей маршрутов для 20 клиентов

	(1 + 3)-*EA*(400I)	(1 + 4)-*E*A(400I)
K25L5	3778,518	2673,211
K25L4	3654,789	2565,561
K25L3	3586,780	3335,722
K25L2	4063,111	3909,575
K25L1	4256,881	4034,111
K25L0	4733,366	4583,175

Заключение

В представленной статье рассмотрена практическая задача маршрутизации с возможностью дозагрузки и приведены ее математическая модель и алгоритм, позволивший получить рациональный маршрут доставки грузов клиентам с возможностью дозагрузки и с предварительным размещением их в ТС, который базируется на эволюционных стратегиях (1 + 3)-*EA* и (1 + 4)-*EA*. Для проведения численного эксперимента были сгенерированы тестовые наборы данных для 20, 25, 30, 35 и 40 клиентов.



а) *б)*

Диаграммы для результатов таблицы и среднего времени работы алгоритмов (1 + 3)-ЕА и (1 + 4)-ЕА для 400I и 500I: а) сравнение средних стоимостей маршрутов; б) среднего времени работы алгоритмов для 20 клиентов

В статье приведены результаты численных экспериментов для 20 клиентов, при этом лучшие по целевой функции решения были получены алгоритмом (1 + 4)-*ЕА*.

Работа поддержана грантом РФФИ 18-07-00193-а.

Список литературы

1. Toth P., Vigo D. The Vehicle Routing Problem. Philadelphia, Society for Industrial and Applied Mathematics. 2002. 386 p.

2. Aby K. Abraham, Bobin Cherian Jos, Georgekutty S. Mangalathu. The Pickup And Delivery Vehicle Routing Problem For Perishable Goods In Air-Cargo Industry. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering. 2012. V. 2. №12. P. 790–794.

3. Andres Figliozzi M. The time dependent vehicle routing problem with time windows: Benchmark problems, an efficient solution algorithm, and solution characteristics. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. 2012. V. 48. P. 616–636.

4. Dhahri A., Zidi K., Ghedira K. A Variable Neighborhood Search for the Vehicle Routing Problem with Time Windows and Preventive Maintenance Activities. Electronic Notes in Discrete Mathematics. 2015. V. 47. P. 229–236.

5. Валеева А.Ф, Янтурин И.А., Валеев Р.С. Об одной задаче доставки груза различным клиентам с возможностью дозагрузки // Информационные технологии. 2020. Т. 26. № 1. С. 9–15.

6. Юсупова Н.И., Валеев Р.С. Рациональное размещение грузов в контейнеры с учетом их физических характеристик с помощью роботизированного комплекса // Информационные технологии. 2011. № 5. С. 30–36.

7. Борисовский П. А., Еремеев А. В. О сравнении некоторых эволюционных алгоритмов // Автоматика и телемеханика. 2004. № 2. С. 3–9.

ОБЗОРЫ

УДК 658.5:65.011.56

МЕТОДОЛОГИЯ ERP В ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

Игнатова Е.С.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), Москва, e-mail: knyazevaes@gic.mgsu.ru

Выявлена необходимость взаимосвязанного управления строительным производством (СП), обеспечивающими процессами и смежными направлениями функционирования компании. Показана актуальность исследования возможностей применения автоматизированных систем управления предприятием, основанных на методологии ERP (Enterprise Resource Planning, с англ. – планирование ресурсов предприятия) в ходе СП. Целью исследования является систематизация представлений о перспективах и ограничениях применения методологии ERP в организации и управлении СП. Материалами при подготовке обзора служили научные изыскания российских авторов в части проблем организации управления СП, использования методологии ERP в управлении предприятиями, перспектив и ограничений применения ERP-систем в СП. Методами исследования служили: эмпирические методы – изучение литературы, документов, сайтов, результатов, опыта; теоретические методы – анализ, синтез, сравнение, обобщение, выявление противоречий. Установлено, что методология ERP предполагает непрерывное взаимоувязывание и оптимизацию всех производственных ресурсов, а также сопутствующих управленческих, финансовых, трудовых и прочих ресурсов и построение общей транзакционной системы, независимо от удаленности рабочих мест контрагентов. Многомодульность и возможность масштабирования ERP-систем позволяет не только оптимизировать СП, но и учитывать взаимоотношения с потребителями и логистические цепочки поставок, управлять ресурсами, складами, персоналом и пр., в том числе на протяжении жизненного цикла объекта. Определены ограничения внедрения ERP-систем: долгосрочный период окупаемости затрат на внедрение системы; необходимость обучения пользователей рабочих мест; избыточность функционала системы; затраты на поддержку и обновление системы; отклонения от российских стандартов при внедрении западных систем, не адаптированных под российскую законодательную базу. Показана необходимость детектирования, инжиниринга и реинжиниринга процессов СП до внедрения ERP-системы с учетом передовых моделей и методов организации производства. Охарактеризована ERP-система для СП, показаны возможности ее интеграции с BIM-системами.

Ключевые слова: строительное производство, планирование ресурсов, ERP-система, организация производства, бизнес-процесс, интеграция

ERP METHODOLOGY IN THE ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF CONSTRUCTION PRODUCTION

Ignatova E.S.

Moscow State University of Civil Engineering (MGSU) National Research University, Moscow, e-mail: knyazevaes@gic.mgsu.ru

The need for interconnected management of construction production (CP), providing processes and related areas of the company's functioning, is revealed. The relevance of researching the possibilities of using automated enterprise management systems based on the ERP (Enterprise Resource Planning) methodology during the CP is shown. The aim of the study is to systematize ideas about the prospects and limitations of using the ERP methodology in CP organizing and managing. The materials for the preparation of the review were scientific research by Russian authors regarding the problems of CP organizing and managing, using the ERP methodology in enterprise management, the prospects and limitations of using ERP-systems in CP. The research methods were: empirical methods – the study of literature, documents, sites, results, experience; theoretical methods – analysis, synthesis, comparison, generalization, identification of contradictions. It has been established that the ERP methodology assumes continuous interconnection and optimization of all production resources, as well as related managerial, financial, labor and other resources, and the construction of a common transaction system, regardless of the remoteness of counterparty jobs. The multi-modularity and the possibility of ERP-systems scaling allows not only optimizing the CP, but also taking into account relationships with consumers and supply chain, manage resources, warehouses, personnel, etc., including throughout the life cycle of the facility. Limitations of the implementation of ERP-systems: the long-term payback period for the implementation of the system; the need for training users of jobs; redundancy of the system functionality; system support and update costs; deviations from Russian standards in the implementation of Western systems that are not adapted to the Russian legislative framework. The necessity of detecting, engineering, and reengineering of CP processes prior to the introduction of an ERP-system is shown, taking into account advanced models and methods of organizing production. The ERP-system for the CP is characterized, the possibilities of its integration with BIM systems are shown.

Keywords: construction production, resource planning, ERP-system, production organization, business process, integration

Современное строительное производство (СП) отличается комплексностью и многозадачностью взаимосвязанных работ при создании и обновлении зданий и сооружений. Организация и управление инновационным СП предполагает использование принципов производственного и операционного менеджмента, маркетинга,

управления качеством, проектной методологии, логистических приемов, моделирования и реинжиниринга процессов и т.д. [1].

Традиционное календарно-сетевое планирование и нормирование труда, направленное на сокращение затрат ресурсов и времени выполнения строительно-монтажных работ без использования средств комплексной автоматизации, не способствует гибкому реагированию на внешние и внутренние отклонения в ходе СП. Применение программных продуктов в организации СП позволяет управлять комплексом строительно-монтажных работ, быстро модифицировать сеть взаимодействий, изменять продолжительность, последовательность и ресурсообеспеченность работ [2], сокращать время пролеживания предметов труда и простаивания техники и рабочей силы.

При организации СП широко используются различные системы автоматизированного проектирования, а также набирающие популярность BIM-технологии, позволяющие представить информационную модель здания/сооружения и исследовать отклонения от детального описания процессов на протяжении жизненного цикла объекта [3]. Однако такие средства автоматизации процессов СП недостаточно эффективны для промышленно-строительных комплексов и многопрофильных холдингов, где одновременно со СП реализуются другие направления деятельности. Необходимо взаимосвязанное управление СП обеспечивающими процессами и смежными направлениями функционирования компании. В этой связи актуальным является исследование возможностей применения автоматизированных систем управления предприятием, основанных на методологии ERP (Enterprise Resource Planning, с англ. – планирование ресурсов предприятия) в ходе СП.

Целью исследования является систематизация представлений о перспективах и ограничениях применения методологии ERP в организации и управлении СП.

Материалы и методы исследования

Материалами при подготовке данного обзора служили научные изыскания российских авторов в части проблем организации управления СП, использования методологии ERP в управлении предприятиями, перспектив и ограничений применения ERP-систем в СП. Методами исследования служили: эмпирические методы – изучение литературы, документов, сайтов, результатов, опыта; теоретические методы – анализ, синтез, сравнение, обобщение, выявление противоречий.

Результаты исследования и их обсуждение

Необходимость оптимизации процессов организации и управления СП связана с наличием большого числа контрагентов и подрядчиков, деятельность которых должна стремиться к осуществлению по принципу «точно в срок», для минимизации временных и ресурсных отклонений. Необходимо увязывание производственной программы по видам, срокам и последовательности работ с ведомостями технологических комплектов строительных ресурсов, диспетчеризацией процессов, контролем качества, потребностями в ресурсах сторонних организаций и деятельностью складов [4]. В научных исследованиях отмечается важность каталогизации и паспортизации работ организациями строительно-монтажного профиля, для повышения достоверности порядка работ и сметной стоимости для подрядных организаций. Паспортизация средств труда, технологий и методов СП позволит снизить отклонения в объемах и цене работ при выполнении аналогичных заказов [5].

В действительности, зачастую наблюдаются отклонения в категориях «производственные запасы», «производственные затраты», «общепроизводственные расходы», «материалы» и пр. [6]. Каталогизация, паспортизация и документирование процессов не только позволит повысить эффективность СП, но и выступит базисом для дальнейшего выбора системы автоматизации. Отмечается необходимость детального моделирования производственных и обеспечивающих процессов СП, для последующей их корректировки и оптимизации. Приводится ряд методологий для детектирования, построения, моделирования и реинжиниринга бизнес-процессов в СП, позволяющих установить взаимозависимость между событиями, документами, функциями, подразделениями [7, 8].

Указывается, что для повышения организационно-технологической надежности СП и получения заданного результата в определенных производственных условиях необходимо прогнозирование случайных и систематических факторов, отклонений и сбоев в ритмичности СП, а также учет технических, технологических, организационных, управленческих, рыночных, природных факторов в моделях управления производственными процессами [9], для их последующей автоматизации. При этом неверно выбранный математический аппарат и модельное описание процессов СП в средствах автоматизации приводит к потерям и ущербу даже в тех строительных проектах, изначальная экономическая эффективность которых была очевидной [10].

Автоматизированная система управления СП должна способствовать синхрони-

зации производства, оптимизации запасов, обеспечению качества с учетом стратегических, тактических и операционных целей производства, современных концепций бережливого производства, управления качеством, быстрореагирующего производства, теории ограничений и т.д., что может быть реализовано с применением ERP-систем [11].

В общем виде методология ERP предполагает непрерывное взаимоувязывание и оптимизацию всех производственных ресурсов, а также сопутствующих управленческих, финансовых, трудовых и прочих ресурсов и построение общей транзакционной системы, независимо от удаленности рабочих мест контрагентов. Многомодульность и возможность масштабирования ERP систем позволяет не только оптимизировать СП, но и учитывать взаимоотношения с потребителями и логистические цепочки поставок, управлять ресурсами, складами, персоналом и пр., в том числе на протяжении жизненного цикла объекта [12].

В качестве ограничений внедрения методологии ERP для организации и управления СП выделяют: долгосрочный период окупаемости затрат на внедрение системы; необходимость обучения пользователей рабочих мест; избыточность функционала системы; затраты на поддержку и обновление системы; отклонения от российских стандартов при внедрении западных систем, не адаптированных под российскую законодательную базу. Отсутствие предварительного инжиниринга и реинжиниринга бизнес-процессов СП, консультирования и обучения пользователей при внедрении методологии ERP в российских компаниях приводит к тому, что более половины проектов внедрения производятся с превышением запланированного бюджета [13].

Также отмечается проблема использования отличающихся систем оптимизации ресурсов в различных компаниях-партнерах, что при организации и управлении СП создает трудности интегрированной передачи данных. Указывается на необходимость интеграции ERP систем с торговыми площадками и ресурсами электронной коммерции, действующими на принципах B2B, для снижения потребности в торговых посредниках, сокращения персонала и документооборота при оформлении взаимодействий между организациями-партнерами, учета результатов торгов на независимых автоматизированных площадках в ERP-системе [14].

В ходе СП отклонения от плановых показателей могут возникнуть на различных этапах работ. Это могут быть риски несвоевременного получения проектной документации, задержки в оплате и начале работ контрагентов, нехватка техники и персонала и т.д., включая неблагоприятные метеоусловия на площадках. Отмечено, что в российской действительности такие отклонения могут достигать 80%, в то время как в западных компаниях их не более 20% за счет использования ERP-систем [13].

В ряде работ справедливо указывается на важность реализации в рамках ERP-системы не только процессного, но и проектного подхода. Действительно, выделение отдельных проектов и применение к ним соответствующей методологии управления является необходимым для инвестиционно-строительной деятельности. В данном случае в системе формируется набор управляемых параметров проекта, включая виды, сроки, стоимость работ и ресурсов, требования по логистике и качеству, а также резервам и ограничениям ресурсов, для достижения плановых показателей строительного проекта [15]. Применение ERP-систем дополнительно позволяет отрегулировать коммуникационные процессы при организации и управлении СП, снизить уровень неэффективного документооборота и контактов [16].

Перспективы использования ERP-систем становятся очевидными, при надлежащем восприятии сотрудниками компании факта необходимости реорганизации производства и реинжиниринга процессов, согласно современным стандартам. Нецелесообразно внедрение методологии ERP на процессы «как есть», необходимо предварительное решение «как должно быть», с внедрением современных форм и методов организации СП [17]. Эффективно применение функционально-стоимостного анализа отдельных процессов и операций в рамках СП, для оригинального перепроектирования процессов, повышения качества работ при снижении затрат [18], а также методологии системотехники [19] и дальнейшего принятия обновленных процессов к документированию до внедрения автоматизированных систем. Эффективность внедрения также зависит от предварительной детальной проработки сроков и затрат создания или адаптации ERP-системы с учетом отраслевой специфики и особенностей деятельности конкретной компании в сфере СП [20].

Так, производители ERP-систем придерживаются определенной методологии их внедрения, включая процедуры предварительного анализа бизнес-процессов совместно с заказчиком и пользователями, для оптимизации и снижения вероятности

дублирования и избыточности процессов. Далее следует разработка дизайна системы, разработка непосредственно самой системы и ее тестирование, развертывание рабочих мест и поддержка системы [21]. Важным является произошедший переход от первичных тяжелых, закрытых ERP-систем, автоматизирующих типовые бизнес-процессы, к открытым гибким системам, веб-ориентированным и многокомпонентным, учитывающим специфику отрасли, модели ведения бизнеса и обновляющиеся процессы и процедуры работы компаний, с доступностью данных для всех участников СП. Последнее поколение ERP-систем обеспечивает возможность доступа со смартфонов через мобильное приложение [22].

Известно, что при использовании ERP-системы необходимы несколько типов поддержки функционирования системы для повышения эффективности ее внедрения. Требуются: поддержка пользователей, инфраструктуры и базиса; доработка и изменение системы согласно инновационным формам организации и управления СП (например, новые порядок выполнения работ, система внутренних и внешних взаимоотношений, правила закупок, организация производства собственных ресурсов, система поощрений труда и пр.); доработка системы согласно законодательным нововведениям (например, новые формы финансового и бухгалтерского учета) [23].

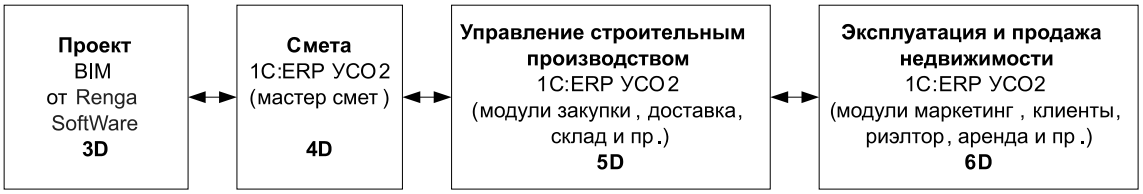
В ходе поддержки консультантам следует учитывать возможность возникновения конфликта с модулями системы и другими программными продуктами организации, интегрированными с ERP-системой, своевременно устранять расхождения и ошибки. Так, на примере «1С:ERP Управление предприятием» показана возможность реализации функций организации и управления бизнес-процессами (англ. Business Process Management – BPM), через модуль «мониторинга показателей…» в ERP-системе, с расширением функционала модуля до уровня BPM, что, однако, приводит к техническим (шкалы, единицы измерения, алгоритмы) и организационным трудностям [24].

Достаточное число научных публикаций характеризует работу отдельных модулей ERP-систем и их функционал. Например, модуль «Производство» в «1С:ERP Управление предприятием» позволяет контролировать и распределять исполнение графика производства по подуровням с применением документов «заказ на производство», «график», «маршрутный лист» и последующих документов, учитывающих движение материалов, результаты и трудозатраты производства [25]. Модуль содержит готовые инструменты моделирования производственной программы, пооперационного планирования, оптимизации, с учетом отраслевой специфики. В целом система включает модули бухгалтерии, управления основными фондами, персоналом, качеством, закупками, сбытом, проектами, контроллинг и др. [26].

Специализированная отраслевая разработка «1С: Предприятие 8. ERP Управление строительной организацией (УСО)» предлагается компанией 1С для строительных холдингов, инвесторов, застройщиков, заказчиков, подрядчиков, инжиниринговых организаций и многоотраслевых компаний, занятых в том числе строительством [27]. Данная система включает набор решений компании 1С, оптимизирующих деятельность дирекции, кадров, финансов, бухгалтерии, юристов, проектных и конструкторских отделов, службы эксплуатации, а также складов, маркетинга, снабжения, производства, капстроительства, транспортного цеха, энергетиков, сметного отдела, смежников, удаленных складов и пр. [28].

Выбор определенной конфигурации ERP-системы для организации и управления СП зависит от состава строительного производства, наличия собственного производства материалов, парка техники, а также сопутствующих видов деятельности, в том числе не связанных со строительством. Указывается важность использования алгоритмически изменяемой ERP-системы для СП, с обязательным наличием управления цепями поставок, с возможностью учета операций на давальческом сырье [29], а также жизненного цикла продукта (объекта) [30].

Основными конкурирующими ERP-системами на российском рынке остаются продукты компаний SAP и 1С. Причем первая уверенно лидирует по объему выручки, в связи с большей стоимостью внедрения и поддержки системы, а также вследствие ориентации на крупные промышленные объекты. Компания 1С превосходит конкурента по числу автоматизированных рабочих мест, в связи с изначальной ориентацией на малый и средний бизнес. Наряду с более выгодной стоимостью пользовательской лицензии, в случае 1С:ERP необходимо отметить быстрое обновление системы под изменяющиеся российские стандарты ведения бизнеса, в то время как SAP ориентирована на мировые стандарты отчетности [31]. Также отмечается гибкость и масштабируемость 1С:ERP, меньшие сроки внедрения, наличие достаточного числа консультантов внедрения и поддержки, открытость системы для конфигурирования [32].



Концептуальная модель реализации строительного проекта при интеграции ERP-BIM (составлено по данным [27])

При оценке эффекта от внедрения методологии ERP для СП проблемой остается выбор способа оценки эффективности. Конечная экономическая эффективность, предполагающая превышение результатов над уровнем затрат в денежном выражении, не всегда может быть определена. Требуется предварительная оценка повышения эффективности всего производственного процесса и относительного эффекта от роста результативности отдельных процессов, операций, проектов. В сфере СП используются показатели эффективности производственного характера – производительность, ресурсоотдача, фондоотдача, рост объемов производства и т.д. [33].

В качестве преимуществ использования методологии ERP выделяют повышение скорости формирования отчетности и выработки управленческих решений, сокращение операционных расходов, объемов материальных запасов, снижение производственных затрат, рост оборачиваемости запасов и объемов производства, снижение трудозатрат и повышение прибыли [34]. В сфере СП использование ERP-систем позволяет минимизировать ошибки в расчете стоимости и сроков возведения объектов, что обеспечивает повышенное качество разработки и исполнения тендерных предложений, сокращает финансовые и имиджевые риски, а также снижает число претензий за счет надлежащего выполнения обязательств по контрагентским договорам [26].

В связи с доказанной эффективностью BIM-технологий в процессе разработки проектно-сметной документации под визуализированный объект строительства, с последующим управлением строительством и эксплуатацией объекта [35], перспективной представляется интеграция ERP-систем с системами, реализующими BIM-методологию [36] (рисунок).

Компания 1С предлагает возможность интеграции ERP-системы с BIM-моделью объекта на всей протяженности его жизненного цикла. Сквозная интеграция осуществляется через конструктивный элемент 3D модели Renga SoftWare. Такая интеграция позволит в любой момент эксплуатации здания получить информацию о сроках, объемах, поставщике, ценах на ресурсы для конкретного конструктивного элемента и оперативно провести план-фактный анализ выполнения типовых проектов в различных локациях [27].

Заключение

Таким образом, показана необходимость оптимизации процессов СП до внедрения автоматизированных систем, с учетом передовых моделей и методов организации производства. При организации и управлении СП следует опираться на концепции «точно в срок», бережливого производства, управления качеством, теории ограничений, моделирования, инжиниринга и реинжиниринга бизнес-процессов.

Показано, что без предварительного детектирования, паспортизации, каталогизации и оптимизации процессов СП, невозможно эффективное внедрение средств автоматизации. Установлено, что методология ERP предполагает непрерывное взаимоувязывание и оптимизацию всех производственных ресурсов, а также сопутствующих управленческих, финансовых, трудовых и прочих ресурсов и построение общей транзакционной системы, независимо от удаленности рабочих мест контрагентов. Многомодульность и возможность масштабирования ERP-систем позволяет не только оптимизировать СП, но и учитывать взаимоотношения с потребителями и логистические цепочки поставок, управлять ресурсами, складами, персоналом и пр., в том числе на протяжении жизненного цикла объекта.

Определены ограничения внедрения ERP-систем: долгосрочный период окупаемости затрат на внедрение системы; необходимость обучения пользователей рабочих мест; избыточность функционала системы; затраты на поддержку и обновление системы; отклонения от российских стандартов при внедрении западных систем, не адаптированных под российскую законодательную

базу. Охарактеризованы конкурентные особенности продуктов SAP и 1С. К перспективам использования 1С:ERP, наряду с более выгодной стоимостью пользовательской лицензии, относят: быстрое обновление системы под изменяющиеся российские стандарты ведения бизнеса, гибкость и масштабируемость, меньшие сроки внедрения, наличие достаточного числа консультантов внедрения и поддержки, открытость системы для конфигурирования.

Охарактеризована ERP-система для СП. Выбор определенной конфигурации ERP-системы для организации и управления СП зависит от состава строительного производства, наличия собственного производства материалов, парка техники, а также сопутствующих видов деятельности, в том числе не связанных со строительством. Показаны перспективы интеграции «1С:Предприятие 8. ERP Управление строительной организацией» с BIM-системами. В сфере строительства методология ERP позволяет контролировать сроки и качество реализации проектов, минимизировать запасы ресурсов, сократить стоимость и время производственных операций, ускорить коммуникативные взаимодействия, сократить ошибки, отклонения и общую длительность реализации проекта.

Список литературы

1. Сергеева Е.А., Сафина Г.Р. Производственный менеджмент. Казань: Казан. гос. ун-т, 2010. 334 с.

2. Фомичев А.В., Латина С.В. Необходимость автоматизации в организации и управлении строительным производством // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 7–1. С. 63–63.

3. Перцева А.Е., Волкова А.А., Хижняк Н.С., Астафьева Н.С. Особенности внедрения BIM-технологии в отечественные организации // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2017. Т. 9. № 6. [Электронный ресурс]. URL: https://naukovedenie.ru/PDF/58EVN617.pdf (дата обращения: 21.12.2019).

4. Олейник П.П., Бродский В.И. Стандартизация организации строительного производства //Вестник Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. 2013. № 11 (188). С. 10–14.

5. Серов В.М. Об определении договорной цены на строительный подряд и управлении издержками строительного производства // Строительство. Экономика и управление. 2017. № 2 (26). С. 2–11.

6. Горшкова Н.В., Кириченко Ю.О. Оптимизация методологии финансового и управленческого учета на малых предприятиях строительной отрасли // Экономический форум. 2013. № 1. С. 297–302.

7. Иванова Н.Н., Трофименко Д.И. Моделирование бизнес-процессов строительной организации с применением методологии ARIS // Инженерный вестник Дона. 2013. № 4 (27). С. 243.

8. Будник Д.С., Смирнова Э.Е. Методология реинжиниринга бизнес-процессов для повышения их качества на примере инвестиционно-строительной организации // Современное состояние, проблемы и перспективы развития отраслевой науки: материалы Всерос. конф. с межд. участием. 2017. С. 303–308.

9. Бурчик В.В., Кузьмич Н.П. Повышение организационно-технологической надёжности строительного производства в контексте устойчивого развития строительных организаций // Организатор производства. 2015.№ 2 (65). С. 29–35.

10. Цапко К.А. Инновационные методы управления инвестициями в свете системного подхода к организации и управлению строительным производством // Инженерный вестник Дона. 2016. № 4 (43). С. 182.

11. Вожаков А.В., Гитман М.Б., Столбов В.Ю. Концепция интеллектуальной системы управления производством на базе лучших практик организации производства // Управление большими системами: материалы XIV Всероссийской школы-конференции молодых ученых. УБС-2017. 2017. С. 469–488.

12. Меликбекян Д.Ж., Секерин В.Д. Методология оценки инвестиционных проектов и анализа конкурентоспособности строительной продукции в промышленности строительных материалов // Экономика и предпринимательство. 2016. № 11–3 (76). С. 1090–1094.

13. Антипов Д.А., Гонякина Е.Н., Бойчев В., Комарчев С.В. ERP-системы на российских строительных объектах // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 11 (26). С. 127–135.

14. Дорохова Ж.В. Интеграция ERP и B2B на примере проектирования ЭТП в строительном бизнесе // Перспективное развитие науки, техники и технологий: материалы 3-й Международной научно-практической конференции: в 3 т. 2013. С. 371–376.

15. Кубасова Т.И. Современные тенденции развития методологии управления строительными проектами // Baikal Research Journal. 2015. Т. 6. № 4. С. 15.

16. Мельников Л.М., Мясищев Г.И. К вопросу о коммуникативном аспекте организации и управления строительным производством // Инженерный вестник Дона. 2015. № 3 (37). С. 81.

17. Иванова А.С., Матвеева Е.А., Пирогов В.В. Методология разработки ИСУП на базе внедрения эффективных форм, методов, систем организации труда, производства и управления // Проблемы развития предприятий: теория и практика: материалы 14-й Международной научно-практической конференции: в 3-х ч. Часть 1. 2015. С. 161.

18. Ахмедова Л.А. Функциональный подход в методологии совершенствования управления строительными организациями // Сб. материалов II Межд. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы реформирования экономики». 2015. С. 116–120.

19. Лебедев В.М., Беликова Г.В., Алейников М.В. Системотехническая методология организации процессов строительного производства // Сб. докл. межд. науч.-практ. конф «Наука и инновации в строительстве». 2018. С. 248–251.

20. Виноградова Е.Ю., Галимова А.И. Принципы формирования корпоративной информационной системы для внедрения на российских предприятиях // Известия УрГЭУ. 2017. № 2(70). С. 111–121.

21. Склярова В.В. Сравнение методологий внедрения ERP-систем // Инновационное развитие российской экономики: материалы IX Международной научно-практической конференции. Москва: Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова; Российский гуманитарный научный фонд. 2016. С. 175–176.

22. Григорьев А.А., Титов В.А. Характеристика, структура, организация систем управления ERP, ERP II и ERP III // Фундаментальные исследования. 2017. № 2. С. 48–51.

23. Серов Е.И. Проблема обновления ERP-систем на примере SAP ERP // Сб. трудов 17-й межд. науч. конф. «Цивилизация знаний: российские реалии». 2016. С. 329–332.

24. Одинцов Б.Е. Управление бизнес-процессами предприятия в среде «1С:ERP Управление предприятием 2» // Сб. науч. трудов 18-й межд. науч.-практ. конф. «Новые информационные технологии в образовании». 2018. С. 353–356.

25. Шитова Т.Ф. Управление и учет производственных процессов в системе «1С:ERP Управление производством 2» // Сб. науч. трудов 18-й межд. науч.-практ. конф. «Новые информационные технологии в образовании». 2018. С. 357–360.

26. Грибов А.П. Ресурсы в виде… матрицы IT-технологии для строительного бизнеса: аргументы и факты // Креативная экономика. 2012. № 3. С. 125–132.

27. Григоров И. Реализация BIM 4D в 1С:ERP Управление строительной организацией [Электронный ресурс]. URL: https://static.1c.ru/files/konf0619/20/13_45_%D0%93%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%20%D0%98.%20%D0%A0%D0%B5%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F%204D%20%D0%B2%201%D0%A1_ERP%20%D0%A3%D0%A1%D0%9E.pdf (дата обращения: 21.02.2020).

28. Григоров И. 1С Предприятие 8: ERP Управление строительной организацией 2 [Электронный ресурс]. URL: https://rarus.ru/downloads/2482/1cerpuso2.pdf (дата обращения: 21.02.2020).

29. Беджанова А.А. Возможности автоматизации учета толлинговых операций на примере «Галактики ERP» и «1С: ERP Управление предприятием 2» // Сб. докладов V Межд. науч.-практ. интернет-конференции «Актуальные вопросы экономики и управления на современном этапе развития общества». 2019. С. 24–29.

30. Белоусов В.Е., Мейсам С.Д., Косолапова Ю.В. Автоматизация процессов организации строительного производства // Сб. науч. трудов 4-й Межд. молодежн. науч.-практ. конф. «Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование». 2017. С. 72–75.

31. Слеповичев С.О., Косников Ю.Н., Бобрышева Г.В. Сравнительный анализ информационных систем «1С:ERP Управление предприятием 2» и «SAP ERP» // Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения: материалы I Всероссийской научной конференции. Тольятти: Тольяттинский государственный университет, 2017. С. 550–554.

32. Фатьянова А.А. Сравнение 1С ERP с зарубежными ERP-системами // Факторы успеха. 2018. № 2 (11). С. 117–120.

33. Чепаченко Н.В., Щербина Г.Ф. Методология измерения и оценки эффективной деятельности строительной организации // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 6 (65). С. 344–354.

34. Шитова Т.Ф. Управление деятельностью предприятия с помощью современных информационных систем // Вопросы управления. 2018. С. 128–134.

35. Кужин М.Ф., Сафронов С.С. Информационное моделирование в организации строительного производства // Системные технологии. 2018. № 4 (29). С. 72–77.

36. Ресин В.И., Бачурина С.С., Корягин Н.Д., Сухоруков А.И., Ерошкин С.Ю. Особенности управления российскими инвестиционно-строительными проектами // Мир новой экономики. 2016. № 4. С. 115–126.

СТАТЬИ

УДК 37.047:376.112.4

ЛИЧНОСТНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ НА ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ УЧИТЕЛЕЙ БИОЛОГИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Белова О.А., Сазонов В.Ф., Асеев В.Ю.

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина», Рязань, e-mail: belolga60@gmail.com

Переход на электронные формы обучения и вовлечение обучающихся в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС) учебного заведения порождают проблему, которая заключается в том, что информационный компонент обучения перемещается со знаний, опосредованно передающихся педагогом, в непосредственно и самостоятельно воспринимаемый обучающимися электронный информационный контент. В работе впервые на конкретных примерах рассматривается значение биологических дисциплин в условиях системного интегрированного подхода к их изучению, с использованием ЭИОС и электронных образовательных ресурсов (ЭОР), в которых необходимо передавать личностно-социальную составляющую профессионального профиля преподавателя. Дан анализ роли биологических дисциплин для будущего учителя биологии, особенностей процесса формирования заинтересованности студентов в изучении биологии и передачи социального опыта преподавателей в условиях электронного обучения в ЭИОС вуза. Приведены примеры дифференцированного подхода к преподаванию биологических дисциплин различного характера. Указано важное значение системного подхода, который требует, по мнению авторов, изучения отдельных биологических объектов как системы, включённой в иерархию других систем: более высокого и более низкого порядка. Рекомендуется «персонификация» ЭОР, закрепление конкретного ЭОР за конкретным преподавателем и привнесение в ЭОР личных особенностей ведущего его преподавателя.

Ключевые слова: биологические дисциплины, системный подход, электронное обучение, ЭИОС, ЭОР, обучающиеся

PERSONAL INFLUENCE OF THE TEACHER ON STUDENTS UNDER TRAINING OF TEACHERS OF BIOLOGY IN MODERN CONDITIONS OF THE USE OF ELECTRONIC LEARNING

Belova O.A., Sazonov V.F., Aseev V.Yu.

Ryazan State University named after S.A. Yesenin, Ryazan, e-mail: belolga60@gmail.com

The transition to electronic forms of training and the involving of students to the electronic information and educational environment (EIEE) of an educational institution give rise to a problem that lies in the fact that the information component of training is transferred from the knowledge indirectly transmitted by the teacher to the electronic information content perceived by the students directly and independently. The work is first analyzed the importance of biological disciplines in the context of an integrated approach to their study using EIEE and electronic educational resources (EER), in which it is necessary to transfer the personal and social component of the teacher's professional profile. The analysis of the role of biological disciplines for the future teacher of biology, the features of the process of forming students' interest in the study of biology and the transfer of teachers' social experience in e-learning conditions to the university EIEE was given. Examples of a differentiated approach to teaching of biological disciplines of a different nature were given. The importance of a systems approach is indicated, which requires, according to the authors, to study of individual biological objects as a system included in the hierarchy of other systems: higher and lower order. It is recommended that the EER will be «personified», assigned a specific EER to a particular teacher, and the introduction of the personal characteristics of the teacher leading it into the EER.

Keywords: biological disciplines, systems approach, e-learning, EIEE, EER, students

В современных условиях начала XXI в. учебные заведения России, и вузы в том числе, переживают своеобразный переходный этап, для которого характерно освоение новых технологий в области образования и воспитания. Важнейшее значение, на наш взгляд, имеет переход на электронные формы обучения и приобщение обучающихся к электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) учебного заведения.

В Концепции Федеральной целевой программы развития образования до 2020 г. говорится о необходимости применения информационно-коммуникационных технологий и использования ЭИОС для повышения качества образования и конкурентоспособности выпускников вузов [1].

Согласно статье 16 закона «Об образовании в Российской Федерации» ЭИОС образовательной организации должна содержать электронные ресурсы (информационные и образовательные), технологии (информационные и телекоммуникационные), а также технологические средства для их использования. И это всё предназначено

для освоения обучающимися образовательных программ в полном объёме независимо от места их физического присутствия.

Нетрудно заметить, что в современном образовании всё шире используется «электронное обучение».

Электронным обучением можно считать всякую деятельность, направленную на обучение, которая разворачивается в ЭИОС. «К указанной деятельности относятся все процессы учения, преподавания, обучения, подготовки, консультирования, формирования и развития опыта и компетенций» [2, с. 730].

По данным на 2017 г. уже 68% опрошенных студентов вузов в нашей стране используют для получения знаний и справок на любую тему такие открытые информационные ресурсы, как онлайн-энциклопедии и т.д. [3, с. 92]. Мы можем обоснованно предположить, что к настоящему времени подавляющее большинство студентов вполне готовы к электронному обучению.

Технический прогресс, стремительное развитие естественнонаучных дисциплин привели к применению новых принципов в процессе обучения биологическим дисциплинам и расширили возможности электронной формы представления данных. Вследствие этого возникла необходимость в увеличении числа практических специалистов биологического профиля, и особенно тех, кто имеет навыки работы в ЭИОС. Эти проблемы затрагиваются в Федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации», «Концепции долгосрочного развития Российской Федерации на период до 2020 г.», целевой Федеральной программе развития образования на 2016–2020 гг. В Национальном проекте «Образование», Национальной образовательной инициативе «Наша новая школа», Федеральной целевой программе «Доступная среда» 2011–2015 гг. также затрагиваются эти вопросы. Мы считаем, что следует обратить внимание на документы, касающиеся не только подготовки, но и профессионально-личностного развития бакалавров педагогических специальностей, в частности на профессиональный стандарт «Педагог» и Федеральные государственные стандарты высшего профессионального образования последнего поколения.

Вместе с тем современные тенденции в развитии российского образования приводят к заметному уменьшению количества учебных часов для биологических наук в школьном образовании. Эта тенденция ещё более обострила задачу подготовки бакалавров к интенсивной профессиональной деятельности по направлению подготовки педагогическое образование, по профилям биология, биология и география, биология и химия.

Мы разделяем мнение Е.В. Грязновой с соавторами о том, что «самыми главными персонажами» системы высшего образования являются высококвалифицированные педагоги и такие ученики, которые способны перенять их социальный опыт. И этот передаваемый опыт понимается не в житейском смысле, а состоит из трёх основных компонентов: информационного (знания), праксиологического (умения) и мотивационного (желания узнать что-то и научиться чему-то, или, как пишет сам автор, «хотения»). Именно от этого фактора зависит уровень готовности к профессиональной деятельности студента-бакалавра, будущего учителя биологии [4].

Однако, приняв это положение, мы обнаружили, что в современных условиях возникает новая, не существовавшая до недавнего времени, проблема в передаче личного социального опыта преподавателя обучающимся. Она заключается в том, что информационный компонент перемещается в нарастающей степени со знаний, опосредованно передаваемых педагогом, в непосредственно и самостоятельно воспринимаемый обучающимися электронный информационный контент. И эта проблема побуждает педагогов к поискам её приемлемого решения. Возникает вопрос о том, как передать личностную составляющую обучения от педагога к ученику в условиях самостоятельного получения последним образования из электронных информационных источников (ЭОР).

Цель исследования: на конкретных примерах из практики преподавания различных биологических дисциплин показать пути применения системного подхода, интегрированного в ЭИОС вуза, особенности процесса формирования заинтересованности студентов в изучении биологии и передачи социального опыта преподавателей в условиях электронного обучения с помощью персонифицированных ЭОР.

Важность повышения уровня квалификации и компетенции специалистов биологического направления обусловлена наличием социально-педагогических, нормативно-законодательных, научно-теоретических и практико-ориентированных предпосылок, из которых ведущими являются социально-педагогические [5].

Впервые на практических примерах рассматривается совмещённое преподавание биологических дисциплин в условиях системного интегрированного подхода к их изучению, с использованием ЭИОС

и персонифицированных ЭОР, в которых отражается личностно-социальная составляющая профессионального профиля преподавателя.

Материалы и методология исследования

В качестве методологической основы мы используем классические положения методологии педагогики и биологии, дополненные современными представлениями неопостмодернизма. Данная основа выстроена с учётом естественнонаучных концепций о человеке, развитии ребёнка, инклюзивного образования и применения ЭИОС как части современного образования. В исследовании присутствует стержневая линия позитивизма (Р. Авенариус, Л. Карнап, О. Конт, Ст. Милль), а также представления о сложных самоорганизующихся системах и синергетике (Н. Винер, И. Кант, М. Кордвуэлл, И. Пригожин, А.П. Руденко, Р. Том, Дж. Форрестер, К. Фристон).

Ведущую роль в развитии биологических и смежных дисциплин сыграли теоретические положения биокибернетиков, первоначально выдвинутые П.К. Анохиным и Н. Винером и развиваемые в настоящее время К. Фристоном, сформулировавших понятия «кибернетической системы», «самоорганизующихся систем» и «информации». Представления К. Фристона о минимизации свободной энергии применимы, на наш взгляд, к рассмотрению на учебных занятиях биологических систем различного уровня организации Всё вышесказанное помогает правильному осмыслению и усвоению такого перспективного для интеграции знаний понятия, как «системный подход».

Системный подход характеризуется следующими сторонами: 1) исследование объектов происходит с точки зрения биосистемы, которой свойственна эмерджентность, то есть несводимость свойств системы к сумме свойств её отдельных элементов; 2) наличие в системе или объекте определенного количества связей, которым свойственна определенная структурная организация; 3) существование иерархии в управлении, то есть соподчинённости элементов «по вертикали»; 4) постановка проблем целеполагания; 5) использование «кибернетического подхода» в изучении целого; 6) учёт развития биологических объектов с филогенетических и онтогенетических сторон [2]. Добавим к этому, что важной стороной системного биокибернетического подхода является учёт не только прямых, но и обратных связей в самоуправлении и самоорганизации систем. Особая ценность биологических дисциплин, по нашему мнению, заключается в том, что они способствуют восприятию каждого биологического объекта как системы, включённой в иерархию других систем: более высокого и более низкого порядка.

Мы считаем, что системный подход естественным образом должен применяться по отношению к ЭИОС, и в том числе в направлении её самоорганизации за счёт деятельности всех её участников, а не только разработчиков.

Решение поставленных задач и проверка выдвинутых предположений обеспечивались комплексом взаимодополняющих методов исследования:

– теоретические (изучение и анализ литературы и нормативно-правовых источников по проблеме; ретроспективный анализ; сравнительно-сопоставительный анализ; обобщение теоретических положений и эмпирических данных);

– эмпирические (изучение и обобщение педагогического опыта; наблюдение; эксперимент; анкетирование).

Теоретическая значимость исследования состоит в обосновании допустимости и желательности проявления личностных особенностей преподавателя при формировании знаниевой и научной базы для подготовки учителя биологии в условиях ЭИОС, что позволяет говорить о внесении определенного вклада в теорию профессиональной подготовки по медико-биологическим дисциплинам.

Практическая значимость исследования заключена в том, что его результаты используются авторами при организации учебных курсов, разработке и применении ЭОР, в лекциях и на практических занятиях по соответствующим дисциплинам, в совершенствовании ЭИОС вуза.

Результаты исследования и их обсуждение

Одной из особенностей в изучении биологических объектов является поиск смысла, целеполагание, а также свобода выбора при этом. Целостность, становление и развитие биологических объектов с момента их зарождения определяется выбранными для этого критериями. С философской точки зрения существуют различные подходы к данному выбору. Одним из самых близких к медико-биологическим дисциплинам является антропоцентрический подход, в его основе в приложении к субъекту обучения лежит понимание внутреннего мира ребёнка либо подростка [6]. Данная концепция учитывает особенности развития индивидуума, необходимость удовлетворения физиологических потребностей в пище, безопасности и социальных потребностей в добре, справедливости, познании. Развивающаяся личность должна постоянно иметь определенную мотивацию к чему-то, в том числе и процессу самопознания и обучения. Воспитательная ценность данного подхода заключается в развитии у каждого индивидуума стремления к самосовершенствованию, укреплению здоровья, уважения потребностей и возрастного ритма развития. Именно этот вопрос является одним из наиболее важных в начале третьего тысячелетия, особенно в современной ситуации, и не только в России, но и во всём мире. Кризис здоровья в настоящее время является общепризнанным фактом, имеющим эколого-социальный и эколого-генетический характер. Поэтому понимание и правильное отношение к здоровью, понятию здоровья, сохранению здоровья, здоровьесбережение – необходимо для развивающегося организма подростка, но ещё более оно важно, на наш взгляд, для будущего учителя, бакалавра-биолога. Учитель биологии стоит ближе к детям, чем медицинский работник, и ему легче делиться с ними своим позитивным

социальным опытом в области сбережения здоровья и поддержания оптимального функционального состояния организма. Согласно высказываниям И.П. Павлова, организм является сложной системой, процессы которой постоянно уравновешиваются и совмещаются с окружающей средой благодаря процессам саморегуляции физиологических функций [7].

Освещение важнейших философских проблем через более конкретные естественнонаучные закономерности и факты является ведущим мировоззренческим звеном при преподавании биологических дисциплин. Знание дисциплин, имеющих медико-биологическую направленность, играет значительную роль в формировании естественнонаучного мышления будущего учителя, помогает правильно определять функциональное состояние организма человека, значение адаптивного реагирования, возникающего в экстремальных условиях.

Вместе с тем мы считаем, что в системе подготовки учителя биологии вопросы биологической науки могут быть социально усилены историко-биологической направленностью преподавания учебных дисциплин, о чём также говорится в работе М.Н. Мироновой [8]. Исторический подход учит уделять внимание не только биологическим закономерностям, но и личностям выдающихся учёных, чья жизнь и деятельность содержит много поучительных моментов, полезных для формирования позитивных личностных качеств у обучающихся.

Важной задачей дисциплин медико-биологической и психологической направленности является формирование у будущих учителей материалистического мировоззрения на основе биологических процессов и явлений. С методической стороны мы считаем ценным приёмом подбор ярких и наглядных пояснительных примеров, которые каждый преподаватель подбирает индивидуально. Наглядные образные примеры и иллюстрации способны оказывать положительное идейно-воспитательное воздействие на обучающихся [9].

В организации обучения мы обращаем внимание на тот известный в нейрофизиологии факт, что анализ информации в коре больших полушарий головного мозга облегчается за счёт формирования новых функциональных объединений нервных структур и корковых зон. Можно обоснованно предположить, что интеграция содержательных аспектов различных биологических тем и дисциплин будет приводить к интеграции различных цитоархитектонических корковых полей у обучающихся.

В нашем вузе сложилась определенная система историко-биологического воспитания и образования, включающая в себя как учебный процесс, так и разнообразную внеаудиторную деятельность обучающихся [10]. Из всех проблем особое внимание мы уделяем проблемам исторического характера в развитии биологической и экологической мысли в процессе научных исследований. Навыки исследовательской работы помогают студентам в освоении будущей педагогической профессии. Формирование определённой направленности мышления у будущих педагогов осуществляется и через систему курсов по выбору студентов. В таких дисциплинах по выбору студентов, как «История биологической науки», «Основы иммунологии», «Основы геоботаники», «Методы биологических исследований растений», особое значение придаётся одной из центральных проблем экологии – проблеме «человек – природа – общество», основное внимание акцентируется на изменениях в природной среде, влияющих на ход естественных процессов в организме. Такая учебная дисциплина, как «Актуальные проблемы биологии», даёт представление об адаптивно-гомеостатических взаимоотношениях человека и природы, и кроме того она позволяет осуществлять интеграцию знаний из различных областей биологии, формируя у обучающихся системный подход, который мы охарактеризовали выше.

Стержнем курса «Анатомия и морфология растений» при подготовке учителей биологии является изучение целостного растительного организма, его структуры, приспособительных особенностей, изменений в онтогенезе. Все формы занятий, на которых изучается растительный организм, учитывают также влияние условий среды на структурные особенности растения. Надо отметить, что в ботанических дисциплинах, которые проводятся в первом семестре первого курса, электронный компонент образования совершенно осознанно представлен нами в наименьшей степени, что объясняется доступностью и этической приемлемостью практической работы обучающихся с растительным материалом. Непосредственный контакт преподавателя с обучающимися при проведении практических занятий позволяет ему передавать студентам свою увлечённость биологией, оказывать на них личностное влияние в процессе совместной учебной деятельности.

Богатейший материал для решения обозначенных нами проблем дает изучение анатомо-морфологической структуры листа – органа чрезвычайно пластичного, но сохраняющего чёткие признаки систе-

матической группы. Использование сравнительно-анатомического метода на занятиях позволяет ознакомиться со структурой листа разных систематических групп (двудольных и однодольных, цветковых и хвойных), с типичными изменениями структуры световых и теневых листьев.

Наш опыт преподавания говорит о следующем. В указанной учебной дисциплине сравнительно-анатомическое изучение листа возможно главным образом в ходе выполнения индивидуальных заданий, среди которых студентам рекомендуется изучить, в частности, влияние света на анатомо-морфологическую структуру листа растений какого-либо определённого биологического вида (в пределах кроны дерева или у растений из разных мест обитаний); различия в анатомической структуре листьев и других органов ксерофитов, мезофитов и гигрофитов; структуру листа светолюбивых и тенелюбивых растений; листья разного возраста у хвойных (или в пределах побега у других растений); различия в структуре листьев ювенильных и взрослых растений какого-либо вида; особенности анатомической структуры листьев и стеблей гигрофитов, гидрофитов и гидатофитов и др. Легко понять, что при этом студентами используются и развиваются совместно такие две универсальные операции мышления, как анализ и синтез, необходимые для любого научного познания.

Таким образом, программа курса «Анатомия и морфология растений» предусматривает достаточно большой объём сравнительно-морфолого-анатомических исследований органов растений, который позволяет проследить изменения структуры листа в зависимости от возрастного состояния растения, возраста листа и влияния экологических факторов, а также развивает навыки анализа и синтеза.

Научно-исследовательская работа студентов (НИРС) является многосторонней и многокомпонентной, она складывается из различных элементов и имеет важное значение в подготовке высококвалифицированных специалистов. С самого начала на кафедре биологии и методики её преподавания РГУ имени С.А. Есенина студентам помогают освоить определенный объём фактологического материала по изучению каждой биологической дисциплины, стараясь научить их мыслить категориями изучаемого предмета, привить интерес к творческому поиску, желанию делать открытия, помочь в освоении ряда методов исследования живой природы и человека.

Первым этапом для освоения исследовательской деятельности является курс лабораторно-практических занятий с применением элементов исследовательской работы по разным направлениям биологии: приготовление препаратов, составление сравнительных таблиц о развитии животных и растительных организмов, определение видов растений по определителям или определительным карточкам, работа с корректурными пробами, изучение собственного рациона питания, анализом состояния здоровья и т.п.

Мы считаем важным для последующего обучения то, что уже на первом курсе ряд отчётов о выполненных учебных заданиях и УИРС студенты отсылают преподавателям в виде текстовых и графических файлов в ЭИОС. Примером использования для обучения электронных средств, находящимся в открытом доступе, может служить страница на сайте «Кинезиолог» с рекомендациями по усвоению и закреплению изученного учебного материала [11] и выложенные обучающимися на форуме того же сайта выполненные задания. Основная же масса подобных отчётных файлов находится в ЭИОС университета в режиме ограниченного доступа.

Понятие ЭОР мы применяем традиционно, в соответствии с ГОСТ Р 53620-2009, как образовательный ресурс, представленный в электронно-цифровой форме и включающий в себя структуру, предметное содержание и метаданные о них, а также учебные материалы различного рода и программное обеспечение для использования данного ресурса преподавателем и обучающимися.

Полезной особенностью ЭОР является возможность размещать в них гиперссылки, позволяющие обучающимся легко переходить к дополнительным и вспомогательным учебным материалам, что широко применяется нами в различных ЭОР, как с открытым, так и с ограниченным доступом. Ценным качеством ЭОР мы считаем возможность отражать в нём личность и профессиональные черты преподавателя, разработавшего и использующего данный ресурс. Поэтому в нашем вузе принято использовать авторские ЭОР, а не обезличенные стандартные разработки. Точно так же как и лекционный курс, ЭОР можно непрерывно перерабатывать и совершенствовать, добиваясь повышения его актуальности и эффективности. Некоторые материалы в ЭОР мы добавляем, исходя из запросов и достижений самих обучающихся, что позволяет им ощущать себя активными, а не пассивными участниками образовательного процесса.

С помощью «персонализации» и «персонификации» ЭОР, насыщения его личностными проявлениями педагога-раз-

работчика и отражения личной манеры преподавания, мы пытаемся избежать определённых недостатков, присущих электронному обучению. О них предупреждал А.Н. Новиков [12], говоря о том, что при игнорировании метода, роли преподавателя и его методики обучения можно потерять сегодняшнего обычного человека, и, применяя электронное обучение, мы будем иметь совсем другого человека – «цифрового», с «цифровым мышлением».

Особое место в привитии обучающимся интереса к научно-исследовательской деятельности занимает полевая и педагогическая практика, а также написание курсовых работ, где предусматривается выполнение индивидуальных заданий, требующих научного поиска, работа с научной литературой и её анализ, освоение методик полевых исследований.

В преподавании нами задействована также система, относящаяся к проблемному обучению, направленная на использование дидактических приёмов и методов, способствующих усвоению учебного материала на основе творческого поисково-эвристического принципа овладения студентами суммой знаний. Для этого необходимо, вычленяя узловые моменты в изучении определенной темы предмета, что является фундаментализацией знаний, проводить выделение учебных элементов, которые направлены на изучение последующих тем курса, выделение определенных тем, изучение которых необходимо для усвоения последующих дисциплин и потому является обязательным элементом. Сюда также относится разработка студентами электронных презентаций, рациональное использование времени на самостоятельное изучение темы и изложение разработанной самостоятельно темы для учебной студенческой группы во время практического или семинарского занятия. Мы считаем очень важным для формирования будущего специалиста сотрудничество студентов внутри группы: это совместное выполнение УИРС и научно-исследовательской работы (НИР). Подобная деятельность создаёт полезные предпосылки для успешного участия в коллективных проектах. Кроме того, полученные навыки выполнения УИРС и НИР затем используются студентами индивидуально при самостоятельной подготовке и защите выпускных квалификационных работ.

С заданиями для проведения несложных УИРС и НИР студенты могут ознакомиться не только в ЭОР, расположенных в ЭИОС, но и на сайтах, находящихся в открытом доступе. Поэтому даже те преподаватели и студенты, которые не подключены к ЭИОС вуза, тем не менее могут включиться в УИРС и НИР.

Специфические педагогические задачи высшей школы по биологическому образованию и воспитанию бакалавра вытекают из особенностей подготовки учителей биологии. По сложившейся традиции в вузах России основное внимание при изучении соответствующих этому направлению научных дисциплин обращается в основном на знание учебного материала, в то время как всё более нарастающее значение и актуальность приобретает проектная деятельность обучающихся. Очевидно, что успешность решения указанной проблемы зависит от системы профессиональной подготовки студентов на базе научных исследований. В современном мире важное значение придаётся формированию исследовательской компетентности у обучающихся высшей школы [13].

Научные исследования по курсам «Ботаника», «Физиология растений», «История биологической науки», «Возрастная анатомия, физиология и гигиена» направлены на формирование проектных навыков и личности студента как будущего исследователя, что обуславливает приобщение его к научным исследованиям уже с I курса и предоставляет возможность проведения исследований по единой тематике вплоть до 4 курса с выполнением выпускной квалификационной работы, в которую желательно включить главу «Результаты собственных исследований». При этом интерес к исследованию с самого его начала имеет прежде всего профессиональную направленность, что связано с анализом изложения соответствующего материала. Такой подход дает возможность будущему учителю принять участие в обсуждении изучаемой проблемы на продвинутом уровне, что предполагает более сознательное и углублённое обучение.

К обучению на продвинутом уровне можно отнести разработку студентами электронных презентаций, подтверждающих самостоятельное изучение темы, и последующее представление проработанной темы учебной группе во время практического или семинарского занятия, сотрудничество студентов в ходе совместной групповой проектной деятельности, аудиторное и внеаудиторное выполнение УИРС и НИР. Примером последнего может служить составление сбалансированного суточного рациона питания, основанного на действующих санитарно-гигиенических нормах. Свои впечатления от такого исследовательского занятия студенты описали в свободной форме в виде эссе. В открытом доступе мы приводим примеры таких эссе. Студен-

ты, увлёкшиеся этой темой, могут продолжить исследовательскую работу по анализу питания студентов и школьников уже в виде выпускной квалификационной работы.

Осуществление интеграции указанных выше видов учебной деятельности происходит при проведении аудиторных практических и семинарских занятий, когда идёт углубленный разбор и обсуждение наиболее сложных тем.

Исследования по упомянутым нами биологическим дисциплинам отличаются спецификой и обусловливают научное сотрудничество преподавателя и студента не только в рамках аудиторных занятий, но и в публикационной активности, выступлениях на конференциях, семинарах, диспутах. В современных условиях необходимым является владение информационными технологиями, а также кино-, фото-, видеосъемкой, что позволяет не только фиксировать наблюдения, но и создавать совместные методические пособия, применяемые в практике высшей и средней школы. Подобные учебные действия воспитывают у обучающихся чувство ответственности, честность в научном поиске, осознание общественного значения полученных в исследовании результатов, формируют правильные критерии оценки научной работы.

С целью повышения мотивации на обучение мы используем задание написать эссе на ту или иную тему. Так, студентам было предложено написать эссе на тему: «Какова роль истории биологической науки для будущего учителя биологии и географии». В 100 % случаях в эссе было отмечено, что данный предмет необходим для развития студента – будущего учителя. Оценивая предполагаемую работу учителя биологии и географии, студенты 2 курса писали буквально следующее: «Я считаю, что история биологической науки большую роль играет в развитии науки и для будущего учителя биологии и географии»; «знание человеком биологической науки способствует пониманию того, как можно правильно использовать растения, как взаимодействовать с человеком и животными». Студентка Е.Ж. отделения биологии, географии отмечает: «…можно сказать, что биология, а особенно её история, необходимы будущему учителю, на исторические моменты в развитие биологической науки следует обращать внимание». Нередки были высказывания относительно того, что «…нельзя недооценивать вклад предмета “История биологической науки” в развитие учителя биологии и географии». Студенты совершенно справедливо подчёркивают в своих работах, что «история биологии содержит в себе не только результаты новых открытий человечества, но и процесс их получения…»; «биология как наука очень важна для современного мира, но наряду с ней важна история биологии, ведь без знаний прошлого не стоит ожидать светлого будущего». Следует принять во внимание то, что все учебные беседы со студентами направления биологии и географии по данной дисциплине были основаны на применении активных и интерактивных форм работы (самодиагностика, дискуссии).

Студенты старших курсов пишут эссе, имеющие более явную педагогическую направленность и содержащие аналитический подход.

В качестве примера можно привести эссе, размещённое в ЭИОС вуза по учебной дисциплине «Введение в биотехнологию», в котором автор делится своими непосредственными впечатлениями о выполнении им теста, входящего в соответствующий ЭОР. Мы не подвергали данное эссе редактированию, кроме форматирования и закрытия персональных данных.

«Эссе

Автор: А.О.

Естественно-географический факультет

Специальность: Биология (Бакалавриат ФГОС ВО)

Профиль: Общая биология

Уровень подготовки: Бакалавр (ФГОС)

Для получения зачёта по дисциплине «Введение в биотехнологию» нам был предоставлен тест. На тест давалось 30 минут времени и 3 попытки для его успешного прохождения.

Контрольный тест состоит из 20 вопросов, а для получения зачета тест надо было пройти на 80 % и выше, это значит, что можно допустить только 4 ошибки.

Также на электронном ресурсе был размешен пробный тест, включающий 10 вопросов. Его мне пришлось пройти около пяти раз, для того чтобы обрести уверенность и навыки для успешного выполнения контрольного теста.

Приступив к выполнению теста, я очень переживала, но была настроена оптимистично, первая попытка не принесла хороших результатов. Тем не менее я смогла ответить верно на 12 вопросов из 20, что, несомненно, подняло мой боевой дух, и я перешла ко второй попытке.

На волне уверенности и энтузиазма я наделала еще больше ошибок и снова не получила зачет. Тест генерировал новые, не знакомые мне вопросы и ставил в тупик переформулировкой старых, на которые я знала ответы, но, тем не менее, в замешательстве не смогла ответить.

На время я отложила свои попытки прохождения теста и приступила к более тщательному изучению не до конца мне понятных тем.

В итоге мои старания дали плоды, и я успешно прошла тест на 90 %, совершив лишь 2 ошибки. К этому моменту я уже очень хорошо разобралась в дисциплине и никакие вопросы меня не напугали.

В целом процесс получения зачёта оказался очень энерго- и времязатратным, но принёс мне много новых знаний и умений».

Мы считаем, что данное эссе наглядно демонстрирует особенности современного обучения с применением ЭОР, развивающего самостоятельность, понуждающего к самостоятельному получению знаний, поддерживающего мотивацию к познанию. Подобные эссе также важны для нас в качестве обратной связи, помогающей совершенствованию ЭОР.

Важным достоинством электронной формы тестирования мы считаем то, что она экономит время преподавателя, а вот обучающемуся предоставляет возможность пополнять свои знания для повышения качества тестирования в свободном временном режиме. Таким образом, в этом случае «автоматически» реализуется дифференцированный подход к каждому обучающемуся.

Наряду с представленными нами конкретными примерами мы посчитали полезным провести контент-анализ текстов, полученных нами от студентов в форме эссе. Биологам 3-го курса (n = 98) была предложена следующая тема эссе: «Что дала мне электронная форма получения образования по сравнению с традиционной».

Положительную оценку электронному обучению в целом дали 100 % респондентов.

Свыше 50 % опрошенных указали следующие достоинства ЭОР:

– доступность во времени и пространстве (100,0 %),

– наличие тестов (80,6 %),

– возможность использования собственного личного режима учебной деятельности (80,6 %),

– наличие презентаций и видеоматериалов (73,5 %),

– повышенная скорость поиска подходящей учебной информации (64,3 %),

– наличие обратной связи с преподавателем через форум и чат (57,1 %),

– объективность оценивания учебной деятельности обучающихся (57,1 %),

– наличие лекционных материалов (56,1 %),

– удобная отчётность о выполнении в виде тестов и заданий (56,1 %),

– целевой подбор учебных материалов, отражающий позицию преподавателя (56,1 %).

Наше особое внимание привлекло то, что обучающиеся, как оказалось, разделяют наш тезис о том, что ЭОР должны иметь личностную составляющую и отражать персональный профессиональный профиль преподавателя. И кроме того, они оценивают этот факт положительно.

Менее популярными оказались другие достоинства ЭОР, упомянутые респондентами:

– наличие дополнительных материалов для продвинутого уровня (43,9 %),

– гибкость и обновляемость учебных материалов (32,7 %),

– удобный переход между источниками (25,5 %),

– наличие творческих заданий (24,5 %),

– возможность повторных просмотров учебных материалов (24,5 %),

– возможность получения самообразования (24,5 %),

– удобный обзор курса и всех его тем (23,5 %),

– использование мобильного телефона (11,2 %).

Отрицательной оценки в целом электронному обучению не дал ни один из опрошенных нами респондентов. Тем не менее в своих эссе студенты упомянули и недостатки этой формы получения образования.

Недостатки ЭОР с точки зрения его пользователей:

– зависимость от работоспособности оборудования и интернета (73,5 %),

– некачественный контент (24,5 %),

– необходимость в «компьютерной грамотности» (23,5 %),

– повышенная нагрузка на зрение (13,3 %),

– двойная учебная работа: электронная и рукописная (12,2 %),

– необходимость умения и опыта использования непосредственно ЭОР (11,2 %),

– неполные учебные материалы (10,2 %),

– отсутствие «живого общения» с преподавателем (9,2 %).

При анализе отрицательных моментов ЭОР мы обратили внимание на то, что и в этом случае студенты придают значение личностным проявлениям преподавателя и фиксируют это как отсутствие «живого общения» с ним.

Совокупность полученных нами в форме эссе высказываний студентов свидетельствует о том, что при целенаправленной работе в вузе, которая оценивает знаниевый потенциал о сути профессиональной наполняемости и готовности будущего студента, а далее учителя биологии, его готовности к работе с учащимися, можно существен-

но повысить её уровень. При этом следует использовать «персонификацию» преподавателем применяемых им ЭОР. В своих программах преподавания данных предметов мы придерживаемся положения о том, что преподавание представленных здесь дисциплин предшествует профилирующим дисциплинам и образует ту основу, на которой возводятся последующие более углублённые биологические знания будущего учителя.

Заключение

Всё сказанное выше позволяет сделать вывод о том, что к настоящему времени сложились теоретические предпосылки для проведения ключевых моментов профессиональной подготовки учителей биологии с использованием «персонифицированных» ЭОР, отражающих личностный профессиональный профиль преподавателя. Общность методов и задач исследований способствуют консолидации указанных направлений в ЭИОС. Сегодня во всём мире признаётся значимость биологического и медико-биологического образования: разрабатываются теории, создаются модели, усовершенствуется практика. При этом следует отметить, что все наработки в данной сфере были бы немыслимы без учёта того пути, что прошло данное образование, и тех приёмов, что были здесь приведены в качестве примеров. Электронное обучение является важным направлением для повышения эффективности подготовки биологов на современном этапе, но вместе с тем оно создаёт проблему в передаче личного социального опыта от преподавателя к обучающимся. Решение данной проблемы мы видим на пути «персонификации» ЭОР, закрепления конкретного ЭОР за конкретным преподавателем и привнесения в ЭОР личных особенностей ведущего его преподавателя.

В последние годы как общество, так и государство повышают свои требования к личности и профессионализму специалистов, работающих с детьми. Их деятельность должна осуществляться в соответствии с принципами и положениями государственной линии в области охраны здоровья детей и подростков. Кроме того, дополнительные требования предъявляются к личности и профессиональной квалификации специалистов, работающих с детьми, имеющими особые потребности, что связано с распространением инклюзивного образования. Учитывая это, мы строим преподавание перечисленных выше дисциплин в русле системного и мультидисциплинарного подхода к формированию личности будущего профессионала в биологической сфере. Биологические дисциплины, в которых преобладает теоретический подход, позволяют проводить сопоставление различных теорий и концепций с широким использованием ЭОР, в результате чего складывается личностный профиль будущего учителя биологии, включающий в себя умение работать в ЭИОС, которая с каждым годом становится всё более привычной для современных детей и подростков.

Кроме того, важна личная установка на достижение желаемого результата как со стороны студентов, так и со стороны педагогов.

Прогностический потенциал статьи состоит в том, что его результаты могут быть использованы в исследованиях, посвящённых особенностям обучения студентов-биологов в перспективе.

В своей совокупности данные, полученные нами путём педагогических наблюдений и анализа работы студентов в ЭОР, говорят о том, что с помощью продуманной, целенаправленной работы в вузе над созданием персонифицированных ЭОР, отражающих не только профессиональные, но и личностные качества преподавателей, а также их социальный опыт, можно существенно повысить уровень социальной компетентности будущих учителей биологии.

Воспитательная ценность данного подхода заключается в развитии у каждого индивидуума стремления к совершенствованию не только в знаниях, но и в познавательном, коммуникативном и личностном потенциале.

Список литературы

1. Концепция Федеральной целевой программы развития образования на 2016–2020 годы. Распоряжение правительства Российской Федерации от 29 декабря 2014 г. № 2765-р. // Гарант.ру. [Электронный ресурс]. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70736882/ (дата обращения: 12.02.2020).

2. Государев И.Б. Межпарадигмально-семиотическая концепция электронных информационно-образовательных сред // Образовательные технологии и общество. 2015. № 4. С. 730–737.

3. Бондаренко Н.В., Гохберг Л.М., Ковалева Н.В. и др. Образование в цифрах: 2019: краткий статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ, 2019. 96 с.

4. Грязнова Е.В., Треушников И.А., Мальцева С.М. Тревожные тенденции в системе российского образования: анализ мнений ученых и педагогов // Перспективы науки и образования. 2019. № 2 (38). С. 47–57.

5. Белова О.А. Значение дисциплин медико-биологического блока в формировании профессиональной готовности будущего педагога-дефектолога // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 1. С. 61–65.

6. Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. М.: Высшая школа, 1991. 140 с.

7. Дурай-Новакова К.М. Формирование профессиональной готовности студентов к педагогической деятельности: дис. ... д-ра пед. наук. Москва, 1983 [Электронный

ресурс]. URL: http://www.dissercat.com/content/formirovanie-professionalnoi-gotovnosti-budushchego-uchitelya-k-rabote-vovneshkolnom-selsko (дата обращения: 12.02.2020).

8. Миронова М.Н. Компетентностный подход к подготовке современного учителя биологии // Научное обеспечение системы повышения квалификации кадров. 2013. Вып. 3–4. С. 95–100.

9. Царева Р.Ш., Царев С.А. Проблемы формирования интерпретационно-диалогового мышления обучающихся в условиях игрофикации образования // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 1. [Электронный ресурс]. URL: https://www.scienceeducation.ru/ru/article/view?id=26104 (дата обращения: 12.02.2020).

10. Белова О.А., Сазонов В.Ф., Асеев В.Ю. Возможности комплексного использования учебных дисциплин обзорного характера в формировании научного мышления и интеграции знаний у магистрантов и студентов старших курсов биологических направлений подготовки // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 1. [Электронный ресурс]. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=27376 (дата обращения: 12.02.2020).

11. Сазонов В.Ф. Задания для учащихся // Кинезиолог, 2009–2019. [Электронный ресурс]. URL: http://kineziolog.su/content/zadaniya-dlya-uchashchihsya (дата обращения: 12.02.2020).

12. Новиков А.Н. Технология обучения с использованием электронных образовательных ресурсов // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 2. [Электронный ресурс]. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=27519 (дата обращения: 12.02.2020).

13. Шнейдер Е.М., Димитрюк Ю.С. Методы формирования исследовательской компетентности студентов высшей школы // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 6. [Электронный ресурс]. URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=27049 (дата обращения: 12.02.2020).

УДК 37.013

ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ПОЛИТИЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ МОЛОДЕЖИ

Белогорская Л.В.

ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», Княгинино, e-mail: Lub.Be@yandex.ru

Данная статья посвящена проблеме развития политического сознания российской молодежи. Показано, что необходимым условием построения и функционирования развитого демократического общества в России является наличие политически активных граждан этого общества, и в первую очередь политическую активность должно проявлять молодое поколение граждан, олицетворяющее собой будущее нашего общества. При этом, в соответствии с психологическим подходом, именно наличие сознания позволяет осуществлять постановку целей и задач любой активности, принимать участие в деятельности, в том числе политической; усваивать ценности и нормы общества, вырабатывать собственные взгляды и убеждения в целом и политические в частности. Отмечается, что самым сензитивным возрастом для развития политического сознания является возраст 18–25 лет, так как он характеризуется стабилизацией характера, усилением сознательных мотивов поведения, активной социализацией человека как будущего «деятеля» и наивысшей социальной активностью. Проведен анализ работ, посвященных исследованию проблем современного состояния политического сознания российской молодежи, и выявлено, что в отечественной науке до настоящего времени не выделены условия развития политического сознания молодежи. На основе анализа и обобщения данных ряда исследований развития сознания выявлены условия развития политического сознания молодежи.

Ключевые слова: политическая культура, политическое сознание, программа развития политического сознания

PEDAGOFICAL ASPECT OF PROBLEM OF THE DEVELOPMENT OF POLITICAL CONSCIOUSNESS OF THE YOUTH

Belogorskaya L.V.

Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, Knyaginino, e-mail: Lub.Be@yandex.ru

This article is devoted to the problem of developing the political consciousness of Russian youth. It is shown that a necessary condition for building and functioning of a developed democratic society in Russia is the presence of politically active citizens of this society, and, first of all, political activity should be shown by the young generation of citizens who represent the future of our society. At the same time, in accordance with the psychological approach, it is the presence of consciousness that allows you to set goals and objectives of any activity, to take part in activities, including political ones; assimilate the values and norms of society, develop their own views and beliefs in General and political in particular. It is noted that the most sensitive age for the development of political consciousness is the age of 18-25 years, since it is characterized by stabilization of character, strengthening of conscious motives of behavior, active socialization of a person as a future «figure» and the highest social activity. The analysis of works devoted to the study of contemporary state of political consciousness of the Russian youth, and found that in the domestic science until the present time the conditions for increasing the political consciousness of young people. Based on the analysis and generalization of data from a number of studies of the development of consciousness, the conditions for the development of political consciousness of young people are revealed.

Keywords: politicalculture, political consciousness, programme of development of political consciousness

Необходимым условием построения и функционирования развитого демократического общества в России является наличие политически активных граждан этого общества. И в первую очередь политическую активность должно проявлять молодое поколение граждан, олицетворяющее собой будущее нашего общества. Поэтому от того, какие условия для ее развития будут созданы, зависит в том числе сохранение и обеспечение воспроизводства политических ценностей социума.

Интерес к политике, способность и возможность выполнения индивидом своих гражданских и политических функций возникает в ходе политической социализации человека, когда в процессе усвоения политических ценностей и норм общества вырабатываются собственные взгляды и убеждения, приобретается опыт политического участия, формируется политическая культура.

При этом ряд исследователей (Л.А. Липская, И.Г. Долинина и др.) считают, что формирование политической культуры подрастающего поколения должно стать специально организованным процессом, иначе она будет формироваться стихийно и в недостаточной степени.

Под политической культурой мы понимаем «совокупность политических ценностей, ориентаций и установок отдельных членов политической системы, равно как социальных групп и наций относительно данной системы, её элементов и собственной роли гражданина в системе, формирующихся в процессе их специфической политической социализации и определяющих их политическое поведение» [1].

Важным структурным компонентом политической культуры является политическое сознание.

В соответствии с психологическим подходом именно наличие сознания позволяет осуществлять постановку целей и задач любой активности, принимать участие в деятельности, в том числе политической; усваивать ценности и нормы общества, вырабатывать собственные взгляды и убеждения в целом и политические в частности.

Политическое сознание – это «одна из важнейших форм общественного сознания, представляющая собой сложнейший синтез общественно востребованных, закрепленных и реализующихся в практической политической деятельности социальных субъектов результатов идеального отражения феноменов и процессов политической реальности» [2].

Ряд ученых начинали исследование проблем современного состояния политического сознания молодежи: рассматривали основные подходы к его формированию [3], выявляли факторы, определяющие ход процесса его формирования [4], анализировали основные аспекты [5] и механизмы формирования политического сознания молодежи [6].

Таким образом, в отечественной науке сложилась практика исследования процесса именно формирования политического сознания, в то время как, на наш взгляд, в педагогических исследованиях целесообразнее использовать термин «развитие», так как он отражает связь с процессом обучения и воспитания, в то время как «формирование» подразумевает влияние не только специально организованных, педагогических, но и стихийных воздействий на личность – экономических, экологических, социальных и других явлений [7].

Ряд ученых (М.А. Плюснина, Д.М. Абдуразакова, Р.С. Немов, А.В. Иванов и др.) исследовали проблемы развития сознания, но до настоящего времени в отечественной науке не выявлены условия развития политического сознания молодежи.

То есть педагогический аспект проблемы развития политического сознания молодежи в настоящее время недостаточно изучен и требует дальнейших исследований.

В связи с этим существует объективная необходимость выявления основных условий развития политического сознания молодежи.

Материалы и методы исследования

На наш взгляд, самым сензитивным возрастом для развития политического сознания является возраст 18–25 лет (период обучения в вузе), так как он относится к социально-демографической группе «молодежь» и характеризуется активной перестройкой мыслительных функций, когда происходит процесс «устойчиво концептуальной социализации… вырабатываются устойчивые свойства личности» [8].

Ряд исследователей (Л.Д. Столяренко, И.А. Зимняя и др.), выделяя психологические особенности данного периода, отмечают, что в этом возрасте:

1) происходит стабилизация характера;
2) наблюдается пик интеллектуальных возможностей;
3) усиливаются сознательные мотивы поведения;
4) развивается смелость, решительность, способность к увлечению;
5) происходит овладение набором социальных ролей взрослого человека;
6) осуществляется активная социализация человека как будущего «деятеля»;
7) отмечается наивысшая социальная активность;
8) гармонично сочетаются интеллектуальная и социальная зрелость.

Педагогический подход к проблеме развития политического сознания молодежи должен учитывать указанные тенденции.

Проведя анализ ряда научных работ по исследованию проблем развития сознания [9–11], мы выявили, что развитие сознания происходит в ходе:

1) образовательной деятельности, усвоения универсальных учебных действий и компетенций [9];
2) коллективной творческой деятельности [10];
3) деятельности по усвоению и воспроизведению базовых оснований культуры, формированию высоких моральных качеств [11].

То есть основным условием развития сознания является участие в деятельности.

Под условием мы понимаем обстоятельства, обуславливающие появление и развитие того и иного процесса [12].

Эти обстоятельства могут быть описаны и целенаправленно созданы.

Обобщив данные ряда исследований [11–14], мы пришли к выводу, что основным условием развития политического сознания молодежи является участие молодого поколения в следующих видах деятельности:

1) образовательная;
2) коммуникативно-творческая;
3) творческая социально-политическая;
4) волонтерская.

Образовательная деятельность включает в себя социально-политическое просвещение молодежи через использование активных методов обучения, направленных на развитие социальной и гражданской активности.

Могут использоваться такие методы: метод проектов, деловые и ролевые игры, «круглый стол» и др.

Например, использование метода проектов позволяет развивать познавательные и творческие навыки обучающихся, создает условия формирования самостоятельной, активной, ответственной личности.

В основе метода проектов лежит идея направленности деятельности студента на результат, получаемый при решении какой-то конкретной социально значимой проблемы. В ходе работы над проектом студенты отрабатывают умение самостоятельно добывать и использовать новые знания.

Данный метод позволяет создавать адекватную обучающую среду, вовлекать студента в активный

познавательный процесс, создает возможности для сотрудничества.

Деловая игра имитирует различные аспекты социального взаимодействия.

В деловых играх моделируются реальные жизненные ситуации, что позволяет студентам проживать разные социальные роли.

Игровые ситуации используются при усвоении новых знаний, способствуют развитию чувства соперничества, конкуренции; представляют собой самостоятельную деятельность участников группы по моделированию различных ситуаций и отношений, что дает опыт переживания определенной роли.

Они формируют умение вести полемику, отстаивать свою точку зрения, позволяют приобретать навык адаптации к условиям среды, находить оптимальные решения.

В «круглом столе» могут принять участие представители органов государственной власти, которые расскажут о своей личной профессиональной самореализации и вместе со студентами обсудят приоритетные направления работы в области политического просвещения молодежи, с учетом государственной и региональной специфики проблем.

Это способствует обогащению политических знаний студентов, формирует положительное отношение к политике и готовность принимать активное участие в политической деятельности.

Коммуникативно-творческая деятельность может быть реализована в работе дискуссионного клуба, деятельность которого ориентирована на выявление и решение посильных социально значимых проблем.

Применение дискуссионных методов позволяет студентам излагать и учиться отстаивать собственную позицию по проблемному вопросу. Отсутствие заранее известного, готового правильного ответа побуждает обучающихся к самопознанию, реализации своего творческого потенциала.

Участие в работе дискуссионного клуба означает возможность высказать свою точку зрения по проблемным вопросам, выработать совместное решение. В ходе такого открытого общения формируется позитивная интеллектуальная среда, сопоставляются позиции, происходит обмен мнениями.

Членом совета клуба может стать любой студент, желающий активно участвовать в дискуссиях и брать на себя определенную организационную работу.

Структура заседаний клуба строится на модели равного партнерства, когда каждый участник клуба может попробовать свои силы и в роли докладчика, и в роли дискуссанта, и в роли модератора, что позволяет задействовать весь творческий потенциал участников.

Творческая социально-политическая деятельность осуществляется через реализацию молодежных общественных инициатив.

Например, могут быть разработаны и проведены в жизнь проекты по развитию толерантного сознания студентов.

Цель такого проекта – в адаптации к жизни в поликультурном и полиэтническом мире, признание прав на существование самобытных культур, неконфликтность. Формирование установок толерантного сознания, убежденности в возможности не просто существования разных точек зрения, культур, конфессий, но и их равноценности собственным взглядам – есть неотделимое условие процесса становления гражданского общества.

Толерантность является важнейшей социальной ценностью и позволяет строить взаимоотношения с обществом на принципах гуманизма и интернационализма, обеспечивает диалог между людьми, предотвращает межкультурные и межнациональные конфликты.

С целью решения этой задачи могут быть реализованы различные проекты, в ходе которых происходит обучение студентов основам социального проектирования как выражения собственной активной позиции в общественной жизни.

Могут быть разработаны проекты создания открытого информационного пространства через установление связей со студенческим активом других вузов.

Этот ресурс будет востребован для обмена опытом коммуникативно-творческой, волонтерской, социально-политической деятельности студентов разных вузов.

В сети могут быть размещены работы студентов, подготовленные в рамках участия в тех или иных конкурсах и проектах, представлены фотографии и фрагменты фильмов исторической, социальной и военно-политической направленности.

Кроме того, вуз может осуществлять сотрудничество с различными общественными организациями через проведение встреч с деятелями политики, культуры и просто интересными личностями, занимающимися изучением насущных социально-политических проблем социума. В ходе таких встреч будет формироваться ценностное отношение студентов к общественно-политическим проблемам, развиваться мировоззрение и социально ценные качества личности.

Примерами разработки и реализации проектов, основанных на сотрудничестве вуза с общественными организациями, может быть участие студентов в различных молодежных движениях. Это позволит обучающимся вуза проявить собственную социальную активность и овладеть новыми способами взаимодействия с разными социальными группами.

Волонтерская деятельность подразумевает оказание безвозмездной помощи всем нуждающимся в ней.

В трудной жизненной ситуации может оказаться любой человек, поэтому молодому поколению необходимо прививать чувство добровольческой взаимопомощи независимо от приобретаемой профессии.

Принимая участие в волонтерских проектах, студенты удовлетворяют потребность в общении, творчестве, самореализации, приобретении социального опыта и ощущении своей значимости.

Поэтому волонтерство – это не только общественно полезная деятельность, но и эффективное средство воспитания, социализации и самореализации студентов.

Кроме того, добровольчество выступает одной из форм гражданской активности, так как участие в волонтерстве подразумевает высокую готовность включения в коллективные объединения, поддержания массовых инициатив.

Волонтеры проводят благотворительные и социальные акции, разрабатывают и реализуют различные социальные проекты (вручение поздравительных открыток одиноким пожилым людям, организация культурно-досуговых мероприятий для детей-инвалидов, оказание социально-бытовых услуг ветеранам Великой Отечественной войны, благоустройство общественных территорий, шефство над детским домом, организация занятий по компьютерной грамотности среди пожилых людей и т.д.).

Результаты исследования и их обсуждение

Участие молодежи в указанных видах деятельности будет способствовать становлению личности, имеющей собственную гражданскую позицию, самостоятельной, инициативной, принимающей активное участие в социально-политической деятельности общества, и обеспечит условия развития политического сознания студентов.

Выводы

Таким образом, решением проблемы развития политического сознания молодежи может стать активное участие молодого поколения в образовательной, коммуникативно-творческой, социально-политической и волонтерской деятельности.

Перспектива дальнейшего исследования видится нам в разработке вариативных программ развития политического сознания российской молодежи.

Список литературы

1. Бунаков М.Ю., Гуляев Н.С. Политическая культура как часть общей культуры и элемент политической системы // Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. 2012. № 3 (16). URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_41456713_58242013.pdf (дата обращения 30.01.2020).

2. Балахонский В.В. Политическая культура и политическое сознание // Политология: учебное пособие. СПб., 2018. С. 77–84.

3. Бровченко М.И. Формирование политического сознания молодежи в вузе // Вестник учебно-методического объединения по образованию в области природообустройства и водопользования. 2016. № 9 (9). С. 9–16.

4. Косых О.И., Казакова Е.О. Особенности формирования политического сознания российской молодежи // Молодежь в меняющемся мире: вызовы современности: материалы VII международной научно-практической конференции. 2017. С. 84–89.

5. Нэдик С.В. Высшее образование как фактор формирования регионального политического сознания молодежи // Успехи современной науки и образования. 2017. Т. 6. № 3. С. 225–227.

6. Зубок Ю.А., Сорокин А.В. Институциональные и саморегуляционные механизмы формирования политического сознания молодежи // Наука. Культура. Общество. 2010. № 1. С. 18–29.

7. Подласый И.П. Педагогика: 100 вопросов – 100 ответов: учеб. пособие для вузов. М.: ВЛАДОС-пресс, 2004. 365 с.

8. Гамезо М.В., Петрова Е.А., Орлова Л.М. Возрастная и педагогическая психология: учеб. пособие для студентов всех специальностей педагогических вузов. М.: Педагогическое общество России, 2003. 512 С.

9. Плюснина М.А., Салиенко Е.Д. Актуальность развития морального сознания в современном обществе // Приоритеты педагогики и современного образования. 2018. С. 284–286.

10. Абдуразакова Д.М., Сулейманова М.Р. Технологии развития толерантного сознания молодежи // Аспирант. 2017. № 9 (35). С. 27–29.

11. Немов Р.С. Психология: в 3 кн. К. 1. М.: Владос, 1999. 920 с.

12. Новиков А.М. Педагогика: словарь системы основных понятий. М.: Издательский центр ИЭТ, 2013. 268 с.

13. Ходько А.Ф. Технология реализации практико-ориентированной модели развития нравственного сознания студентов в образовательном процессе // Вестник Барановичского государственного университета. Серия: Педагогические науки, Психологические науки, Филологические науки (литературоведение). 2015. № 3. С. 39–46.

14. Иванов А.В. Педагогика сознания: учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений. М., 2019. 394 с.

УДК 37.013.2

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НЕПРЕРЫВНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПЕДАГОГОВ

[1]Гребенникова В.М., [2]Узунова Г.П.

[1]ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар, e-mail: vmgrebennikova@mail.ru;

[2]АНО «Профессиональная образовательная организация», Симферополь

Современные вызовы, определяющие вектор развития образовательной системы, сфокусировали научную мысль на идее непрерывности профессионального образования. Такая направленность образовательной системы в целом обусловлена самой сущностью непрерывности, которая способна детерминировать поступательное движение инновационных процессов внутри нее. При этом современный этап развития общества инициирует перемены в образовательной сфере, которым свойственны такие особенности, как взаимосвязь, устойчивость и способность к ускорению. Эти перемены изменяют спрос на квалификационную структуру профессиональных кадров, требуя от них профессиональной мобильности и совершенства, необходимости постоянно обновлять свои знания. Таким образом, практически для любого специалиста, и в особенности для педагога, непрерывное профессиональное образование и самообразование становится фактором поддержания необходимой квалификации, компетентности и, как следствие, конкурентоспособности. Однако если на теоретическом уровне непрерывное образование достаточно обосновано, то практики реализации его идей в современных социокультурных условиях еще не сформированы. В связи с этим представляется целесообразным проанализировать и систематизировать его закономерности с позиции историко-генетической взаимосвязи и обусловленности относительно традиционной системы образования. А также принципы реализации.

Ключевые слова: тенденции, непрерывное образование, профессиональное развитие, качество образования

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF CONTINUING PROFESSIONAL EDUCATION OF TEACHERS

[1]Grebennikova V.M., [2]Uzunova G.P.

[1]Kuban State University, Krasnodar, e-mail: vmgrebennikova@mail.ru;

[2]ANO «Professional educational organization», Simferopol

Modern challenges that determine the vector of development of the educational system have focused scientific thought on the idea of continuity of professional education. This orientation of the educational system as a whole is due to the very essence of continuity, which is able to determine the progressive movement of innovative processes within it. At the same time, the current stage of development of society initiates changes in the educational sphere, which are characterized by such features as interconnection, stability and the ability to accelerate. These changes change the demand for the qualification structure of professional personnel, requiring them to be professionally mobile and perfect, and to constantly update their knowledge. Thus, for almost any specialist and, in particular, for a teacher, continuous professional education and self-education becomes a factor in maintaining the necessary qualifications, competence and, as a result, competitiveness. However, if at the theoretical level continuous education is sufficiently justified, then the practice of implementing its ideas in modern socio-cultural conditions has not yet been formed. In this regard, it seems appropriate to analyze and systematize its regularities from the point of view of the historical-genetic relationship and conditionality relative to the traditional education system. As well as implementation principles.

Keywords: trends, continuing education, professional development, quality of education

Феномен непрерывного профессионального образования является малоизученным и весьма актуальным в социально-педагогическом научном дискурсе. Как социально-педагогическая система, для нашей страны непрерывное образование открывает новые горизонты и в сфере углубления и расширения педагогической концепции, так и в области педагогической практики.

Проведя анализ генезиса данного феномена, можно утверждать, что история педагогики знакомит исследователей с идеей непрерывного образования, начиная с теории Я.А. Коменского, систематизировавшего обучение от материнской школы до школы смерти. Основная идея такого обучения на протяжении всей жизни – осознание важности своего жизненного пути. Дублируя основную идею средневекового педагога, А.Н. Дежуринский (и мы с ним согласны) утверждает, что «идея непрерывного образования существует столько же, сколько и человеческое общество» [1].

Проведенный исторический экскурс позволил увидеть, что практики непрерывного образования также имеют достаточно продолжительную историю. К ним можно отнести цеховые школы, начавшие свою деятельность в Европе в XIII в. Ведущий лейтмотив деятельности данных школ –

передача производственного опыта от старшего поколения к младшему. Однако обогащение опыта старых мастеров новыми идеями также нельзя исключать (например, Вероккьо и Леонардо). Такие исследователи, как Г.В. Осипов и М.М. Садриев, связывают появление подобных школ и традиций с активным развитием социальной и производственной сфер [2]. Как утверждает М.А. Полякова, средневековые университеты продолжили традиции цеховых школ, взяв за образец их корпоративные объединения – землячества [3].

Выявленные позиции позволяют утверждать, что непрерывное образование как научная идея в различных ее трактовках существует достаточно давно, при этом практики его реализации возникли относительно недавно (Е.М. Дорожкин, М.Е. Ломовцева) [4].

Цель исследования – теоретическое исследование становления системы непрерывного образования и определение тенденций развития отечественной практики непрерывного профессионального образования педагогов.

Материалы и методы исследования

Основной массив информации, исследуемый авторами данной работы, представлен отечественной и зарубежной нормативно-правовой документацией, касающейся организации системы непрерывного образования. Также в работе представлены результаты вторичного анализа работ российских и зарубежных исследователей по заявленной проблеме. В данной статье на теоретическом уровне уточняется структура и закономерности развития системы непрерывного образования, ее историко-генетическая взаимосвязь и обусловленность относительно традиционной системы образования.

Результаты исследования и их обсуждение

Концепция непрерывного образования является ответом на актуальные вызовы современности, обусловленные динамичным реформированием науки и производства. Социальное напряжение, развивающееся в обществе, связано с тем, что работоспособное население испытывает дефицит инновационных знаний и навыков, не успевая в повседневных заботах за цифровой, культурной, нормативно-правовой и пр. модернизацией. Такая нехватка знаниевых ресурсов, умений и навыков возникает из-за того, что для взрослого населения программы быстрого освоения новых видов грамотности в настоящее время являются недостаточно доступными.

Уже к началу 1990-х гг. в научном дискурсе сложилось представление о необходимости интеграции образовательных программ и наработанных практик образования взрослых в концептуальную систему обучения взрослых на протяжении всей жизни («Life Long Learning») [5].

В 1997 г. в Гамбурге на пятой Международной конференции андрагогическое образование было названо «ключом к XXI веку», в связи с чем правительствам стран ООН рекомендовано принять его как приоритет государственной политики.

Отдельно отметим, что большинство стран, принявших данную идею как ведущую, первоначально связывали ее непосредственно с обучением. Так еще в 1976 г. на 19 сессии ЮНЕСКО, проходившей в ноябре в Найроби, было отмечено: «Каждому государству – члену ООН следует признать непрерывное образование взрослых необходимым и специфическим компонентом своей системы образования и постоянным элементом своей политики социального, культурного и экономического развития; таким образом, ему следует содействовать созданию структур, разработке и выполнению программ и применению методов образования, отвечающих потребностям и чаяниям всех категорий взрослых» [5]. Однако, реализуясь на практике, непрерывное образование стало активно затрагивать производственную сферу, и образование стало развиваться в русле с повышения квалификации и роста профессионализма.

Данная концепция принята и реализуется практически во всех странах мира. Статистические данные, доступные для нашего обзора, демонстрируют наличие неравномерности охвата системой непрерывного образования количества населения различных стран. На передовых позициях, что вполне естественно, находятся экономически развитые страны, такие как Швеция, Австрия, Швейцария и пр. Там непрерывным образованием охвачено от шестидесяти до семидесяти процентов населения. Страны бывшего социалистического лагеря находятся на невысоких позициях – от пятнадцати до двадцати пяти процентов населения – Греция, Польша, Болгария, Литва и пр. Самые низкие показатели на сегодняшний день имеет восточноазиатский регион – порядка пяти процентов населения [6].

Безусловно, направления развития непрерывного образования, ведущие тенденции и содержание данного процесса в определяющей степени зависят от текущей государственной образовательной политики. При этом обращение к мировому опыту реализации системы непрерывного профессионального образования обусловлено процессами мировой глобализации и интеграции, в которых Россия играет зна-

чительную роль. Образовательные технологии стремительно развиваются и реализуются в образовательной среде, объем новых знаний неукоснительно растет, сокращается время превращения знаний в инновации. Появляются новое научное знание и новая школа. В силу специфики цели данного исследования, в представленной статье сделан акцент на непрерывном педагогическом образовании.

Итак, первая тенденция, характерная для таких стран, как Великобритания, Германия, Португалия, Словения и пр., связана с тем, что переподготовка рассматривается как профессиональная обязанность педагогов, однако к исполнению она не всегда обязательна. Погружение в систему непрерывного профессионального образования происходит в том случае, если педагог стремится к карьерному росту или росту заработной платы в виде надбавок, то есть ставка сделана на саморазвитие.

Вторая тенденция связана с инициативой служб государственного управления, которые требуют постоянного профессионального развития педагогов в связи с современными реформами, запущенными в сфере образования (Австралия, Америка, Япония и пр.).

Третья тенденция касается совершенствования системы непрерывного образования как фактора профессионального развития педагогов. Оценке экспертов подвергаются результативность системы образования, причины и условия их повышения и/или стабилизации (Нидерланды, Новая Зеландия и др.).

В целом непрерывное профессиональное образование является средством, используя которое педагог поддерживает, расширяет и углубляет свои знания, умения и навыки, а также развивает личностные качества, востребованные в трудовой деятельности. Оно носит системный характер: определяются цели развития, критерии и результаты их достижения, устанавливается план-график образовательного процесса.

Осмысление сущности и содержания отечественной системы непрерывного образования невозможно без оценки реформаторских тенденций в сфере образовательного пространства в общих пределах. Опираясь на энциклопедический словарь, непрерывное образование будем трактовать как «процесс роста образовательного (общего и профессионального) потенциала личности в течение жизни, организационно обеспеченный системой государственных и общественных институтов и соответствующий потребностям личности и общества» [7], как «образование на протяжении всей жизни, которое обеспечивается единством и целостностью системы образования, созданием условий для самообразования и всестороннего развития личности, совокупностью преемственных, согласованных, дифференцированных образовательных программ различных ступеней и уровней, гарантирующих гражданам реализацию права на образование и предоставляющих возможность получать общеобразовательную и профессиональную подготовку, переподготовку, повышать квалификацию на протяжении всей жизни» [7].

Социально-педагогические исследования групп населения старших возрастов показывают, что тенденция получения образования с целью профессионального роста и / или собственного развития (удовлетворения познавательного интереса) становится осознанным мотивом учения на протяжении всей жизни. Так, исследования Л.И. Ермаковой, Н.Г. Калинниковой, О.А. Мосиной, Н.И. Никитиной и др. показывают, что современная цифровизация образования открывает новые возможности для обучения взрослого населения востребованным на рынке труда навыкам и компетенциям, делает сферу образования достаточно свободной и общедоступной [8–10].

Анализируя ситуацию развития данного вида образования (впрочем, как и дополнительного и постдипломного), можно утверждать, что оно развивается, не имея методологической основы, хотя условные ориентиры, безусловно, имеются. Явно прослеживается уход от узкой специализации в область междисциплинарных концептов в образовании. Приоритеты на рынке труда отдаются специалистам широкого профиля и с высокой степенью адаптации и мобильности. Непрерывность делает систему образования открытой для всех слоев и возрастных категорий населения.

Проблемность ситуации усугубляется тем, что наличные возможности учреждений образования, включенные в систему непрерывного образования, не в состоянии обеспечить доступ к образовательным программам всем желающим. Это связано как с ограниченностью инфраструктуры, так и с дефицитом материально-технического обеспечения учебных заведений.

Кроме того, доступ для всех желающих также невозможен в связи с тем, что любая программа переобучения или повышения квалификации предполагает наличие квалификационных требований к обучающимся. Следовательно, система высшего образования, а в отдельных случаях и среднего, априори закрыта для всех желающих и может предоставить места для обучающихся только избирательно.

Таким образом, можно утверждать, что изучаемая система образования не является полноценной: преемственность, логика – нарушены, что обусловливает бессистемность модернизационных процессов в данной области. Особо явственен разрыв между стратегическими ориентирами непрерывного образования и тактикой его реализации.

В частности, можно с уверенностью утверждать, что сложилось противоречие между провозглашаемыми положениями гуманистической парадигмы образования и сложившимся рыночным подходом к управлению образованием, в том числе к определению критериев его эффективности. Так, нередко критерии определяются, исходя из экономических потребностей и интересов, что вызывает фактическое игнорирование подлинных целей образования – развитие творческого потенциала обучающихся.

По нашему мнению, ведущим вектором предстоящей модернизации должно стать единение теоретических и практических аспектов реформирования изучаемой системы образования. Декларации со страниц бумажных носителей должны перерасти в стратегию и компенсировать рассогласованность внутри системы.

Полученные выводы позволили сформулировать ряд закономерностей развития систем непрерывного образования:

– взаимосвязь направленности профессионального обучения и смысложизненных ориентаций субъекта образования;

– детерминация внешнего социального запроса и внутренних факторов образовательного учреждения;

– переход от внешнего управления к самоорганизации и самоуправлению субъектами образования.

Исходя из выявленных закономерностей, детерминантой, в нашем понимании, должны стать принципы интеграции и «образования через всю жизнь». То есть непрерывность должна обеспечить, с одной стороны, возможность жизнедеятельности индивида в состоянии социальной нестабильности и неопределённости, а с другой, обращение и возвращение в систему образования в качестве обучающегося по мере личностной и общественной необходимости.

Проведенный анализ позволяет утверждать, что непрерывное педагогическое образование находится в настоящее время на передовых позициях исследуемой системы и может являться детерминантом дальнейших реформ. Подтверждением данному утверждению являются данные свидетельствующие о том, что именно в системе образования выстроена причинно-следственная связь между получением дополнительного образования и повышением уровня заработной платы или карьерным ростом; самообразование является неотъемлемой частью педагогической профессии и присутствует в профессиональной жизни каждого специалиста; педагогические работники находятся на вторых позициях, после финансистов по участию в онлайн-курсах повышения квалификации и переподготовки.

Самой сущностью оно гарантирует движение к модернизации практически всех социальных сфер. Это объясняется тем, что педагог, выходя на профессиональную стезю, готовит и обучает специалистов различного профиля, востребованных во всех сферах экономики.

По сути он сам выступает в качестве источника реформ:

– создает систему конкурентоспособных специалистов, отвечающих принципам преемственности и инновационности образовательно-профессиональных программ педагогического образования;

– формирует личность компетентного профессионала, способного адекватно решать поставленные перед ним задачи;

– развивает потребности личности в постоянном профессиональном совершенствовании с целью реализации высококачественной педагогической деятельности.

Кроме того, современный педагог должен быть готов к саморазвитию и реализации творческого потенциала, высокой профессиональной мобильности, готовности отстаивать свою позицию и быть критичным к своим поступкам. Наличие желания саморазвития, самосовершенствования и стремление к его реализации у педагога мотивируют обучающихся к формированию и развитию аналогичных качеств, стимулируют мотивацию учения.

Вышесказанное обусловлено требованиям современной российской экономики, которой нужны сотрудники и специалисты, способные к креативной, инновационно-изобретательской деятельности.

Таким образом, принципы гуманизации и направленности на креативность личности переходят от бывшего ученика в сферу его производственно-экономической деятельности. Следовательно, педагог в современном мире может иметь фундаментальное образование, но оно не будет востребовано, если сам педагог не будет развиваться в соответствии с современными общественными вызовами. Кроме того, педагогу необходимо уметь оценивать значение поступающих вызовов, разрабатывать их мониторинговые и оценочные

механизмы и критерии, а также развивать и реализовывать востребованные программы обучения и использовать все доступные технологии и средства коммуникации.

Заключение

Анализ профессионального развития педагогов позволил выделить закономерности (взаимосвязь направленности профессионального обучения и смысложизненных ориентаций субъекта образования; детерминация внешнего социального запроса и внутренних факторов образовательного учреждения; переход от внешнего управления к самоорганизации и самоуправлению субъектами образования) развития системы их непрерывного образования и принципы (интеграция и «образование через всю жизнь») и специфику реализации данного процесса.

Так, педагог, отправляющийся на курсы повышения квалификации, уже имеет определенный опыт работы, во время занятий он получает определенный блок новой информации, которую он должен будет реализовать в практической деятельности. Такой порядок должен предполагать изменения, обновление, обогащение, профессионального развития под влиянием обучения. Соблюдая выявленную последовательность, современный педагог может не только реализоваться в профессии, но и удовлетворить потребность в самообразовании: научиться использовать новые средства коммуникации с целью решения актуальных проблем и поиска необходимой информации.

Считаем важным отметить, что данная сфера образования сможет развиваться динамично в том случае, если будет отвечать уровню востребованности образовательных услуг и использовать не только инструменты государственной поддержки, но и разрабатывать вариативные образовательные маршруты, соответствующие актуальным общественным запросам.

В целом развитие непрерывного профессионального образования является одним из направлений инновационной образовательной деятельности и в полной мере способно реализовать идею образования «через всю жизнь».

Список литературы

1. Джуринский А.Н. Сравнительное образование. Вызовы XXI век. М.: Издательство «Прометей», 2014. 24 с.

2. Осипов Г.В. Социология. Основы общей теории. М.: Норма: ИНФРА-М, 2003. 912 с.

3. Полякова М.А. Средневековые школы: вариации, базовые признаки, перспективы // История зарубежного образования и педагогики. 2017. № 3. С. 137–151.

4. Дорожкин Е.М., Ломовцева Н.В. Развитие цифрового образования в системе непрерывного образования // Непрерывное образование: теория и практика реализации: материалы II Международной научно-практической конференции. 2019. С. 59–64.

5. Коршунов И.А., Гапонова О.С., Пешкова В.М. Век живи – век учись: непрерывное образование в России / Под ред. И.А. Коршунова, И.Д. Фрумина. М.: Издательский дом Высшей школы экономики, 2019. 312 с.

6. Pepin L. The History of EU Cooperation in the Field of Education and Training: How lifelong learning became a strategic objective. European Journal of Education. 2007. Vol. 42. No. 1. P. 121–132.

7. Словарь согласованных терминов и определений в области образования государств-участников Содружества Независимых Государств. М., 2004. 167 с.

8. Гребенникова В.М., Никитина Н.И. Непрерывное образование как культурно-историческая проблема // Вопросы философии. 2014. № 4. С. 79–83.

9. Мосина О.А., Матайс А.С. Геронтообразование в контексте парадигмы непрерывного образования // Историческая и социально-образовательная мысль. 2016. Т. 8. № 5–3. С. 109–111.

10. Мосина О.А., Шрам В.П. Педагогические аспекты социального сопровождения геронтов: ретроспективный анализ // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология. 2019. № 2 (238). С. 64–68.

УДК 372.879.6:797.2

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА ПЛОВЦОВ

[1]Григан С.А., [2]Бельмач В.А.

[1]ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения», Ростов-на-Дону, e-mail: svetlana-grigan@mail.ru;

[2]ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, e-mail: fizkult@dgty.ru

Скорость плавания пловца в наибольшей степени зависит от эффективности гребка, что, собственно, и определяет эффективность в плавании. Это значит, что если мы хотим, чтобы пловцы, с которыми работаем, прогрессировали, то необходимо все усилия приложить на повышение эффективности выполнения гребка. С 1970 г. исследователи анализируют видеосъемки национальных и международных соревнований, чтобы понять, что же отличает победителей от проигравших. И один показатель повторяется раз за разом: более быстрые пловцы на дистанции делают меньше гребков. Причина, по которой многие не могут найти ответ на вопрос, как же улучшить свое время или как перейти на новый уровень, состоит не в недостатке информации вообще, а скорее в отсутствии систематизированной информации. Некоторые пловцы пытаются отрабатывать всё сразу и в итоге не отрабатывают ничего. Другие отрабатывают навыки, которые минимально отражаются на их времени или не отражаются вообще. А все потому, что им никто не объяснил, что важнее всего и что следует развивать в первую очередь. Большое число тренеров эффективность у своих пловцов оценивают таким образом, что считают гребки при преодолении соревновательной дистанции. Уже давно известно, что если пловец сможет соревновательную дистанцию преодолеть с меньшим числом гребков, чем на предыдущих соревнованиях, при условии, что частота гребков останется такой же за единицу времени, то можно ожидать достижения лучшего результата.

Ключевые слова: пловцы, скорость плавания, гребок, подготовка к соревнованиям, эффективность гребка, прохождение дистанции

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF MAJOR FACTORS DETERMINING THE EFFECTIVENESS OF THE TRAINING PROCESS OF SWIMMERS

[1]Grigan S.A., [2]Belmach V.A.

[1]Rostov State Transport University, Rostov-on-Don, e-mail: svetlana-grigan@mail.ru;

[2]Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: fizkult@ dgty.ru

The swimmer's swimming speed, to the greatest extent, depends on the efficiency of the stroke, which actually represents the swimming efficiency. This means that if we want the swimmers we work with to progress, we must make every effort to increase the efficiency of the stroke. Since 1970, researchers have been analyzing videos of national and international competitions to understand what distinguishes winners from losers. And one indicator is repeated time after time: faster swimmers at a distance make fewer strokes. The reason why many cannot find the answer to the question of how to improve their time or how to move to a new level is not a lack of information in general, but rather a lack of systematic information. Some swimmers try to work out everything at once and as a result do not work out anything. Others practice skills that are minimal reflected in their time or not reflected at all. And all because no one explained to them what is most important and what should be developed in the first place. A large number of coaches evaluate the effectiveness of their swimmers in such a way that they consider the strokes to overcome the competitive distance. It has long been known that if a swimmer can overcome the competitive distance with fewer strokes than in previous competitions, provided that the stroke frequency remains the same per unit of time, then you can expect to achieve a better result.

Keywords: swimmers, swimming speed, stroke, preparation for the competition, stroke efficiency, distance

На современном этапе развития плавания, с его исключительно высокими требованиями к организму спортсмена, все более остро встает вопрос о научно обоснованном подходе к тренировочному процессу. Плавание находится в группе циклических видов спорта. Работа, при выступлении на соревнованиях, проходит в основном с постоянной мощностью в анаэробной (гликолитической) или смешанной энергетической зоне, в зависимости от длины дистанции. Плавание относится к дисциплине из олимпийской программы [1].

Скорость плавания пловца в наибольшей степени зависит от эффективности гребка, что, собственно, и определяет эффективность в плавании. Это значит, что если мы хотим, чтобы пловцы, с которыми работаем, прогрессировали, то необходимо все усилия приложить на повышение эффективности выполнения гребка. Большое число тренеров эффективность своих пловцов оценивают таким образом, что считают гребки при преодолении соревновательной дистанции. Уже давно известно, что если пловец сможет соревновательную дистанцию преодолеть с меньшим числом гребков,

чем на предыдущих соревнованиях, при условии, что частота гребков останется такой же за единицу времени, то можно ожидать достижения лучшего результата [2].

Цель исследования: выявить влияние интенсивности плавания и эффективности выполнения гребка при прохождении дистанции на соревновании по плаванию.

Материалы и методы исследования

В исследовании приняли участие пловцы ДЮСШ в количестве 15 человек (девушки, возраст 12–13 лет, спортивный разряд КМС), которые соревновались на дистанциях 50 и 100 м вольным стилем.

С 1970 г. исследователи анализируют видеосъемки национальных и международных соревнований, чтобы понять, что же отличает победителей от проигравших. И один показатель повторяется раз за разом: более быстрые пловцы на дистанции делают меньше гребков. Проведя анализ литературных источников [1–3], можно констатировать, что данной литературы очень мало и нет единого понимания в подготовке пловцов к соревнованиям с совершенствованием техники гребка и других показателей на «ударных» тренировках.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследовательская группа на главном соревновании предыдущего сезона показала в среднем следующие результаты: 50 м вольным стилем – 29,5 с с 38 гребками и 100 м вольным стилем – 1:03,5 мин. Первые 50 м они проплыли за 30,0 с с 36 гребками, а вторые 50 м с 38 гребками. Также было установлено, что спортсмены недостаточно хорошо выполняли стартовый прыжок и поворот после первых 50 м. Дальнейший анализ показал, что причиной этому является недостаточно высокий уровень скоростной силы мышц ног, что подтверждено и результатами лабораторных исследований в предыдущем сезоне.

Целью следующего сезона было достижение результата 27,8–28,0 с на 50 м вольным стилем (с привычной частотой, это 36 гребков) и 1:00,00 мин. на 100 м вольным стилем (с привычной частотой 34 гребка на первых 50 м и 36 гребков на вторых 50 м). Также необходимо поднять уровень скоростной силы мышц ног, что должно улучшить выполнение старта и поворота.

По окончании первой части подготовительного периода исследовательская группа достигла запланированных объемов работы во всех энергетических зонах. На «сухих» тренировках также достигнут запланированный объем работы в воспитании различных видов проявления мышечной силы. Лабораторные измерения, проведенные в этом периоде, дали хорошие результаты всех энергетических показателей, а также и показателей силы всех основных мышечных групп и подвижности в суставах. Что же касается скоростной силы мышц ног, то здесь отмечено значительное улучшение результатов, и это положительно сказалось на выполнении стартового прыжка и поворота на соревнованиях. Предварительно установлено, что показатели здоровья, а также психологического и социального статуса находятся в рамках нормы.

Адаптация организма спортсмена всегда специфична, и это значит, что если мы исследовательскую группу должны подготовить к достижению определенного результата, то на «ударных» тренировках необходимо отрезки в сериях проплывать с той скоростью, которая для этого необходима. В соответствии с этим, для нужд тренировки вырабатываются специальные таблицы интенсивности для каждого пловца отдельно.

Поэтому для исследовательской группы мы выработали средний показатель, для того, чтобы группа знала, каких результатов должна добиваться на «ударных» и остальных тренировках, данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Интенсивность плавания на «ударных» и остальных тренировках

Дистанция, м	Скорость, м/с	Результат (мин:сек) в зависимости от максимальной скорости (%)						
		100%	98%	95%	92%	90%	85%	80%
50	1,72	29,0	29,6	30,7	31,6	32,3	34,3	36,2
75	1,68	44,6	45,5	46,9	48,4	49,7	52,4	56,0
100	1,64	1:01,0	1:02,1	1:04,1	1:06,3	1:07,6	1:11,9	1:16,3
150	1,59	1:34,3	1:36,2	1:39,4	1:42,7	1:44,9	1:51,1	1:58,1
200	1,54	2:10,0	2:12,5	2:17,0	2:20,8	2:23,9	2:32,7	2:42,6
300	1,47	3:24,0	3:28,3	3:34,3	3:42,2	3:47,3	4:00,0	4:14,2
400	1,43	4:39,7	4:45,7	4:54,1	5:03,0	5:10,1	5:27,9	5:47,8
600	1,39	7:11,7	7:21,2	7:34,5	7:56,2	8:00,0	8:28,5	9:00,0
800	1,35	9:52,6	10:04,7	10:29,9	10:50,4	11:01,2	11:41.,8	12:27,7

Примечание: к запланированным лучшим результатам добавлена 1 секунда в связи с тем, что нет стартового прыжка.

Известно, что для успешной организации управления тренировкой необходимо обеспечить регулярный приток информации о состоянии следующих показателей:

– аэробных способностей;

– анаэробных способностей (как лактатной так и алактатной фракции);

– эффективности техники;

– скорости восстановления после «ударных» тренировок.

В течение сезона необходимо контролировать эти показатели и всегда знать, на каком уровне они в данный момент находятся. При контроле данных показателей лучше всего создать условия для спортсменов исследовательской группы, в которых они максимально загружены, а затем, на основании результатов, которые спортсмены показывают, оценивать на каком уровне эти показатели находятся. Для этой цели можно использовать модели тренировок, которые построены таким образом, чтобы максимально загружать отдельные источники энергии. В рамках этого контролируется и эффективность.

У пловцов, которые соревнуются на дистанциях 50 и 100 м, ведущим источником энергии на соревнованиях является гликолитический (лактатный). Для воспитания способности работать в анаэробных условиях используются нагрузки, которые длятся от 20–30 с до 1,5–2 мин. Мощность работы субмаксимальная, что значит не менее 90–95 % от максимальной на этих дистанциях, а на коротких и выше. Необходимо плавать со скоростью одинаковой, или близкой к той, которая запланирована для пловца на главном соревновании сезона. Работа на более низких скоростях не имеет тренировочного эффекта. Это, конечно, относится только к «ударным» тренировкам. Пловцы, которые соревнуются на 50 и 100 м, на «ударных» тренировках в наибольшей мере используют отрезки 50, 75 м в различных комбинациях. Пловцы, которые соревнуются на дистанциях 50 и 100 м, для воспитания гликолитических способностей очень часто используют упражнение 4×50 м с сокращением паузы отдыха между повторениями. Исследования показали, что такой режим работы обеспечивает образование почти максимального кислородного долга. Если пловцы в состоянии соответствующим образом отработать не только одну серию, но и весь объем работы, в которой гликолитическая способность максимально загружена (3–4 до 5–6 серий), тогда это значит, что данный источник энергии достаточно хорошо развит.

Одновременно с этим можем оценить и уровень эффективности гребка. Как уже говорилось, используются, например, серии 4×50 м с сокращением паузы. Мощность работы субмаксимальная (не менее 95 %). Если пловцы в состоянии в течение сезона на таких тренировках при выполнении этого упражнения, постоянно уменьшать число гребков, в то время как частота гребков остается постоянной, и улучшать время плавания, тогда это значит, что эффективность гребка растет. То же самое относится и к другим упражнениям, которые используются на «ударных» тренировках.

Параллельно с этим, контролируем уровень эффективности гребка и результаты, показанные на соревнованиях за тот же период. Таким образом, если контролируем результаты и эффективность на «ударных» тренировках и одновременно с этим эффективность и результаты на соревнованиях, тогда можем наших пловцов довести до запланированной эффективности и результата на главном соревновании сезона. Хорошей иллюстрацией этого может послужить некоторая часть результатов, которые исследовательская группа показала на тренировках и соревнованиях в течение сезона (табл. 2).

Таблица 2

Результаты тренировочной и соревновательной деятельности экспериментальной группы пловцов

Результаты в тренировочной серии 4×50 м (в скобках – число гребков)	Результаты на соревнованиях (в скобках – число гребков)
30,5 (35) – 30,8 (35) – 31,0 (36) – 31,7 (38)	50 м – 29,1 (37) 100 м – 30,9 (33) – 1:03,5 (38)
30,5 (36) – 30,9 (36) – 31,5 (37) – 31,5 (37)	50 м – 28,9 (37) 100 м – 29,9 (36) – 1:02,6 (38)
29,7 (35) – 30,9 (36) – 31,4 (36) – 31,5 (37)	50 м – 28,6 (37) 100 м – 29,6 (36) – 1:01,3 (37)
29,1 (34) – 29,3 (35) – 30,0 (35) – 30,7 (36)	50 м – 28,2 (36) 100 м – 28,6 (35) – 1:01,0 (37)
29,1 (34) – 29,5 (35) – 29,4 (35) – 30,0 (35)	50 м – 27,8 (36) 100 м – 28,4 (34) – 59,9 (36)

Примечание: взяты, для примера, наиболее типичные серии из отдельных тренировок.

Как видно из приведенных результатов, исследовательская группа постепенно, в течение сезона, на «ударных» тренировках и на соревнованиях, повышала уровень эффективности гребка или, точнее, способность поддерживать определенный уровень эффективности определенное время с определенной мощностью, а также улучшала время плавания отрезков на тренировках и дистанций на соревнованиях. Правда, существует некоторое несоответствие между результатом и числом гребков на тренировках в начале сезона. Объяснением может послужить то, что пловцам исследовательской группы было необходимо некоторое время для того, чтобы они снова нашли ту частоту гребков, которая им больше всего подходит.

Следующий показатель, который имеет существенное значение в подготовке спортсменов и который необходимо постоянно контролировать, это состояние алактатного источника энергии. Он используется для работы с максимальной мощностью и его использование в основном связано с работой над повышением эффективности, то есть повышением скорости плавания. Как известно, это в основном короткие серии по 4–5 повторений, в которых нагрузка длится от 6 до 10 с, а в отдельных случаях и до 15 с. В плавании для этого используются отрезки от 10–15 м до 25 м. Работа проходит с максимальной мощностью, что является основным условием при работе над повышением эффективности. Необходимо считать количество гребков на отдельных отрезках или, что более удобно, пловцы выполняют всегда одинаковое число гребков с тем, чтобы контролировать расстояние, которое они таким образом проплывают. Например, в нашем случае, если в начале сезона, для того чтобы проплыть 15 м за 8,0 с, было необходимо выполнить 10 гребков, то в конце сезона за 8,0 с пловцы были в состоянии с 10 гребками проплыть 16 м. Это значит, что пловцы исследовательской группы смогли повысить эффективность гребка.

Остался еще один энергетический показатель, который необходимо контролировать – аэробная способность. В конце первой части подготовительного периода результаты лабораторных измерений показали, что аэробный источник энергии находится на удовлетворительном уровне. Нам надо было с помощью «ударных» тренировок, на которых работа ведется на способность поддерживать определенный уровень эффективности определенное время с определенной мощностью или частотой, которые и представляют собой модельные тренировки, поддерживать аэробную способность спортсменов на удовлетворительном уровне до конца сезона.

Так как эта задача является важной, чтобы спортсмены вошли в соответствующий ритм работы, в котором строго проводится логичное чередование рабочих единиц в рамках микроцикла, то очень важно контролировать, как проходит восстановление между «ударными» тренировками. Это очень важно знать для того, чтобы оценить, вошел ли спортсмен в состояние сверхвосстановления или нет. Если взять во внимание скорость восстановления после «ударных» тренировок, то чередование отдельных рабочих единиц (или тренировок) в тренировочном процессе, а в особенности в рамках микроцикла, должно осуществляться таким образом, чтобы «ударные» тренировки планировались через временные интервалы, достаточные для того, чтобы организм вошел в состояние сверхвосстановления [4–6]. Микроцикл состоит из определенного числа тренировок, которые представляют одно целое в рамках тренировочного процесса. Нужно обязательно иметь в виду логическое чередование рабочих единиц, каждая из которых предназначена для целенаправленной работы на развитие отдельных показателей, от которых зависит результат. Через подготовительный, предсоревновательный и все этапы досоревновательного периода, спортсменов необходимо постепенно ввести в соответствующий ритм работы. В ходе тренировочного процесса мы использовали следующий способ контроля за восстановлением.

В начале и в конце каждой тренировки, в рамках разминки и свободного плавания во время разгрузки, пловцы получают задание плавать различные дистанции «средним темпом» или «вполсилы». Если они все еще чувствуют усталость, это значит, что они недостаточно восстановились, тогда результат будет хуже. А если они успели восстановиться, тогда время будет лучше. Результаты в таких упражнениях контролируются отдельно для каждого пловца. Из упражнений, которые используются, самыми распространенными являются плавание на отрезках от 200–400 м до 1000 м, или серии по 50 и 100 м с короткими паузами в общем объеме 600–1000 м. Конкретно в нашем случае экспериментальная группа плавала серии по 50 м. Если скорость плавания была в среднем где-то около 85% от максимальной (табл. 1), тогда это означает, что исследовательская группа достаточно хорошо себя чувствует и готова к следующей «ударной» тренировке. Если же она в среднем плавала со скоростью ниже 80% от максимальной, тогда это означает, что

исследовательская группа все еще недостаточно восстановилась.

Выводы

После проведенного анализа выступлений исследовательской группы пловцов в прошлом сезоне, определены цели на следующий, а это достижение определенного уровня эффективности и выполнение конкретного результата. Лабораторные измерения показали, что уровень общей физической подготовленности удовлетворительный и созданы все условия для нормальной работы. Затем исследовательская группа введена в соответствующий ритм работы в рамках микроцикла, где мы регулярно получали информацию об уровне эффективности и результатах на модельных тренировках, а также и о состоянии источников энергии. Это нам дало возможность без серьезных проблем довести исследовательскую группу до запланированных результатов на главном соревновании сезона.

Список литературы

1. Васильева У.Ю., Мелихов Я.П., Ляшенко А.А. Влияние плавания на общее состояние организма. // Студенческий форум: электрон. научный журн. 2017. № 4 (4). С. 19–22.

2. Григан С.А., Григан А.М. Особенности планирования подготовки пловцов на этапе спортивного совершенствования // Сборник научных трудов Sworld. Иваново: Научный мир, 2015. Т. 20. № 2 (39). 110 с. С. 77–87.

3. Джек Боэрле и др. Плавание / [пер. с англ. Кононова Е.]. М.: Эксмо, 2014. 416 с.

4. Капотов П.П. Обучение плаванию. М.: Воениздат, 2018. 498 с.

5. Фирсов З. Плавать раньше, чем ходить. М.: Ф. и С., 1978. 72 с.

УДК 37.022

ЯЗЫКОВАЯ СРЕДА КАК ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР ОБУЧЕНИЯ НЕРОДНОМУ ЯЗЫКУ

Ермекбаева Г.Г.

Баишев университет, Актобе, e-mail: gabitovna86@mail.ru

Данная статья посвящена особенностям языковой среды и ее роли в образовательном процессе, описанию процесса овладения неродным (в данном случае – казахским) языком. Автор работы анализирует некоторые подходы к определению изучаемого явления языковой среды и формулирует собственное понимание. Обобщение изученных трудов позволило автору смоделировать содержание работы по обучению неродному языку. Эффективное обучение государственному (казахскому) языку как неродному возможно в том случае, если учитывать в процессе создания учебной языковой среды следующие педагогические условия: структурирование учебного материала, направленного на облегчение коммуникативного процесса; обеспечение пространственного поведения учащихся в диалоговой и ролевой формах; построение учебного процесса на основе индивидуального и дифференцированного подходов, с учетом познавательно-личностных особенностей учащихся. На примере использования различных речевых упражнений и ситуативно-ролевых игр раскрываются способы создания языковой среды как психологического фактора обучения неродному языку. Создание благоприятной языковой среды позволяет решить основную проблему при изучении любого языка – преодоление языкового барьера посредством погружения в язык. Особую роль при этом играет принцип взаимосвязанного обучения видам речевой деятельности, направленный на формирование коммуникативной компетенции.

Ключевые слова: языковая среда, педагогические условия, коллаборативная среда, коммуникативная компетенция, речевые упражнения

LANGUAGE ENVIRONMENT AS A PSYCHOLOGICAL FACTOR IN TEACHING A NON – NATIVE LANGUAGE

Ermekbaeva G.G.

Baishev University, Aktobe, e-mail: gabitovna86@mail.ru

This article is devoted to the peculiarities of language environment and to its role in educational process, to description of mastery of non-native language (in this case Kazakh language). The author of the work analyses some definition approaches of the studied phenomenon of the language environment and formulates own understanding. Generalization of the studied works allowed the author to simulate the content of the training of non-native language. Effective teaching of the Kazakh language as non-native is possible if you take into account in the process of creating a personal language environment the following pedagogical conditions: structuring of educational material aimed at facilitating the communication process; ensuring the spatial behavior of students in dialogue and role forms; creation the educational process on the basis of individual and differentiated approaches, taking into account the cognitive and personal characteristics of students. Using the example of various speech exercises and situational role-playing games, the author reveals ways to create a language environment as a psychological factor of teaching a non-native language. Creating a favorable language environment allows you to solve the main problem when learning any language – overcoming the language barrier through immersion in the language. A special role is played by the principle of interrelated training in speech activities aimed at the formation of communicative competence.

Keywords: language environment, pedagogical conditions, collaborative environment, communicative competence, speech exercises

В связи с новыми реалиями в Республике Казахстан возникла важнейшая общегосударственная проблема – укрепление позиции казахского языка как государственного, что предполагает сохранение, развитие, расширение сфер его функционирования, т.е. максимальное использование его в качестве средства общения. Решение этой проблемы ложится на образовательные учреждения, в том числе и школы с русским языком обучения, задача которых состоит в том, чтобы создать оптимальные условия для формирования личности гражданина Республики Казахстан, в числе определяющих качеств которого является и владение государственным языком.

Обучение казахскому языку как государственному в Республике Казахстан в русскоязычной школе связано с рядом методических проблем. Так, в практике ряда казахстанских школ до сих пор наблюдается неуправляемый процесс овладения неродным (казахским) языком в языковой среде, строящийся по законам овладения ребенком первым/родным (русским) языком. Для данного процесса характерны многие специфические особенности, в частности неосознанное, интуитивное усвоение языка, осуществляемое в ходе социализации личности ребенка [1].

Управляемое же овладение неродным языком не зависит от того, протекает ли оно в языковой среде или в условиях ее отсутствия. Однако, если в естественном языковом окружении изучаемый язык есть одновременно средство общения и взаимо-

понимания между людьми в повседневной жизни, что усиливает программатическую значимость процесса овладения языком и мотивирует иноязычную речевую деятельность человека, то в случае отсутствия языковой среды изучаемый язык выступает как средство общего образования (и в более узком понимании как средство обучения) обучаемого и в качестве средства общения изучаемый язык чаще всего присутствует лишь на учебных занятиях [2]. Отсюда можно предположить, что процесс овладения вторым языком без естественных условий и без непосредственных контактов с его носителями будет эффективным, если он приобретет все возможные характеристики естественного процесса овладения языком и максимально приблизится по своим основным параметрам к условиям управляемого овладения языком в естественной языковой ситуации. Однако данное утверждение не означает, что процесс обучения неродному языку должен уподобляться полностью естественному речевому общению.

В условиях Казахстана казахский язык является государственным языком. Поэтому русскоязычные дети на улицах, в процессе игр, посещения детских садиков постоянно слышат казахскую речь. Для них звуковая действительность казахского языка воспринимается естественным путем. Такие языковые условия облегчают процесс обучения казахскому языку русскоязычных детей.

В условиях овладения языком в естественной языковой среде и в управляемом обучении языку имеет место сравнение человеком приобретаемого им языкового опыта с имеющимся опытом обучения родному языку, осуществляемого прежде всего на уровне осмысления грамматических правил [3]. Различие заключается лишь в том, что в процессе обучения второму языку, в нашем случае казахскому, грамматические правила «даются» учащимся или выводятся ими самостоятельно, в то время как при неуправляемом овладении языком правила не сообщаются и не отрабатываются сознательно. Во втором случае человек как бы «фильтрует» эти правила, исходя из своего личного языкового опыта. Таким образом, основные различия между двумя возможными вариантами изучения языка лежат не в области сознательности или интуитивности, а в способе усвоения языковых правил.

В целом же представляется, что инструментом управления овладением неродным языком может стать моделирование в условиях школы учебной языковой среды. Создание учебной языковой среды на уроках казахского языка в русскоязычных школах осуществляется несколько в иных условиях, нежели это происходит на уроках родных языков, так как задача учителя казахского языка – *смоделировать реально существующее информационно-языковое пространство*, в которое обучающийся должен быть погружен на уроке и во внеурочное время, снять психологические барьеры. Решение подобной задачи, на наш взгляд, возможно при обращении к таким технологиям, которые могут обеспечить управление процессом обучения учащихся неродному языку на различных ступенях обучения с учетом их индивидуальных особенностей и которые способны создать психолого-педагогические условия для формирования учебной языковой среды [4].

Роль языковой среды, способы ее формирования, активизации и использования ее компонентов рассматривались в трудах многих ученых, среди которых Л.П. Федоренко, В.П. Ниорадзе, А.А. Жеглова, Н.А. Журавлева, И.П. Бондаренко, Э.Г. Азимов, А.Н. Щукин, М.Р. Львов, И.А. Орехова и др. Приведем некоторые определения изучаемого понятия.

Авторы «Словаря методических терминов» Э.Г. Азимов и А.Н. Щукин определяют языковую среду как окружение, с помощью которого индивид вовлекается в процесс изучения языка [5].

О функциях, выполняемых языковой средой, писали в своих работах Н. Журавлева [6], И. Бондаренко [7] и др. Более полная характеристика функций языковой среды была представлена И. Бондаренко, который выделяет две группы функций:

1) обучающие: информативная, коммуникативная;

2) вспомогательные: мотивационная, диагностирующая, активизирующая, акселеративная.

Автором было доказано, что осуществление всех функций языковой среды возможно только при краткосрочном и включенном обучении.

По мнению М.Р. Львова, языковая среда – это «речь, которую воспринимает ребенок, взрослый в естественных условиях: речь членов семьи, друзей, знакомых, язык радио и телевидения, язык читаемых газет и т.п. Качество воспринимаемой речи определяет развивающий потенциал речевой среды» [8].

Материалы и методы исследования

Исследователи выделяют в структуре языковой среды такие компоненты, как социальное окружение, предметно-пространственное окружение, субъекты образовательного процесса, технологический компонент. Совокупность названных частей языковой среды способствует созданию условий для овладения неродным языком и познания иной этнокультуры.

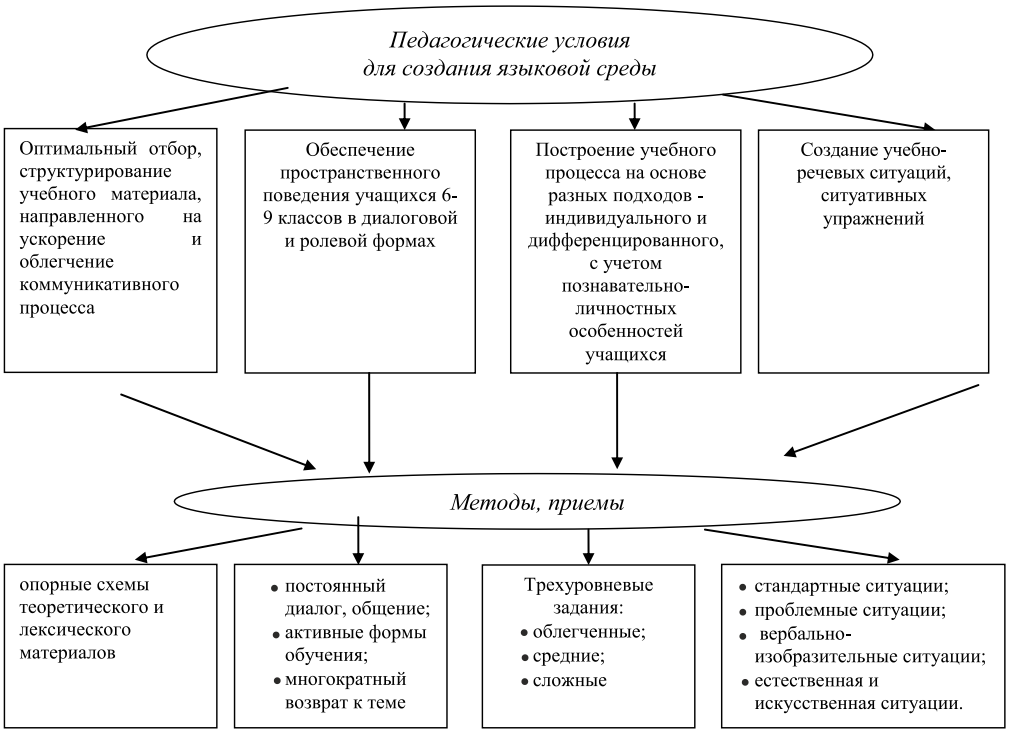


Рис. 1. Моделирование педагогических условий для создания языковой среды

Изучив подходы разных ученых относительно описываемой дидактической категории, мы сформулировали собственное понятие: *учебная (искусственная) языковая среда – это среда, созданная с помощью педагогических условий, способствующая формированию у обучающихся знаний, умений и навыков в области конкретного (в данном случае – казахского) языка.* Однако нередко обучение второму языку связывают лишь с формированием у учащихся репродуктивных речевых умений, то есть умений пересказать заданный текст, высказаться на уровне подготовленного материала и т.п. С этим категорически нельзя согласиться. В учебном процессе необходимо развивать как репродуктивную, так и продуктивную деятельность обучаемого.

На основании вышеизложенного нами смоделировано содержание работы по обучению неродному языку (рис. 1).

Содержание данной работы строится из предположения о том, что эффективное обучение государственному (казахскому) языку как неродному возможно в том случае, если учитывать в процессе создания учебной языковой среды вышеуказанные педагогические условия.

Одним из эффективных методических приемов в процессе обучения русскоязычных учащихся казахскому языку, на наш взгляд, является прием сопоставления языковых явлений. В связи с принадлежностью к разному грамматическому строю (казахский язык – агглютинативный тип, русский язык – флективный) в системе обоих языков существуют значительные расхождения.

Приведем некоторые отличия в языковом строе казахского и русского языков:

1. Фонетико-орфоэпические особенности: закон сингармонизма в казахском языке, постоянное ударение (на последний слог).

2. Расхождения грамматических категорий. Например, в казахском языке отсутствует категория рода, вида, нет предлогов. В отличие от русского языка в грамматике казахского языка насчитывается 7 падежей имени существительного, 4 наклонения глагола, 4 залога.

3. Несовпадения в синтаксическом строе: в казахском языке фиксированный порядок слов в предложении.

Построение урока с учетом структурных различий казахского и русского языков позволит повысить качество обучения и уменьшить или устранить языковую интерференцию.

Особенности методики погружения в языковую среду:

1. Введение нового лексико-грамматического материала в устной форме с последующим его закреплением с помощью приема аналогии с русским языком.

2. Ситуативно-ролевые игры, направленные на развитие коммуникативных навыков.

3. Рекомендуется преподавать только на казахском языке.

4. Обязательное использование традиционных наглядных средств и современных ИКТ (видео- и аудиоматериалы, презентации, обучающие и контролирующие компьютерные программы, информационные ресурсы веб-сайтов: онлайн-словари, видеоконференции, вебинары, скайп и т.п.).

5. Создание коллаборативной среды, предполагающей совместную деятельность учителя и ученика, так называемое обучение в сотрудничестве.

6. Оформление кабинетов лингострановедческим материалом.

Создание благоприятной языковой среды позволяет решить основную проблему при изучении любого языка – преодоление языкового барьера по-

средством погружения в язык. Особую роль при этом играет принцип взаимосвязанного обучения видам речевой деятельности, направленный на формирование коммуникативной компетенции.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим некоторые языковые и речевые упражнения, которые используются нами на уроках казахского языка в русской аудитории.

Одним из эффективных приемов развития коммуникативных навыков являются ситуативно-ролевые игры. К примеру, учащимся можно предложить такие темы, как «Встреча после летних каникул», «Диалог с классным руководителем», «Разговор с заболевшим однокурсником», «В библиотеке», «Беседа о любимой музыке, актере, фильме», «Обсуждение спортивной игры», «На приеме у врача. В аптеке», «На остановке. В автобусе», «В столовой», «В магазине». При использовании данного упражнения учитель ставит перед учениками следующие задачи:

1. Развитие устной диалогической речи с использованием невербальных средств общения (мимики, жестов, интонации).

2. Развитие функциональной грамотности путем применения знаний грамматических тем в повседневной жизни.

Обучение диалогической речи также возможно с помощью текста-образца, что будет способствовать овладению учащимися образцовыми высказываниями на казахском языке и созданию коммуникативного взаимодействия. Обращаясь к данному упражнению, учитель предлагает следующие задания:

1. Чтение диалога по ролям.

2. Чтение диалога с опорой на ключевые слова.

3. Заполнение пропусков в репликах диалога.

4. Самостоятельное расширение реплик в соответствии с контекстом.

Эффективность реализации языкового обучения, на наш взгляд, связана в первую очередь с применением диалоговых форм как одного из активных методов. Упражнения на построение диалога отвечают современным требованиям учебного процесса, в котором важное место отведено созданию коллаборативной среды.

Обратимся к приему сопоставления языковых явлений, характерных для системы русского и казахского языков. Например, при изучении темы «Сын есім. Имя прилагательное» ученики выполняют упражнение на устранение грамматической ошибки.

Задание: В предложениях *Әдемі қыз. Әдемі жігіт. Әдемілер үйлер.* найдите ошибку.

Ответ: в 3-м предложении *Әдемілер үйлер* неправильно образована форма прилагательного *әдемі*. В казахском языке отсутствует категория рода, значит, во всех предложениях анализируемое прилагательное должно быть использовано одинаково, несмотря на изменение числа: у слова *үйлер*, сочетаемого с прилагательным *әдемі*, множественное число, при том, что у других существительных из первых двух предложений – единственное число. Таким образом, при выполнении данного задания ученики должны знать о расхождениях грамматических категорий двух языков – русского и казахского.

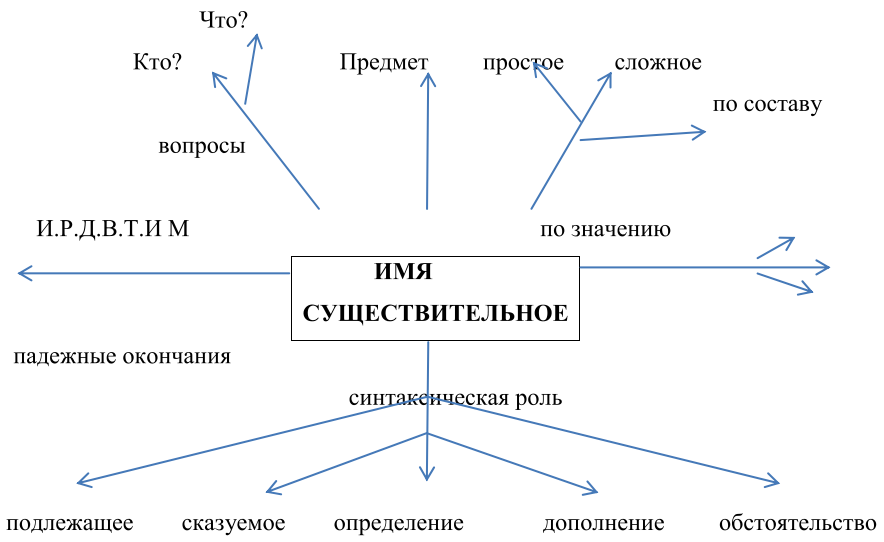


Рис. 2. Имя существительное

В целях развития аналитических способностей, систематизации и обобщения полученных знаний учителем используется графический прием кластера, который относится к технологии критического мышления. Приведем пример. На уроке казахского языка в 7 классе перед началом изучения темы «Зат есім» («Имя существительное») ученикам дается задание составить кластер, чтобы проверить уровень владения информацией по названной теме.

Все полученные от учащихся ответы оформляются учителем на доске в виде схемы, состоящей из овала-темы в середине и лучей-категорий по сторонам.

Выводы

Подводя итог приведенным в данной работе рассуждениям о создании языковой среды на уроках казахского языка в русской аудитории, необходимо отметить следующее: наиболее важными методическими принципами, которыми руководствуется педагог при моделировании языковой среды, являются принцип коммуникативности, принцип взаимосвязанного обучения всем видам речевой деятельности, принцип учета родного языка обучающихся. Применение рассмотренных в статье методов и приемов способствует реализации коммуникативно-ориентированного обучения казахскому языку с целью создания комфортной в психолого-педагогическом плане языковой среды.

Список литературы

1. Гальскова Н.Д., Василевич А.П., Коряковцева Н.Ф., Акимова Н.В. Основы методики обучения иностранным языкам: учебное пособие. М.: КНОРУС, 2018. 390 с.

2. Давлетбаева Р.Г. Коммуникативно-культурологический подход к формированию билингвальной личности младшего школьника: монография. Уфа: Издательство БГПУ, 2013. 248 с.

3. Фурманова М.И. Языковая / речевая среда урока иностранного языка на основе информационно-коммуникационной среды – стимулирующий фактор усвоения знаний и формирования коммуникативных умений // Вестн. Брянск. гос. ун-та. 2014. № 2. С. 196–200.

4. Ахмедова М.Х. Психологические особенности обучения иноязычному говорению // Молодой ученый. 2014. № 3. [Электронный ресурс]. URL: https://moluch.ru/archive/62/9599/ (дата обращения: 05.02.2020).

5. Азимов Э.Г., Щукин А.Н. Новый словарь методических терминов и понятий (теория и практика обучения языкам). М.: ИКАР, 2009. 472 с.

6. Журавлева Н.А. Языковая среда как обучающий фактор и резерв повышения эффективности краткосрочного обучения русскому языку: автореф. дис. … канд. филол. наук. Москва, 1982. 27 с.

7. Бондаренко И.П. Роль языковой среды при овладении русским языком (лексический аспект): автореф. дис. ... канд. филол. наук. Одесса, 1987. 16 с.

8. Львов М.Р. Словарь-справочник по методике русского языка. М.: Просвет, 1988. 239 с.

УДК 378.172:796

ОТНОШЕНИЕ СТУДЕНТОВ К ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗДОРОВЬЯ СРЕДСТВАМИ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА

Жуков Р.С., Макарова О.А., Курганова Е.В., Апарина М.В., Тюкалова С.А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», Кемерово, e-mail: tofk@kemsu.ru

Важный вклад в формирование здорового образа жизни студенческой молодежи должно внести создание условий для занятий физической культурой и спортом. В этой связи исследование посвящено изучению отношения студентов к собственному здоровью и возможностям его формирования средствами физической культуры и спорта. В процессе исследования проанализирована роль физической культуры и спорта в формировании здоровья студенческой молодежи, выявлено отношение студентов к собственному здоровью и возможностям его формирования средствами физической культуры и спорта, разработаны рекомендации по результативному управлению сферой физической культуры и спорта на муниципальном уровне с учетом мнений студентов. Результаты исследования показали, что студенты неравнодушны к вопросам развития физкультуры и спорта, по их мнению, современный город должен иметь достаточное количество спортивных сооружений, бассейнов, открытых спортивных площадок, куда каждый студент мог бы прийти заниматься в любое удобное для него время. Также студенты активно выступают за здоровый образ жизни не только молодежи, но и всех граждан, по их мнению, развитие разнообразных видов спорта привлечет к физкультурным занятиям горожан.

Ключевые слова: здоровье, физическая культура и спорт, студенты, анкетный опрос, здоровый образ жизни

ATTITUDE OF STUDENTS TO THE OPPORTUNITY OF FORMING HEALTH BY PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS MEANS

Zhukov R.S., Makarova O.A., Kurganova E.V., Aparina M.V., Tyukalova S.A.

Kemerovo State University, Kemerovo, e-mail: tofk@kemsu.ru

An important contribution to the formation of a healthy lifestyle for students should be the creation of conditions for physical education and sports. In this regard, the study is devoted to studying the attitude of students to their own health and the possibilities of its formation by means of physical culture and sports. During the study, the role of physical culture and sports in shaping the health of student youth was analyzed, the attitude of students to their own health and the possibilities of its formation by means of physical culture and sports was revealed, recommendations were developed on the effective management of the sphere of physical culture and sports at the municipal level, taking into account the views of students. The results of the study showed that students are not indifferent to the development of physical education and sports, in their opinion, a modern city should have a sufficient number of sports facilities, swimming pools, outdoor sports grounds, where each student could come to study at any time convenient for him. Students are also actively advocating a healthy lifestyle not only for youth, but also for all citizens, in their opinion, the development of various sports will attract citizens to physical education.

Keywords: health, physical education and sport, students, questionnaire, healthy lifestyle

Создание условий для развития физической культуры и массового спорта, проведения физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятий является одной из основополагающих задач социально-экономической политики современного государства [1–3]. Важный вклад в формирование здорового образа жизни должно внести создание условий для занятий физической культурой и спортом различных групп населения [4, 5]. В этой связи возникает необходимость изучения отношения студентов к собственному здоровью и возможностям его формирования средствами физической культуры и спорта.

Цель исследования: изучение отношения студентов к собственному здоровью и возможностям его формирования средствами физической культуры и спорта. Задачи исследования: проанализировать роль физической культуры и спорта в формировании здоровья студенческой молодежи; выявить отношения студентов к собственному здоровью и возможностям его формирования средствами физической культуры и спорта; разработать рекомендации по результативному управлению физической культурой и спортом на муниципальном уровне с учетом мнений студентов.

Материалы и методы исследования

В ходе социологического исследования было опрошено более 300 студентов Кемеровского государственного университета (КемГУ). Выборка формировалась таким образом, чтобы провести сравнительный анализ данных в зависимости от направления подготовки: естественнонаучные (студенты-химики), гуманитарные (студенты-филологи) и смешанные (студенты-экономисты). В исследовании, которое проходило с сентября по ноябрь 2019 г., в качестве респондентов приняли участие студенты 1–4 курсов.

Результаты исследования и их обсуждение

В процессе исследования изучался ряд социально-демографических характеристик респондентов: пол, условия проживания, уровень доходов и основные их источники. В период опроса проживали с родителями 42%, в общежитии – 33%, в съемных квартирах – 15%, имели собственное жилье – 7%, на другие варианты указал 1% и не ответили на вопрос об условиях проживания – 2% опрошенных.

Респонденты, в зависимости от уровня собственных доходов или доходов своей семьи, были объединены в следующие группы: очень обеспеченные (20%), достаточно обеспеченные (24%), среднеобеспеченные (38%) и малообеспеченные (16%). Большинство студентов имеют материальную поддержку от родителей (51%), доходы от различных видов деятельности имеют 42% опрошенных, родственники помогают 15% респондентов.

Не удовлетворены состоянием собственного здоровья практически треть респондентов (32%). Но все-таки большинство (67%) участников опроса указали на удовлетворенность своим здоровьем, причем 18% из них удовлетворены полностью. Среди удовлетворенных больше всего юношей, первокурсников, практически независимо от условий проживания и семейного положения, более обеспеченных респондентов, студентов химического и экономического направлений. Среди неудовлетворенных состоянием своего здоровья больше девушек, второкурсников, менее обеспеченных респондентов, студентов филологического направления. Только 58% опрошенных указали на очень хорошее и хорошее здоровье, лишь треть респондентов (31%) постоянно заботится о своем здоровье, среди них в основном студенты, проживающие самостоятельно; очень обеспеченные респонденты; студенты экономического направления подготовки; независимо от пола, курса обучения и семейного положения. Около половины опрошенных (49%) время от времени вспоминает о своем здоровье, среди них, прежде всего, девушки, студенты филологического направления подготовки; второкурсники; респонденты, состоящие в браке; проживающие с родителями и в общежитии; а также среднеобеспеченные студенты.

Забота о собственном здоровье может быть вызвана разными причинами. Как оказалось, прежде всего, это ухудшение здоровья, 50% опрошенных именно так ответили на соответствующий вопрос. Среди тех, кто указал на ухудшение здоровья больше девушек; студентов филологического направления подготовки; респондентов, проживающих в общежитии; третьекурсников; тех, кто состоит в браке; среднеобеспеченных студентов. Хотели бы быть физически сильнее 41% студентов, среди них больше, юношей; проживающих с родителями и в общежитии; студентов экономического направления подготовки, второкурсники и четверокурсники. Такой фактор, как семейное положение, не оказал существенного влияния на ответы. Около трети опрошенных считает, что привычка регулярно заботиться о своем здоровье воспитывается в детстве, это, прежде всего, юноши, первокурсники и четверокурсники, холостые студенты, практически независимо от условий проживания и направления подготовки, более обеспеченные респонденты.

К рекомендациям родных и близких в вопросах сохранения здоровья прислушиваются лишь 18% респондентов, в основном девушки, практически независимо от года обучения; лица, состоящие в браке; проживающие в общежитии; очень обеспеченные респонденты. В данной группе ответивших больше оказалось студентов филологического и экономического направлений подготовки. Кроме того, 13% опрошенных студентов в вопросах заботы о собственном здоровье руководствуется примером окружающих, об этом больше указывали юноши, четверокурсники, холостяки и студенты экономического направления подготовки, следует отметить, что на выбор вариантов ответов оказали условия проживания студентов, скорее всего, проявилось влияние родителей, не такая четкая зависимость от уровня доходов, данный вариант ответа чаще выбирали среднеобеспеченные студенты. Тех, кто заботится о своем здоровье в результате восприятия медицинской информации, оказалось 8%, это в основном девушки, остальные факторы существенного влияния на ответы респондентов не оказали.

Те участники опроса, которые назвали свое здоровье хорошим и очень хорошим, указали, что регулярно заботятся о своем здоровье, так как это вызвано желанием быть физически сильными (46%). Те, кто отметил у себя плохое или среднее здоровье, считают, что забота о нем вызвана, прежде всего, его ухудшением (74% и 68% соответственно). Более половины опрошенных (59%) принимают в качестве профилактических мер витамины, биологически активные добавки (БАДы), отвары трав. В их числе в первую очередь девушки, студенты экономического и филологического направлений подготовки; те, кто состоит в браке; более обеспеченные студенты, а также 62%

тех, кто имеет средний уровень здоровья, и 54% респондентов с хорошим здоровьем, кроме того, 59% из тех, кто постоянно заботится о своем здоровье, и 57% тех, кто проявляет заботу о здоровье время от времени.

Около половины участников анкетного опроса (46%) уделяет внимание регулярным занятиям физической культурой и спортом, как одному из направлений формирования физического здоровья, это чаще юноши, студенты экономического направления подготовки, четверокурсники, очень обеспеченные респонденты; в категорию регулярно занимающихся физической культурой и спортом входят также 72% тех, кто считает уровень своего здоровья очень хорошим, и 63% тех, кто постоянно о нем заботится. Следят за правильностью питания 25% опрошенных студентов, в эту группу входят в основном девушки, гуманитарии и экономисты, четверокурсники, респонденты, проживающие с родителями, те, кто имеет больший достаток, 30% имеющих отличное здоровье и 35% регулярно заботящихся о нем.

Для укрепления и поддержания уровня здоровья постоянно делают зарядку, занимаются закаливанием 21% опрошенных. В состав этих респондентов входят, прежде всего, юноши (в два раза больше, чем девушек), студенты-филологи, третьекурсники, студенты, не состоящие в браке, студенты, проживающие с родителями, 18% тех, кто считает свое здоровье отличным, и 16% студентов с хорошим здоровьем, а также 23% постоянно заботящихся о своем здоровье.

Имеют возможность регулярно выезжать на каникулах к морю лишь 13% опрошенных студентов, в первую очередь девушки, студенты экономического направления подготовки, второкурсники, те, кто живет с родителями или самостоятельно, более обеспеченные (в четыре раза чаще, чем малообеспеченные), а также 17% тех, кто постоянно следит за состоянием своего физического здоровья.

Только 14% участников опроса отметили тот факт, что они постоянно наблюдаются у врачей, в их числе в основном девушки, независимо от направления подготовки, курса обучения, места и условий проживания, уровня доходов, а также студенты, состоящие в браке, 18% респондентов с плохим здоровьем, 16% тех, кто постоянно заботится о своем здоровье, и 4% студентов с отличным здоровьем.

Периодически проходят курсы массажа, физиолечения 9% опрошенных, причем особой зависимости от социально-демографических характеристик не выявлено, в их числе 11% респондентов с плохим здоровьем, 10% со средним уровнем здоровья и только 4% с отличным здоровьем. Только 9% опрошенных студентов указали на факты получения лечения в санаториях и профилакториях, в основном девушки, студенты-филологи и студенты-химики, третьекурсники, те, кто живет в общежитии, респонденты со средним уровнем здоровья, а также те, кто время от времени заботится о своем здоровье.

Небольшая доля студентов (7%) время от времени проходят лечение в стационарах, в их числе несколько больше девушек, студентов-филологов и студентов-химиков, первокурсников, тех, кто состоит в браке, студентов, проживающих в общежитии, респондентов с плохим и средним уровнем здоровья, вспоминающих о здоровье время от времени и при наличии признаков заболевания.

Для дальнейшего сравнительного анализа популярности физкультурно-спортивных занятий среди студентов, респондентов разделили на группы: часто занимающиеся – 28%, занимающиеся 1–2 раза в неделю (относительно часто занимающиеся) – 25%, редко занимающиеся – 34%, не занимающиеся – 13%. В группе часто занимающихся несколько больше юношей, студентов-экономистов, первокурсников и третьекурсников, холостяков, тех, кто живет с родителями, более обеспеченных студентов, тех, кто самостоятельно зарабатывает. В состав занимающихся 1–2 раза в неделю вошли в основном студенты экономического направления подготовки, студенты 1–2 курса, более обеспеченные, те, кого обеспечивают родственники. К редко занимающимся относятся в большей мере девушки, студенты-филологи, четверокурсники, те, кто живет в общежитии, менее обеспеченные респонденты, те, у кого основные доходы составляют стипендия и средства родителей. Практически совсем не занимаются физкультурой и спортом по большей части девушки, студенты-химики, старшекурсники (3–4 курс), те, кто успел обзавестись собственной семьей, респонденты, проживающие самостоятельно в квартирах, менее обеспеченные участники опроса.

К категории студентов, оценивших свое здоровье как очень хорошее, относятся 59% часто занимающихся и 4% не занимающихся, а к категории респондентов с плохим здоровьем – 18% часто занимающихся и 28% не занимающихся. В числе тех, кто постоянно заботится о своем здоровье, 51% часто занимающихся спортом и 6% не занимающихся, а в группе тех, кто не следит за здоровьем, 12% часто занимающихся и 42% не занимающихся.

Основной причиной занятий физкультурой и спортом студенты назвали желание иметь красивое телосложение (58%), это, прежде всего, девушки, студенты экономического и филологического направлений, четверокурсники, те, кто состоит в браке, респонденты, проживающие с родителями и самостоятельно в квартирах, более обеспеченные студенты.

Среди других причин, побуждающих к регулярным занятиям физкультурно-спортивной деятельностью, были названы следующие: «просто нравится» – 12%, «чтобы похудеть» – 2%, «для самореализации» – 2%, «чтобы постоять за себя, для самообороны» – 2%, «ради удовольствия» – 2%, «чтобы выступать на соревнованиях за университет», «для укрепления духа», «для творческой реализации», «поднятия настроения» – по 1%.

Из тех, кто часто занимается физкультурой и спортом, большинство делает это, чтобы быть физически здоровыми (77%) и физически красивыми (70%). Студенты, которые занимаются физкультурой лишь изредка, среди основных причин указали: «чтобы поддержать работоспособность» и «потому что требуется в рамках учебного процесса в вузе» (по 29%).

Респонденты, которые не занимаются физкультурой и спортом, в качестве основной причины отказа от занятий указали нехватку времени (62%). В эту группу вошли девушки, студенты-филологи, третьекурсники, те, кто живет в общежитии, менее обеспеченные респонденты. Около половины участников опроса (45%) признались в собственной лени и неорганизованности, это в основном девушки, студенты филологического и экономического направлений, второкурсники, холостяки, те, кто живет с родителями. Каждый четвертый респондент пожаловался на нехватку денег, в первую очередь девушки, студенты химического и филологического направлений, студенты четвертого курса, студенты, состоящие в браке, проживающие в общежитии, студенты, которые отнесли себя к малообеспеченным, 18% опрошенных указали, что не имеют условий для занятий спортом, это девушки, студенты-химики, первокурсники и четверокурсники, те, кто имеет собственные семьи, студенты, живущие в общежитии, малообеспеченные респонденты. Были указаны и другие причины, мешающие занятиям физкультурой и спортом: отклонения в состоянии здоровья; неправильно построенные занятия физкультурой, которые чаще даже вредят здоровью; усталость после занятий в университете; погода.

Определенная доля опрошенных (6%) не видит необходимости в занятиях физкультурой и спортом, это в основном юноши, студенты второго и четвертого курсов, студенты, состоящие в брак, проживающие в общежитии и самостоятельно в квартирах.

Занимаются в различных секциях около трети опрошенных (32%), большинство посещают фитнес-центры (52%), это в основном студенты-экономисты, более обеспеченные студенты, проживающие в собственном жилье. Это вполне объяснимо: занятия в подобных центрах требуют финансовых средств. Регулярно делают утреннюю зарядку дома лишь 11% опрошенных, чаще студенты-филологи и студенты-химики, проживающие с родителями, менее обеспеченные студенты. Про физкультурно-спортивные занятия на улице (тренажеры, спортивные площадки) упомянули только 3% участников опроса, в основном студенты-химики. Остальные (2% опрошенных) не занимаются организованной физкультурно-спортивной деятельностью.

Наличие взаимосвязи между состоянием здоровья и занятиями физкультурой и спортом указали в своих ответах 48% респондентов, 31% опрошенных студентов считают, что эта связь косвенная, 10% уверены, что никакой связи не существует, остальные затруднились ответить.

В ответах на вопрос: «От чего зависит режим занятий физкультурой и спортом?», прослеживаются личные убеждения и предпочтения, причем выбор вариантов ответа практически не зависит от социально-демографических характеристик респондентов.

Также студентов беспокоят их финансовые возможности для занятий физкультурой и спортом – чуть больше половины респондентов отметили этот вариант, чаще других – первокурсники и второкурсники, представители химического и филологического направлений подготовки; те участники опроса, которые проживают в общежитии, и те, кто состоит в браке, а также те, кто относит себя к малообеспеченным. Из-за состояния здоровья старается выбирать наиболее оптимальный режим занятий физкультурой и спортом примерно пятая часть опрошенных (23%), среди них в основном третьекурсники, студенты-экономисты.

Доступность физкультурно-спортивных услуг в городе Кемерово отметил примерно каждый пятый-шестой участник опроса (18%), причем среди них больше оказалось четверокурсников, экономистов, тех, кто проживает с родителями, более обеспеченные студенты. Оценивая уровень развития инфраструктуры для занятий физкультурой и спортом в г. Кемерово, подавляющее большинство респондентов поставили «хо-

рошо» (78%), 19% опрошенных считают, что инфраструктура требует усовершенствования. Средняя оценка по данному вопросу оказалась равной 4,3 балла.

По мнению респондентов, необходимо вопросы развития физкультуры и спорта чаще освещать в средствах массовой информации, сейчас это делается время от времени (34%), 30% указали, что это делается достаточно регулярно, учитывая новостные ленты интернет-ресурсов, во всяком случае, об этом упоминали чаще других студенты-экономисты.

Большинство респондентов (65%) считает, что участие администрации города в развитии спортивной инфраструктуры нейтрально, практически не прикладывается никаких усилий со стороны городских властей в развитии физической культуры и спорта, по пятибалльной шкале средняя оценка составила 3,2 балла.

Выводы

Результаты исследования, в процессе которого был проведен анкетный опрос студентов КемГУ, показали, что студенты неравнодушны к вопросам развития физкультуры и спорта, по их мнению, современный город должен иметь достаточное количество спортивных сооружений, бассейнов, открытых спортивных площадок, куда каждый студент мог бы прийти заниматься в любое удобное для него время. Также студенты активно выступают за здоровый образ жизни не только молодежи, но и всех граждан, по их мнению, развитие разнообразных видов спорта привлечет к регулярным физкультурным занятиям горожан. Полученные данные позволяют рекомендовать создание модульных спортивно-оздоровительных комплексов, что согласуется с концепциями европейской и азиатской моделей управления спортом, предусматривающими минимальные затраты при одновременном положительном влиянии на формирование здоровья населения.

Список литературы

1. Бескровная В.А., Медведев А.Н. Государственная политика в сфере физической культуры и спорта: приоритеты финансирования // Теория и практика физической культуры. 2010. № 6. С. 7–10.

2. Каламетдинов В.Г. Физкультурно-спортивное движение: управление и пути совершенствования // Теория и практика физической культуры. 2009. № 4. С. 19–21.

3. Расин М.С. Управление физической культуры и спорта в системе местного самоуправления // Теория и практика физической культуры. 2014. № 10. С. 60–62.

4. Усачев В.А., Шмырева Н.А., Жуков Р.С. Формирование готовности студентов учреждений среднего профессионального образования к сохранению и укреплению здоровья: коллективная монография. Кемерово: Кузбасский региональный институт развития профессионального образования, 2013. 98 с.

5. Физкультура и спорт здоровьеформирующей направленности как объект управления: коллективная монография / Под ред. Т.Н. Ли-Ван. Новосибирск: Изд. «СибАК», 2014. 140 с.

УДК 377.1:796.035

ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ГИДРОТЕХНИКА ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Зуб И.В.

ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», Санкт-Петербург, e-mail: zubiv@gumrf.ru

Приказом Министерства труда и социальной защиты утвержден профессиональный стандарт гидротехника (водный транспорт). В соответствии с ним трудовая деятельность гидротехника имеет несколько направлений: проектирование, строительство и эксплуатация портовых гидротехнических сооружений; проведение работ по инженерным изысканиям, обследованию и ремонту гидротехнических сооружений; обслуживание и ремонт судоходных и портовых гидротехнических сооружений, их конструкций, узлов, деталей надводной и подводной частей; производство путевых работ на внутренних водных путях и другие. Представленный неполный перечень трудовых функций показывает их разнообразие и ответственность гидротехника. Наиболее сложными направлениями профессиональной деятельности гидротехника являются: изыскательские работы, работы по строительству портовых гидротехнических сооружений. Строительство гидротехнических сооружений начинается с проведения изыскательских и путевых работ, которые требуют больших физических усилий, так как эта работа связана с преодолением больших расстояний пешком, часто по болотистой местности, и наличием естественных препятствий, при этом геодезический инструмент гидротехники переносят на себе. Для выполнения трудовых функций, кроме знаний по специальности, гидротехник должен обладать следующими психофизическими качествами: общей и силовой выносливостью, координацией, высокой концентрацией внимания, хорошим глазомером, хорошо развитым вестибулярным аппаратом, устойчивостью к нервно-эмоциональному напряжению, которое связно с повышенной ответственностью за организацию производства и результаты работы. Для развития профессионально важных качеств в программу профессионально-прикладной физической подготовки гидротехника включаются виды спорта и их элементы: спортивное ориентирование, плавание, гребля, кроссовая подготовка, упражнения направленные на развитие общей и силовой выносливости, координации и других качеств. Развиваемые психофизические качества и полученные навыки в ходе профессионально-прикладной физической подготовки способствуют выполнению должностных обязанностей и обеспечивают безопасность во время проведения работ и в случае возникновения экстремальных ситуаций.

Ключевые слова: профессионально-прикладная физическая подготовка, профессионально важные качества, гидротехник водного транспорта

PROFESSIONAL AND APPLIED PHYSICAL TRAINING OF WATER TRANSPORT HYDRAULIC ENGINEER

Zub I.V.

Federal State Educational Institution of Higher Education «Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping», Saint-Petersburg, e-mail: zubiv@gumrf.ru

The order of the Ministry of labor and social protection approved the professional standard of hydraulics engineer (water transport). According to which, the work of hydraulic engineer has several directions: design, construction and operation of port hydraulic structures; carrying out works on engineering surveys inspection and repair of hydraulic structures; maintenance and repair of shipping and port hydraulic structures, their structures, components, parts of surface and underwater parts; production of track works on inland waterways and others. The presented incomplete list of labor functions shows the diversity and responsibility of hydraulic engineers. The most complex areas of professional activity of hydraulic engineers are: survey work, work on the construction of port hydraulic structures. The construction of hydraulic structures begins with the survey and track work, which require a lot of physical effort, as this work is associated with overcoming long distances on foot, often in a swampy area, and the presence of natural obstacles, while the geodetic instrument of hydraulic engineering is carried on itself. To perform labor functions, in addition to knowledge in the specialty, the hydraulic engineer must have the following psychophysical qualities: General and strength endurance, coordination, concentration, good eye, well-developed vestibular apparatus, resistance to nervous and emotional stress, which is associated with increased responsibility for the organization of production and results of work. For the development of professionally important qualities in the program of professional and applied physical training of hydraulic engineer include sports and their elements: orienteering, swimming, rowing, cross training, exercises aimed at the development of General and strength endurance, coordination and others. Developed psychophysical qualities and skills acquired in the course of professional and applied physical training contribute to the performance of official duties and ensure safety during work and in the event of extreme situations.

Keywords: professionally applied physical training, professionally important qualities, water transport hydraulic engineer

Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 ноября 2016 г. № 668н утвержден профессиональный стандарт гидротехник (водный транспорт) [1]. Введение профессионального стандарта говорит о том, что данный вид деятельности имеет свою специфику. Научно-технический прогресс привел к сокращению ручного труда, автоматизации многих производственных

процессов, что снизило физическую нагрузку на человека. Но во многих областях деятельности ещё необходимо специалисту иметь хорошо развитые психофизические качества для выполнения должностных обязанностей. К таким специальностям относится гидротехник водного транспорта (далее – гидротехник). Специальность гидротехника включена в перечень специальностей 08.03.01 «Строительство».

В процессе обучения студенты, обучающиеся по данной специальности, должны освоить не только специальные практические и теоретические дисциплины, но и пройти профессионально-прикладную физическую подготовку (ППФП), в процессе которой развиваются необходимые для данной специальности профессионально важные качества (ПВК). ПВК определяются по разработанной для конкретной специальности профессиограмме. Профессиограмма, как результат исследования по определению психофизических качеств профессиональной деятельности, соответствующих определенным профессиональным компетенциям [2].

В основе построения профессиограммы лежат следующие принципы [3, 4]: системность, целостность, специфичность, научность, эффективность, динамичность, идентичность, целенаправленность описания, селективность (избирательность) объекта изучения, многоуровневость (комплексность) изучения субъектно-объектных взаимосвязей на всех уровнях функционирования системы деятельности.

Цель исследования: определение видов спорта, которые могут быть использованы для развития психофизических ПВК гидротехника, а отдельные элементы этих видов спорта войдут в комплексы ППФП.

Для решения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать профессиограмму гидротехника.
2. Определить ПВК гидротехника на основании разработанной профессиограммы.
3. Определить виды спорта, развивающие ПВК, которые коррелируют с ПВК гидротехника, на основании спортограммы.

Материалы и методы исследования

В исследовании были использованы теоретические методы: изучения и анализа научно-методической литературы, обобщения и систематизации полученных данных – и эмпирический метод – наблюдение.

Результаты исследования и их обсуждение

Для систематизации условий труда и определения ПВК, необходимых для деятельности гидротехника, разрабатывается профессиограмма. Схема профессиограммы, предложенная В.А. Бодровым [3], состоит из трёх блоков:

– общая характеристика профессии;
– основные производственные задачи и условия труда;
– психограмма.

Трудовая деятельность гидротехника, в соответствии с профессиональным стандартом, имеет несколько направлений: проектирование, строительство и эксплуатация портовых гидротехнических сооружений; проведение работ по инженерным изысканиям, обследованию и ремонту гидротехнических сооружений; обслуживание и ремонт судоходных и портовых гидротехнических сооружений, их конструкций, узлов, деталей надводной и подводной частей; производство путевых работ на внутренних водных путях и другие. Представленный неполный перечень трудовых функций гидротехника показывает их разнообразие и ответственность гидротехника.

Наиболее сложными направлениями профессиональной деятельности гидротехника с точки зрения физических нагрузок являются:

– изыскательские работы;
– работы по строительству портовых гидротехнических сооружений (при условии, что специалист-гидротехник непосредственно руководит работами на строительной площадке).

Направления трудовой деятельности влияют на программу ППФП, которая развивает не только требуемые для конкретной профессиональной деятельности физические качества, но психологические и волевые качества. Для разработки концепции ППФП гидротехника на основе профессиограммы определяются ПВК. ПВК влияют на дальнейшую трудовую деятельность гидротехника, в работе [5] подтверждена гипотеза, что учебно-трудовая деятельность и двигательная активность студента взаимосвязаны. Двигательная активность повышает уровень адаптации и резистентности организма к воздействиям внешней среды [5], физических качеств и психофизическую готовность, включающую в себя: специальные профессиональные способности и индивидуальные психические особенности личности.

Психофизическая готовность – это резерв функциональных возможностей организма для своевременной адаптации к быстро меняющимся условиям окружающей среды, производственной нагрузки, способность восстанавливаться в минимальные промежутки времени. Для совершенствова-

ния психофизического состояния используются не только средства физической культуры, но и информационные технологии. Использование специально разработанных компьютерных программ даёт возможность в онлайн-режиме получать рекомендации по совершенствованию индивидуальных результатов по психофизической подготовке [6]. Кроме этого, информационные технологии используются для самоконтроля и контроля физического состояния студентов (шагомеры, пульсометры).

Кроме проектных работ, все остальные виды деятельности гидротехника проходят на открытом воздухе. В работе [7] автором предлагается использовать виды спорта, в которых двигательные акты связаны с рельефом местности, для подготовки будущих специалистов, чья деятельность связана с работой в полевых условиях и требует специальных психических и физических качеств и навыков, обеспечивающих эффективность трудовых процессов.

Строительство гидротехнических сооружений начинается с проведения инженерно-геодезических, инженерно-геологических и инженерно-гидрологических изысканий и путевых работ. Условия труда при изыскательских работах требуют больших физических усилий; есть изменения в лучшую сторону, появляются компактные и удобные в использовании приборы, что существенно облегчает труд гидротехников, но препятствия природного характера остаются неизменными.

Проводя изыскательские работы, гидротехники проводят топографическую съёмку местности для создания опорных геодезических сетей. Эта работа связана с прохождением больших расстояний пешком, часто по болотистой местности, с преодолением естественных препятствий, при этом геодезический и другой инструмент гидротехники переносят на себе. Рельеф местности производства изыскательских работ может иметь свои ландшафтные особенности. Изыскательские работы могут проходить в различных климатических зонах. Физико-географические условия района проведения работ влияют на организм человека и, как следствие, на продолжительность его работоспособного состояния.

Освоение Северного морского пути и строительство новых портов в арктической зоне предъявляет требования не только к физическому состоянию здоровья специалистов, но и психологическому, поскольку не все молодые люди готовы к отсутствию привычных городских условий, что вызывает психологическую усталость и отрицательные эмоции. Человек, который попадает впервые в суровые природные условия, не приспособлен к жизни и работе в такой среде. Рабочий день гидротехника может быть как нормированным, так и ненормированным, при производственной необходимости, который проходит на открытом воздухе, независимо от метеорологических условий. Все эти обстоятельства вызывают физическую и психологическую усталость, снижают иммунитет, способствуют возникновению заболеваний.

При проведении изыскательских работ гидротехник использует различные измерительные приборы, в связи с чем ему необходимо изменять рабочую позу и режим физической нагрузки (динамический – статический и наоборот), при этом он должен обладать мелкой моторикой рук, перестраивать двигательные действия, что предъявляет требования к умению переключаться с одного вида деятельности на другой. Сама топографическая съёмка требует концентрации внимания, большого объёма памяти, умения определять расстояние без приборов и хорошо ориентироваться на местности. Поскольку вышеперечисленные работы проводятся в устьях рек, бухтах и заливах, то представителям этой специальности необходимо не только уметь плавать, грести, управлять маломерным судном, но и оказывать помощь утопающему, если такая необходимость возникнет.

Профессиограмма проведения работ по строительству, эксплуатации, обследованию и ремонту гидротехнических сооружений имеет много общего с разработанными профессиограммами для специалистов строительного профиля. Для строительного профиля были разработаны комплексы ППФП с применением атлетической гимнастики [8], гимнастики, рукопашного боя, легкой атлетики, спортивных и подвижных игр [9], с направленностью на развитие основных физических качеств в зависимости от направленности будущей деятельности [10]. В работе [11] развитие физических качеств дифференцируется в зависимости от курса обучения с использованием спортивных игр [12]. Авторами [13] предлагается включать в комплексы ППФП элементы легкой атлетики, волейбола и гимнастики. Перечисленные выше разработки ППФП были выполнены под определённые строительные специальности, как они не отражают в полной мере специфику работы гидротехника. Эти комплексы частично можно использовать при разработке комплексов ППФП для гидротехников.

При проведении строительных работ, обследования и ремонта гидротехнических сооружений гидротехнику приходится передвигаться по временным настилам,

вертикальным и наклонным трапам, большую часть рабочего времени он находится на открытом воздухе при различных метеорологических условиях. Находясь на краю гидротехнического сооружения и передвигаясь по строительным настилам, человек со слабым вестибулярным аппаратом будет испытывать головокружение, что может привести его к падению. Предусматривая такой вариант, как падение в воду, в ППФП гидротехника включается обязательное обучение плаванию. При проведении строительных работ кроме рабочих на участке могут работать различные машины и механизмы, рабочая ситуация постоянно изменяется, в некоторых случаях приходится принимать моментальные решения. Ответственность за принятые решения и обеспечение безопасных условий труда приводит к психоэмоциональному напряжению и заболеваниям сердечно-сосудистой и нервной систем.

Основные качества, которыми должен обладать гидротехник, приведены в таблице.

При производстве путевых работ гидротехник занимается подготовкой и расстановкой плавучих навигационных знаков. Расстановка плавучих знаков производится с борта маломерных и специализированных судов (в зависимости от района производства работ). При работе на морских судах члены экипажа испытывают качку, поэтому гидротехник должен обладать статокинетической устойчивостью и иметь развитый вестибулярный аппарат. Развитие статокинетической устойчивости рассмотрено в работах [14, 15].

Для выполнения трудовых функций гидротехника требуется высокий уровень психофизических качеств: общей и силовой выносливости; координации; развитый вестибулярный аппарат; умение ориентироваться на местности и преодолевать естественные препятствия; концентрация внимания; хороший глазомер; большой объём зрительной памяти; дисциплинированность; самостоятельностью; решительностью; ответственность; устойчивость к нервно-эмоциональному напряжению, которое связано с повышенной ответственностью за организацию производства работ, результаты работы; умение работать в коллективе; самостоятельность, а именно – умение принимать решения и нести за них ответственность; иметь навыки управления маломерным судном; уметь плавать и оказывать первую помощь пострадавшим. Поскольку часть работ выполняется в полевых условиях, то в программу ППФП включается и теоретический раздел, в который входят самоконтроль, основы спортивной тренировки и оказания первой помощи.

Полученные теоретические знания дают возможность специалистам разрабатывать комплексы физических упражнений для самостоятельных занятий и осуществлять самоконтроль за своим самочувствием. Кроме развития психофизических ПВК на занятиях по ППФП, студенты восполняют дефицит двигательной активности, устраняют возникающее в процессе учебной деятельности психоэмоциональное напряжение, повышают устойчивость организма к воздействие негативных факторов, вызывающих профессиональные заболевания. На занятиях по ППФП, как и при занятиях физической культурой и спортом, формируется характер человека, его личностные качества.

Психофизические нагрузки гидротехника

	Нагрузки	Профессионально важные качества	
		Физические	Психологические
11	Проведение работ по инженерным изысканиям обследованию и ремонту гидротехнических сооружений	Общая и силовая выносливость, силовые качества, статические нагрузки, координация, умение ориентироваться на местности	Эмоциональная уравновешенность, концентрация внимания, большой объём оперативной памяти самостоятельность, целеустремленность, зрительная память, ответственность
22	Проектирование, строительство и эксплуатация портовых гидротехнических сооружений	Развитый вестибулярный аппарат, общая и статическая выносливость	Эмоциональная устойчивость, смелость, целеустремленность, ответственность, зрительная память, внимательность, решительность
33	Обслуживание и ремонт судоходных и портовых гидротехнических сооружений, их конструкций, узлов, деталей надводной и подводной частей	Общая и статическая выносливость, координация	Ответственность, психоэмоциональная устойчивость, настойчивость, зрительная память, самостоятельность
44	Производство путевых работ на внутренних водных путях	Общая выносливость, координация, силовые качества	Эмоциональная устойчивость, умение работать в команде, ответственность, зрительная память, самостоятельность

В университет студенты поступают с различной физической подготовленностью, учитывая это обстоятельство, занятия в первом семестре на первом курсе начинаются с общей физической подготовки, что позволяет нивелировать разницу в физической подготовленности и определить индивидуальные физические качества студента для дальнейшей индивидуализации занятий.

В комплекс ППФП для гидротехников включаются: кроссовая подготовка, спортивные игры, работа с отягощениями на развитие силовой выносливости. Как прикладные виды спорта (ПВС) могут быть рекомендованы: легкая атлетика, туризм, спортивное ориентирование, лыжные гонки, биатлон, полиатлон, спортивные многоборья. При разработке программ ППФП учитываются и индивидуальные физические качества студента, что позволяет выстроить оптимальную индивидуальную траекторию развития ПВК.

Выводы

Разработанная профессиограмма позволила определить психофизические ПВК. На основе анализа научно-методической литературы были отобраны виды спорта, которые можно рекомендовать студентам, обучающимся по направлению 08.03.01 «Строительство» по профилю «Гидротехник водного транспорта», как профессионально-прикладные: плавание, спортивное ориентирование, кроссовая подготовка, лыжные гонки и биатлон, гребной спорт, спортивные игры, полиатлон, многоборья (морское, легкоатлетические, современное пятиборье и др.). Полиатлон и многоборья развивают навык переключение с одного вида деятельности на другой, что очень важно не только для выполнения должностных обязанностей гидротехника, но в и других профессиональных сферах, специалисты в которых работают в условиях многозадачности. При планировании занятий по многоборью необходимо учитывать теорию переносов, что даёт положительный эффект за относительно минимальные сроки занятий, при этом необходимо учитывать индивидуальные физические качества студентов. Элементы из этих видов спорта включаются в комплексы ППФП по рассмотренному направлению обучения.

ППФП носит избирательный характер, что даёт возможность выработать динамические стереотипы, которые позволяют молодому специалисту войти в профессию в минимальные временные отрезки и способствуют эффективному выполнению должностных обязанностей.

Список литературы

1. Приказ Минтруда России от 18.11.2016 № 668н «Об утверждении профессионального стандарта «Гидротехник (водный транспорт)» (Зарегистрировано в Минюсте России 01.12.2016 № 44530). [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_208278 (дата обращения: 21.02.2020).

2. Лазарева О.И. Професссиограмма как средство выбора индивидуальной траектории обучения // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2015. Т. 2. № 6 (28). С. 120–124.

3. Бодров В.А. Психология профессиональной пригодности. М.: ПЕРСЭ, 2001. 511 с.

4. Еремеев С.Г. Профессиограмма и её значение в образовательном процессе // Актуальные проблемы борьбы с преступностью: вопросы теории и практики: материалы XXI международной научно-практической конференции: в 2-х частях. Сибирский юридический институт МВД Российской Федерации. 2018. С. 201–204.

5. Евсеев Ю.И. Педагогическое проектирование целенаправленного физического воспитания в высшем профессиональном образовании (на примере подготовки специалистов, контактирующих с риск-геофакторами): автореф. дис. ... докт. пед. наук. Майкоп, 2005. 50 с.

6. Колокатова Л.Ф. Дидактическая система информационной поддержки психофизической подготовки студентов технических вузов: автореф. дис. ... докт. пед. наук. Москва, 2008. 50 с.

7. Могучева А.В. Методика профессионально-прикладной физической подготовки студентов-геологов: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Хабаровск, 2011. 24 с.

8. Васельцова И.А., Бродецкий А.Б., Черкасова Л.Н. Формирование профессионально значимых качеств будущих специалистов строительного профиля на транспорте средствами атлетической гимнастики // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2017. № 4 (146). С. 38–42.

9. Краев С.А. Содержание и направленность профессионально-прикладной подготовки курсантов строительных вузов: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Санкт-Петербург, 2010. 25 с.

10. Никишин В.А. Совершенствование системы психофизической подготовки инженеров-строителей // Вестник ИрГТУ. 2015. № 11 (106). С. 373–378.

11. Сафонова О.А. Профессиограмма как основа содержания ППФП при изучении дисциплины «Физическая культура» в строительных вузах // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2012. № 5 (87). С. 117–121.

12. Сафонова О.А., Рогожников М.А., Караван А.В. Профессионально-прикладная физическая культура инженера-строителя: учебное пособие: СПб.: СПбГАСУ, 2017. 64 с.

13. Олейниченко Е.В., Белохвостов А.Н. Профессионально-прикладная физическая подготовка студентов строительного вуза // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2017. № 1 (123). С. 117–120.

14. Зуб И.В., Король Ф.В. Развитие статокинетической устойчивости как один из аспектов профессионально-прикладной физической подготовки будущих специалистов флота // Стратегические направления реформирования вузовской системы физической культуры: сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Институт физической культуры, спорта и туризма. СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2018. С. 346–349.

15. Зуб И.В. Методика развития профессионально важных качеств в морском университете // Сборник научных статей национальной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова». СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2018. Т. 1. С. 202–213.

УДК 378.14

УПРАВЛЕНИЕ АКАДЕМИЧЕСКОЙ МОБИЛЬНОСТЬЮ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА В УСЛОВИЯХ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

[1]Куркина Н.Р., [1]Стародубцева Л.В., [2]Имяреков С.М.

[1]ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт им. М.Е. Евсевьева», Саранск, e-mail: malis5@yandex.ru;

[2]АНОО ВО «Саранский кооперативный институт» (филиал) Российского университета кооперации, Саранск, e-mail: simyarekov@yandex.ru

Статья посвящена вопросам управления академической мобильностью обучающихся педагогического вуза. Актуальность проблемы связана с тенденциями развития современного социума, которые диктуют неизбежность процесса мобильности участников образовательного процесса, что определяет интенсивное взаимодействие вузов и необходимость управления данным процессом. Авторами анализируются подходы к рассмотрению сущности академической мобильности, ее содержательные характеристики, выделяются формы и виды академической мобильности. В работе отмечается, что академическая мобильность – это не только инструмент интеграции высшей школы страны в международное образовательное пространство, но и механизм содействия повышения уровня качества трудовых ресурсов, которые способны конкурировать в российской экономике и на мировом рынке. В статье авторы подчёркивают, что академическая мобильность важна для личного и профессионального развития как обучающего, так и профессорского-преподавательского состава. Особое внимание в статье уделяется анализу и обобщению опыта работы по управлению процессом академической мобильности обучающихся педагогического вуза. В работе обозначены основные тенденции развития мобильности: сотрудничество с другими организациями высшего образования, упрочение механизмов сетевого сотрудничества, реализация программ продвижения образовательных услуг на международный рынок и интенсификация взаимодействия с зарубежными вузами – основными партнерами. В заключение авторы делают вывод, что на данном этапе институтом реализуется ряд программ, связанных непосредственно с мобильностью обучающихся, и наблюдаются определенные успехи в данном направлении. Но вместе с тем существует ряд проблемных вопросов, решение которых напрямую зависит от четкого управления академической мобильностью.

Ключевые слова: академическая мобильность, формы мобильности, профессиональное развитие, механизм управления, образовательная среда

MANAGEMENT OF ACADEMIC MOBILITY OF STUDENTS OF PEDAGOGICAL UNIVERSITY IN CONDITIONS OF EDUCATIONAL ENVIRONMENT TRANSFORMATION

[1]Kurkina N.R., [1]Starodubtseva L.V., [2]Imyarekov S.M.

[1]Mordovian State Pedagogical Institute named after M.E. Evseviev, Saransk, e-mail: malis5@yandex.ru;

[2]ANOO HE «Saransk Cooperative Institute» (branch) of Russian University of Cooperation, Saransk, e-mail: simyarekov@yandex.ru

he article is devoted to the management of academic mobility of students of a pedagogical university. The relevance of the problem is associated with the development trends of modern society, which dictate the inevitability of the process of mobility of participants in the educational process, which determines the intense interaction of universities and the need to manage this process. The authors analyze the approaches to the consideration of the essence of academic mobility, its substantial characteristics, highlight the forms and types of academic mobility. It is noted in the work that academic mobility is not only a tool for integrating a country's higher school into the international educational space, but also a factor contributing to the formation of labor resources of a different level that can take their rightful place in the Russian economy and in the world market. In the article, the authors emphasize that academic mobility is important for the personal and professional development of students. Particular attention is paid to the analysis and generalization of experience in managing the process of academic mobility of students of a pedagogical university. The paper outlines the main trends in the development of mobility: cooperation with other universities, the institutionalization of organizational forms of network cooperation, the formation of policies in the field of promoting educational services on the international market and the intensification of interaction with foreign universities – the main partners. In conclusion, the authors conclude that at this stage the institute implements a number of programs directly related to the mobility of students and certain successes are observed in this direction. But at the same time, there are a number of problematic issues, the solution of which directly depends on the precise management of academic mobility.

Keywords: academic mobility, forms of mobility, professional development, management mechanism, educational environment

Характер развития общества на современном этапе формирует необходимость активизации академической мобильности, обеспечивающей интенсификацию взаимодействия организаций высшего образования, являющейся фактором жизнеспособности современного вуза. Развитие производства, внедрение инноваций требуют от системы образования новых идей и технологий, что является фактором опре-

деляющим необходимость академической мобильности в современных условиях.

Кроме того, современные темпы развития производства и возросшая потребность в инновациях однозначно требуют от системы образования, во-первых, ускорения модернизационных процессов в образовании, во-вторых, гибкости процесса образования.

В аспекте Болонского соглашения академическая мобильность – это обязательный механизм функционирования единого международного пространства образования. Значимой задачей Болонского процесса является активизация процесса академической мобильности всех субъектов высшего образования [1, 2].

Цель исследования: исследование основных аспектов академической мобильности обучающихся педагогического вуза в современных условиях, а также выявление результативных направлений по управлению процессом мобильности в институте.

Материалы и методы исследования

Материалы исследования – актуальные работы в сфере педагогики и психологии. В ходе исследования был применены анализ и обобщение опыта работы по управлению процессом академической мобильности обучающихся педагогического вуза, систематизация результатов исследования. В результате проведенного анализа психолого-педагогической литературы дана характеристика понятию «академическая мобильность».

Результаты исследования и их обсуждение

Так, В.И. Богословский, С.А. Писарева рассматривают академическую мобильность как важное направление вхождения России в Болонский процесс [3].

С.А. Тыртый, исследуя виртуальную мобильность преподавателя вуза в аспекте повышения квалификации, рассматривает ее как возможность сотрудничать с другим учебным заведением с использованием информационно-коммуникационных технологий [4].

В.А. Галичин исследует мобильность в контексте личного развития, роста уровня профессионализма и повышения шансов трудоустроиться. Академическая мобильность помогает получить новые знания, учиться у разных педагогов и реализовать свои идеи и компетенции в новых условиях [5].

Определение понятия «академическая мобильность» прослеживается в доболонских документах и рассматривается как период обучения, преподавания, научно-исследовательской деятельности в другой стране, помимо страны местожительства (родины). Этот период ограничен по длительности и предполагается возвращение на родину после его завершения. Термин «академическая мобильность» не сопряжен с обозначением миграции из одной страны в другую» [6].

Вышеизложенное определяет такие значимые характеристики академической мобильности, как основная цель, предусматривающая преподавательскую и научно-исследовательскую деятельность и ограниченный по времени период пребывания участника мобильности за рубежом.

Академическая мобильность имеет важное значение в плане личного роста уровня профессионализма преподавателей, так как влечет необходимость поиска выхода из нестандартных ситуаций одновременно с позиций различных культур, помогает изучить иностранные языки [7]. Кроме этого, академическая мобильность является инструментом не только интеграции высшей школы страны в международное образовательное пространство, но и механизмом содействия повышению уровня качества трудовых ресурсов, которые способны конкурировать в российской экономике и на мировом рынке [8].

Участие студентов в программах академической мобильности предполагает разнообразные виды деятельности: учебную, исследовательскую, поиск материалов, экспериментальную, лабораторную и освоение накопленного опыта.

Выделяют следующие формы мобильности:

внутренняя мобильность: обменные программы с отечественными вузами-партнерами; летние школы и летний семестр;

внешняя мобильность: академические обмены с зарубежными вузами-партнерами; обучение по совместным образовательным программам; прохождение практик, стажировок и др.

Мобильность можно классифицировать по следующим значимым признакам:

– по субъектам мобильности, в качестве которых могут быть преподаватели и студенты;

– по объектам мобильности, выделяют исследовательскую деятельность, обучение, повышение квалификации и обмен опытом;

– по формам реализации мобильности – мобильность реальную и виртуальную;

– в зависимости от пространственных масштабов осуществления мобильности выделяют региональную, межрегиональную и международную мобильности.

На основе периода обучения за рубежом выделяют виды академической мобильности: вертикальную (полное обучение за рубежом) и горизонтальную (обучение

за рубежом в течение некоторого периода времени, например семестра или учебного года).

Перед организациями высшего образования в свою очередь также ставятся задачи по управлению академической мобильностью. Так В.И. Богословский, С.А. Писарева выделяют такие направления деятельности в высшей школе по управлению академической мобильностью:

– работа информационных центров по программам мобильности;

– организация системы учета кредитов;

– унификация итоговых документов.

Также важно организовать деятельность по таким направлениям:

– организация помощи в адаптации участников мобильности;

– обеспечение нормативно-правового и методического сопровождения академической мобильности;

– обеспечение привлечения необходимых финансовых ресурсов из разных источников.

Как значимые аспекты деятельности по обеспечению и активизации мобильности предлагаются образовательным организациям мероприятия по ознакомлению с актуальными грантовыми и обменными программами; дискуссии, для обсуждения проблемных вопросов обучения за рубежом; предоставление на сайте вуза информации о программах мобильности.

С целью повышения эффективности управления академической мобильностью необходимо создание системы мониторинга с постоянным обновлением баз данных участников программ мобильности.

Управление мобильностью предполагает ее обеспечение непротиворечивой и конкретной, в плане положений и рекомендаций, нормативно-правовой базой, содержащей четкое описание правил для участников. Также требуется совместная с зарубежными партнёрами разработка механизмов формирования индивидуальных планов и программ обучения участников мобильности.

Одним из важных вопросов является организация эффективной системы финансирования академической мобильности в вузе [9]. Его решению будет содействовать привлечение средств грантов, программ кредитования и субсидирования мобильности и других источников.

В ФГБОУ ВО «МГПИ им. М.Е. Евсевьева» реализуется механизм управления академической мобильностью обучающихся (рисунок). Институт обеспечен необходимой базой, для организации соответствующих условий пребывания иностранных студентов. Сегодня в ФГБОУ ВО «МГПИ им. М.Е. Евсевьева» реализуется ряд программ по организации мобильности студентов и профессорско-преподавательского состава [10].

Организация обучения иностранных студентов в ФГБОУ ВО «МГПИ им. М.Е. Евсевьева» обеспечивается такими формами, как лекционные и практические занятия, групповые и индивидуальные консультации, мастер-классы, написание курсовых работ, организация лабораторных занятий, разные виды практики и самостоятельной работы, контрольные работы, подготовка рефератов, эссе.

С привлечением участников программ мобильности используются в организации образовательного процесса и информационно-коммуникативные технологии: мультимедийное сопровождение аудиторных занятий, размещение материалов для самоконтроля по каждой дисциплине в информационной среде вуза (учебных электронных материалов, тестов в электронной оболочке и др.), привлечение учебно-электронных материалов и электронных учебников.

В настоящее время в институте совершенствуется программно-методическое обеспечение образовательного процесса, имеются авторские учебные программы, учебно-методические пособия по основным дисциплинам и курсам по выбору, что будет способствовать повышению эффективности управления академической мобильности участников. Приведена в соответствие с Государственными требованиями к минимуму подготовка иностранных обучающихся по дополнительным образовательным программам, сопровождающим успешное освоение русского языка.

Заключение

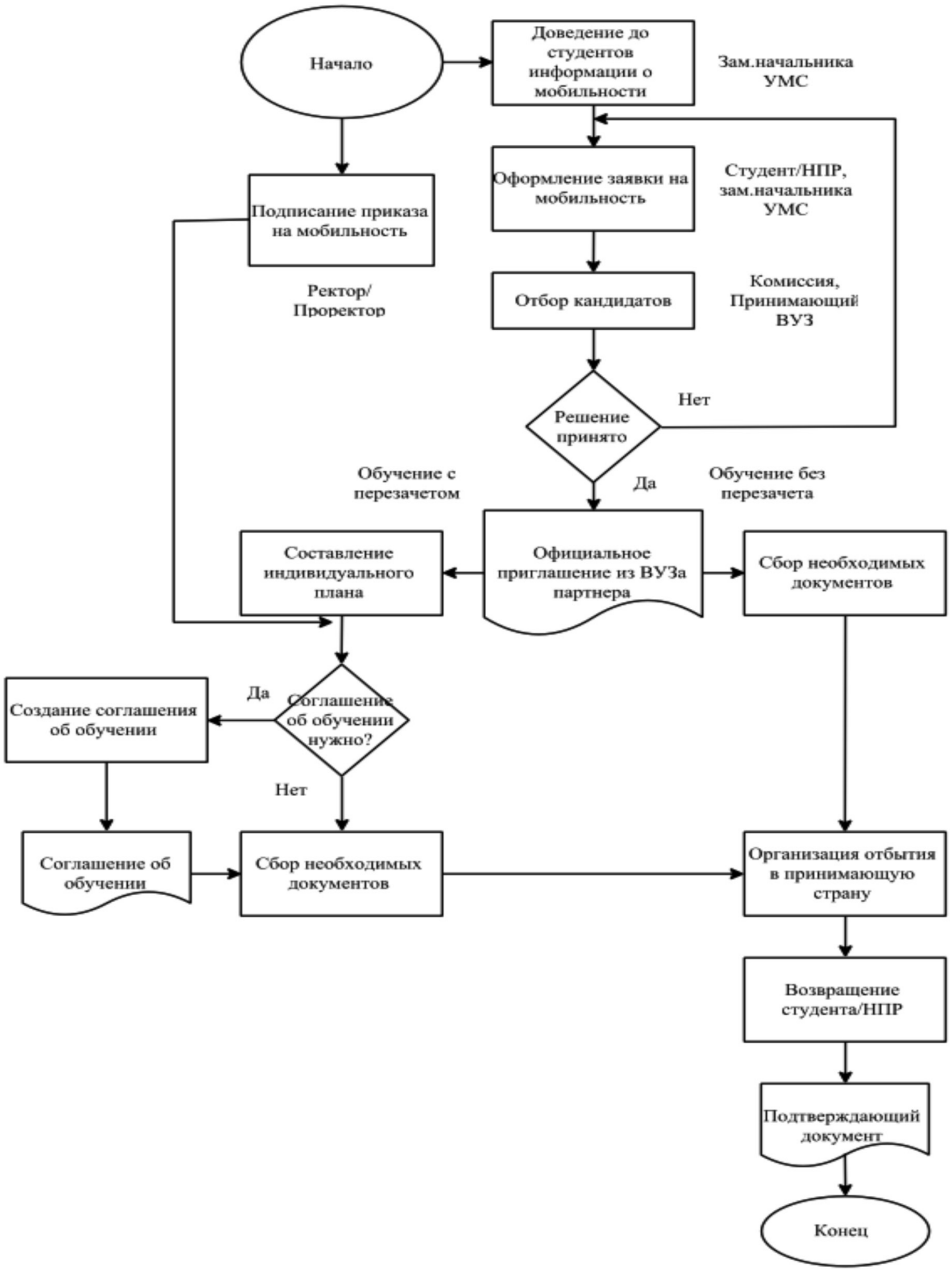
Можно сделать вывод, что институт добился успехов по следующим направлениям:

1. Формирование системы продвижения образовательных услуг на международном рынке.

2. Формирование портфеля образовательных программ, ориентированных на международный рынок, включая совместные образовательные программы и программы академической мобильности.

3. Увеличение объёмов исходящей академической мобильности с увеличением доли рабочих выездов студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава института с целью обучения.

4. Расширение международной партнёрской сети института и активизация сотрудничества с зарубежными партнёрами.



Механизм управления академической мобильностью обучающихся в институте

5. Институционализация совместных научных исследований на основе создания постоянно действующих научно-исследовательских структур, в том числе сетевого типа.

Вместе с тем необходимо обозначить проблемные вопросы, связанные с управлением академической мобильностью обучающихся, такие как:

1. Недостаточная регламентация порядка признания периодов и результатов обучения.

2. Деятельность, связанная со студенческой академической мобильностью, четко не закреплена за исполнителями.

3. Отсутствие четкой методики расчета и перечня показателей, связанных со студенческой академической мобильностью.

Таким образом, значимыми тенденциями в динамике академической мобильности в ФГБОУ ВО «МГПИ им. М.Е. Евсевьева» являются сотрудничество с другими организациями высшего образования, упрочение механизмов сетевого сотрудничества,

реализация программ продвижения образовательных услуг на международный рынок и интенсификация взаимодействия с зарубежными вузами – основными партнерами.

Сегодня в ФГБОУ ВО «МГПИ им. М.Е. Евсевьева» реализуется ряд программ по организации мобильности обучающихся и профессорско-педагогического состава. Данный процесс прямым образом связан с мировым рынком образовательных услуг и качеством оказываемых институтом услуг в целом:

1) включением в международное образовательное пространство;

2) повышением качества знаний;

3) унификацией образовательных программ с программами зарубежных вузов;

4) усиление интернационализации высшего и послевузовского образования.

В соответствии с концептуальными задачами, которые стоят перед высшей школой в плане деятельности по данному направлению, необходимо сформировать организационную структуру подразделения по обеспечению мобильности. Следовательно, перед высшей школой стоят задачи, решение которых связано с изменениями в самом вузе.

Список литературы

1. Болонский процесс: историческая справка (до 2010 года). [Электронный ресурс]. URL: https://www.econ.msu.ru/ext/lib/Category/x39/xef/14831/file/%D0%91%.pdf (дата обращения: 21.02.2020).

2. Протокол Бухарестского коммюнике. 27 апреля 2012 г. // Council of Europe. [Электронный ресурс]. URL: http://www.coe.int/t/dg4/ highereducation/2012/Kommjunike.pdf (дата обращения: 21.02.2020).

3. Богословский В.И., Писарева С.А., Тряпицына А.П. Развитие академической мобильности в многоуровневом университетском образовании. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2007. 55 с.

4. Тыртый С.А. Проблемы и перспективы развития виртуальной мобильности в контексте модернизации Российского образования // Молодой ученый. 2009. № 5. С. 212–219. [Электронный ресурс]. URL https://moluch.ru/archive/5/362/ (дата обращения: 21.02.2020).

5. Галичин В.А. Академическая мобильность: в условиях интернационализации образования: монография. М.: Университетская книга, 2009. 460 с.

6. Приказ Министерства образования и науки РФ от 14.04.2009 г. № 128 «Об утверждении порядка признания и установления в Российской Федерации эквивалентности документов иностранных государств об образовании» (с изменениями им дополнениями от 08.11.2010 г.) [Электронный ресурс]. URL: http://www.rg.ru/2010/11/10/optimisatia dok.html (дата обращения: 21.02.2020).

7. Дубив Н.В. Конкурентоспособность выпускников – участников программ академической мобильности при трудоустройстве // Гуманитарные науки и образование. 2015. № 1 (21). С. 48–51.

8. Имяреков С.М., Кукушкин О.В., Палаткина А.В. Реализация приоритетного национального проекта «Образование»: социально-экономический подход // Реформирование образовательной среды: материалы Международной научно-практической конференции (Саранск, 30–31 марта 2016 г.). Саранск: ЮрЭксПрактик, 2016. С. 191–195.

9. Куркина Н.Р. Исследование системы стратегического управления в образовательной организации // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 5. С. 209–214.

10. Стародубцева Л.В., Куркина Н.Р. Цифровая образовательная среда как инструмент повышения эффективности управления образовательной организацией // Современные наукоемкие технологи. 2019. № 11–1. С. 220–224.

УДК 372.862

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ-ДИЗАЙНЕРОВ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ДИГИТАЛЬНЫХ ФОРМ

Ланщикова Г.А., Позднякова Т.Ю.

ФГБОУ ВО «Омский государственный педагогический университет», Омск, e-mail: mail@omgpu.ru

Данная статья содержит описание приемов адаптации технологий дигитального формообразования к дизайн-проектированию. Дана характеристика современных методов профессионального проектирования, используемых в системах автоматизированного проектирования и программах 3d-моделирования. Среди них: параметрический, фрактальный, тесселяции и др. Исследованы дигитальные процессы моделирования и визуализации реальных архитектурно-дизайнерских объектов и виртуальных построений. Основные методы компьютерного проектирования рассмотрены на примере обучения студентов-дизайнеров на кафедре дизайна, монументального и декоративного искусства Омского государственного педагогического университета. Раскрыты особенности применения инструментария профессионального программного обеспечения CorelDRAW, Painter, AutoCAD, Autodesk 3ds Max в обучении студентов-дизайнеров. Отмечена целесообразность освоения фрактальной графики с помощью векторного пакета CorelDRAW и программы Painter в рамках учебной дисциплины «Информационные технологии в дизайне». Подробно рассмотрена последовательность создания параметрической панели в программе Autodesk 3ds Max на примере работы с модификаторами Volume Select и Morpher. В результате выполненных исследований выделена специфика параметрического проектирования, определено необходимое программное обеспечение в практике работы над учебными проектами студентов-дизайнеров. Обозначен алгоритм компьютерного проектирования виртуальных объектов, который является общим для работы в программах AutoCAD, Autodesk 3ds Max.

Ключевые слова: методы обучения, проектирование, моделирование, дигитальный, параметризм, фрактал, тесселяция, компьютерные технологии

USE OF SOFTWARE OPPORTUNITIES IN TEACHING DESIGN STUDENTS TO DESIGN DIGITAL FORMS

Lanshchikova G.A., Pozdnyakova T.Yu.

Omsk State Pedagogical University, Omsk, e-mail: mail@omgpu.ru

This article contains a description of the techniques for adapting digital shaping technologies to design. The characteristic of modern professional design methods used in computer-aided design systems and 3d-modeling programs is given. Among them: parametric, fractal, tessellation, etc. The digital processes of modeling and visualization of real architectural and design objects and virtual constructions are investigated. The main methods of computer design are considered on the example of training design students at the department of design, monumental and decorative art of the Omsk State Pedagogical University. The features of the application of tools of professional software CorelDRAW, Painter, AutoCAD, Autodesk 3ds Max in the training of student designers are revealed. The expediency of mastering fractal graphics using the CorelDRAW vector package and the Painter program in the framework of the educational discipline «Information Technologies in Design» is noted. The sequence of creating a parametric panel in Autodesk 3ds Max is considered in detail using the example of working with Volume Select and Morpher modifiers. As a result of the studies, the specificity of parametric design was identified, the necessary software was determined in the practice of working on educational projects of design students. The algorithm for computer designing virtual objects is indicated, which is common for working in AutoCAD, Autodesk 3ds Max programs.

Keywords: teaching methods, design, modeling, digital, parametricism, fractal, tessellation, computer technology

Достижения современной науки, распространение кардинально новых технологий, всеобщая компьютеризация вызывают необходимость поиска новых архитектурно-дизайнерских решений. Радикальные изменения исследовательских векторов совершенствуют методики обучения дизайн-проектированию, появляются новые инструменты и подходы к их использованию. Терминология обогащается, расширяется поле деятельности в целевом устремлении к воплощению невозможного. Различают исторически сложившиеся типы проектирования форм объемных сооружений: канонический; визуально-пластический; проектирование на основе цифровых (дигитальных) расчетов. Следует отметить, что термины «дигитальный» (англ. digital – число, цифра) и «цифровой» нередко применяют как синонимы [1–3].

Целью исследования является анализ, оптимизация, обоснование целесообразности и степени современности применения программного обеспечения (CorelDRAW, AutoCAD, Autodesk 3ds Max) в обучении студентов-дизайнеров приемам дигитального проектирования.

Материалы и методы исследования

Методы исследования: анализ научной (искусствоведческой, методической и др.) литературы; педагогический эксперимент; интегративный подход: обобщение педагогического опыта, беседы, анализ продуктов деятельности, моделирование.

Доступность программирования в современных условиях привела к расширению возможностей формального поиска с использованием программно-алгоритмического метода. Сложносочиненные криволинейные формы с богатым разнообразием стали характерной чертой современной дигитальной архитектуры, обрели новый смысл, атрибуты нового понимания пространства, обновленной парадигмы архитектуры.

Специфика цифровой архитектуры заключается не только в полном формировании объекта (сооружения) при посредстве компьютерных технологий, но и в параметрических признаках: динамичности, «текучести», выраженной асимметричности, невозможности выделения определенного модуля. Формально строение воспринимается как некий живой организм, созданный природой и отражающий эклектичную связь реальности и виртуальности (киберпространства). Эта взаимосвязь обусловливает появление новых архитектурных дигитальных объектов как следствие возникновения программно-математических изобретательских теорий и находок. Взаимная зависимость прослеживается и в «обратном» направлении: появление проекта виртуального сооружения ведет к появлению новых параметрических теорий и понятий. Остановимся на анализе основных методов «дигитального» проектирования, среди которых: параметризм, фрактальность, тесселяция, поскольку на их освоении основана методика обучения будущих дизайнеров.

Параметризм – «стиль цифровой эпохи» [4, с. 53]. Название впервые предложил Патрик Шумахер как характеристику принципиально нового стиля архитектуры авангарда (11-я Венецианская архитектурная биеннале, 2008 г.), затем сведения были изложены в статье «Параметризм: новый глобальный стиль архитектуры и городского дизайна» [5].

Гибкость системы архитектурного проекта достигается параметрической связностью всех динамических элементов, основанных на математических преобразованиях. При реализации проекта создается участок среды, воспринявший функциональные требования, с архитектурными акцентами, удобным зонированием и продуманной навигацией. Пластичность параметрических идей определена внедрением компьютеров, но первые проявления соотносят со строениями Антонио Гауди (нач. XX в.). Среди «параметрических» архитекторов можно назвать Яна Каплицки, Сантьяго Калатраву, Грега Линна, Заху Хадид.

Информационный прогресс в ряду неоспоримых преимуществ предлагает инструменты растровой и векторной графики. К отдельному виду обработки изображений относят фрактальный (лат. fractus – разбитый, сломанный, дробленый). Этот вид графики, использующий структуру самоподобных элементов – фракталов, является результатом соединения математических и художественных компонентов. Иными словами, фрактал – это объект, у которого отдельные фрагменты повторяют особенности целого (родительской структуры) [6].

Уже малой частицы фрактала достаточно, чтобы представить внешний вид всего объекта. Наиболее ярко фрактальность прослеживается при рассматривании капусты Романеско (ит. Romanesco – римская). Данный сорт похож на пирамиду, при этом ее мелкие фрагменты наследуют внешний вид всего фрактала (принцип самоподобия). Разветвляющиеся меристемы по строению схожи с логарифмической спиралью, причем меньшие бутоны соцветия организованы также в виде спирали. Число встречно идущих спиралей можно описать соотношениями соседних чисел Фибоначчи [7]. Фрактальная структура свойственна большому количеству объектов природы, однако природного фрактала чистого вида не существует. Приближенные фракталы называют стохастическими.

При помощи фрактальной компьютерной графики создают сложные абстрактные композиции: выбирают математические коэффициенты, задают направляющие с симметричным или асимметричным решением, применяют функциональный инструмент сплайн. Сплайн (англ. spline – гибкое лекало) – функция, используемая в конструировании для задания трехмерной поверхности или для интерполирования точечного изображения.

При помощи фракталов легко описать кривизну поверхности, представить сложные неевклидовы объекты в образах, похожих на природные [8]. Закономерности фрактального формообразования применяют в создании рисунков натурных объектов, орнаментов и декоративных композиций. Дизайнер задает формулу рисунка, варьирует параметры, форму, палитру, создавая изображение с самого начала (Painter). К примеру, Adobe Photoshop позволяет только обрабатывать изображения.

Термин «фрактал» нельзя назвать исключительно математическим в общепринятом понятии [9]. Объекту-фракталу свойственно: неупрощение структуры при уменьшении фрагмента, самоподобие, дробная метрическая размерность. С понятием «фрактал» связывают итерацию (повторение операции) и рекурсию (повторение самоподобием).

Существует понятие фрактального сжатия данных. Такой тип упаковывания картинок характеризуется незначительными размером и временем восстановления, возможностью масштабирования без проявления пикселизации. В сжатый файл на выходе пишут алгоритм поиска больших фрагментов по аналогии подобия с малыми (в отличие от формата JPEG).

Тесселяция – (англ. tessellation – мозаика; лат. tessella – маленький квадрат) – разбивка плоскости на ячейки, заполнение ее без пробелов и наложений. В компьютерной графике применяют замощение – программный процесс вставления неплоских n-угольников в полигональную сетку для увеличения детализации. В природе замощением можно считать пчелиные соты. Тесселяция – одна из главных характеристик Open GL4 и Direct X11, где разбивка на выпуклые многоугольники называется тайлинг (англ. tile – черепица).

В дигитальном проекте выбор ориентиров базируется не на эстетических предпочтениях, а на процессе (функционале), экологичности, динамичности строений. Проектирование форм осуществляется специфическими методами моделирования:

– комбинаторным, где используются основные параметры составных частей модели в различных соотношениях;

– сценарным, с опорой на разные кодовые манипуляции;

– топологическим (морфогенезом), которому присуща метафизическая постоянность форм и перманентная их деформация;

– прототипным, где используют фитоморфные, антропоморфные и другие аналоги;

– морфинга – применением трансформации и интерполяции крайних форм;

– пластицизма: форма трансформируется с учетом свойств физической среды;

– адаптивных систем (кинетической, информативной, интерактивной).

Первоначально использование компьютерных технологий сводилось к применению их в качестве упрощения составления проектной документации (чертежей). С переходом к новым строительно-проектировочным технологиям произошло изменение характера самого процесса творчества: аналоговое проектирование перешло в более «цивилизованное» – цифровое. Однако характерной особенностью дигитального проектирования является именно невозможность построения чертежей, поскольку и ортогональные, и изометрические, и перспективные проекции не способны передать случайные сочетания криволинейных форм, плоскостей и линий – редупликации случайных узлов и центров, из которых происходит развитие формы (редупликационная полицентричность). К другим свойствам относят атектоничность – невозможность определения вертикальных лимитов (верх/низ); экстенсивность развития (стремление к заполнению всего пространства), незавершенность, лишенность границ.

Результаты исследования и их обсуждение

Используемые в обучении дигитальному проектированию компьютерные программы призваны решать комплексную задачу формирования несущей конструкции, элементов и цельного образа архитектурного объекта соотносительно с земной поверхностью и др. Необходимо обучать студентов способности «увидеть» сооружение в градостроительном контексте с учетом его интерактивной роли в составлении окружающей среды (общества и природы).

Современные информационные и компьютерные технологии, модернизирование техники позволяют значительно расширить рамки проектных идей, улучшить стратегии проектирования. Инновационные «дигитальные» идеи, тем не менее, нередко подвергаются критике. В качестве аргументов приводят, к примеру, неэффективность использования пространства помещений в зданиях, «развал» исторически сложившихся центров. Предрекают «антигеометрическое» развитие, его непредсказуемость, освобождение от «диктатуры» прямых углов. Отмечают самосборность (self-assembly) – по сути, хаотичность.

В то же время следует признать, что архитектурно-дизайнерское будущее невозможно представить без вовлечения компьютерных технологий в образовательную деятельность, без специалиста-проектировщика, грамотно владеющего цифровыми технологиями и способного создавать новаторские проекты с элементами виртуальной реальности с иной ритмической структурой.

Приведем описание программных продуктов, позволяющих оптимизировать процесс обучения дигитальному проектированию студентов-дизайнеров на базе кафедры дизайна, монументального и декоративного искусства ОмГПУ. В ходе обучения здесь широко применяется профессиональное программное обеспечение: Autodesk 3ds Max – программа для 3d-моделирования; AutoCAD – двух- и трехмерная система автоматизированного проектирования (САПР); CorelDRAW – графический редактор векторной графики, Corel Painter – растровая программа, предназначенная для цифровой живописи и рисунка.

В процессе освоения учебного курса «Информационные технологии в дизайне» студенты изучают закономерности фрактального формообразования в CorelDRAW: создают орнаменты, декоративные композиции. Преподавателями кафедры разработаны специальные задания, в ходе выполнения которых обучающиеся отрабатывают комбинаторные навыки выявления фрактальных свойств природных объектов. В частности, выполняются стилизации растительных форм (вариации) на основе геометрических фракталов, создаются фоновые узоры, основанные на технике вращения различных объектов, эффекте перетекания, комбинировании кривых и применении инструментов художественного оформления. Ряд заданий направлен на последовательное заполнение двумерного пространства одинаковыми элементами – тесселяцию: выполнение ритмических повторяющихся раппортов на модульной основе.

На сегодняшний момент существует множество «фрактальных» программ: Apophysis 7X (генерирование с помощью мутаций – случайное редактирование треугольников), Ultra Fractal (профессиональный пакет). В рамках указанного курса отработка фрактального рисования велась в программе Corel Painter, основанной на принципах математики, дающей возможность использовать привычные средства (кисти, текстуры). Применение динамических слоев позволило дублировать рисунок в квадратный симметричный узор – эффект Kaleidoscope (калейдоскоп). Результаты эксперимента выявили тот факт, что оптимальными для создания фрактальной графики оказались пакеты CorelDRAW и Corel Painter, по причине наличия в них необходимого для дизайнеров профессионального инструментария.

Изучение основ параметрического проектирования, моделирования и визуализации осуществлялось в рамках курса «Компьютерные технологии в дизайн-

проектировании». В арсенале программ AutoCAD и Autodesk 3ds Max достаточно средств для создания объемных моделей. В плане методики виртуального формообразования эффективным компонентом традиционно считают систему упражнений и индивидуальных заданий, направленную на освоение обучающимися программных средств, на формирование творческого подхода к их применению. Структура учебного процесса с использованием исполнительских и творческих заданий во многом базируется на освоении вышеназванных редакторов, на вовлечении студентов в учебно-профессиональную деятельность. Промежуточные и итоговые задания позволяют определить уровень овладения компетенциями, формируемыми в рамках освоения дисциплины, а также операционным инструментарием компьютерных программ.

Учебный курс предусматривает выполнение студентами чертежей в программе AutoCAD для дизайн-проектов, объемное моделирование, создание проекций, сечений, разверток. Программные продукты CAD (аббревиатура Computer-Aided Design, англ.) – системы автоматизированного проектирования с высокоточным алгоритмом построения, предназначены главным образом для промышленного создания 2d- и 3d-моделей.

Компьютерное проектирование в программах AutoCAD, Autodesk 3ds Max предполагает: ознакомление с интерфейсом программ; освоение приемов построения основных конструкционных элементов в программе; овладение средствами трехмерного моделирования, в том числе работа с модификаторами; работу с библиотекой и создание графической библиотеки трехмерных моделей; овладение возможностями трехмерной визуализации, создания, применения и редактирования материалов, постановки света; сохранение результатов визуализации в форматах TIFF, PNG, JPEG; грамотное представление замысла проекта средствами данных программ; композиционное размещение, подачу и презентацию проекта.

В дизайнерской практике обычно сочетают разные технологии моделирования 3d-объектов: моделирование сложных объектов на основе стандартных, полигональное моделирование, NURBS-моделирование, 3d-скульптинг, поверхностное моделирование и пр. [10, 11]. Разберем подробнее метод параметрического моделирования, обозначим его особенности на примере работы в Autodesk 3ds Max.

Параметрическое моделирование позволяет создавать разнообразные сложные формы с использованием компьютерных алгоритмов. Применительно к интерьеру – это выполнение уникальных предметов декора стен, потолков и мебели; в средовом проектировании – построение новых форм и реализация концептуального формообразования в учебных проектах. Значительное время процесса проектирования интерьера или экстерьера посвящено работе с панелями. Параметрическое моделирование в Autodesk 3ds Max можно выполнить с помощью модификаторов и их сочетаний (TurboSmooth, Sweep и Noise, Volume Select и Morpher).

Рассмотрим алгоритм создания параметрической панели на примере использования модификаторов Volume Select и Morpher.

– В программе 3ds Max создаем плоскость (Plane 1) и добавляем количество сегментов. Конвертируем в Editable Poly.

– Во вкладке Polygon Modeling выбираем инструмент Generate Topology панели Graphite (позволяет быстро создать тротуарную плитку, брусчатку и т. д.), выбираем вид сетки.

– Добавляем глубину, масштабируем полигоны. Копируем плоскость, называем (Plane 2), масштабируем ее, а затем удаляем полигоны. Далее работаем с модификатором. Переходим в панель модификации (Modify panel).

– К первой панели (Plane 1) применяем модификатор Morpher, в анимации – эффект плавного перетекания из одного состояния в другое, изолируем плоскость (Plane 2).

– Используем модификатор Volume Select (выделение элементов, вершин, ребер полигона с помощью объекта), выбираем вершины, вариант объема – Box.

– Благодаря эффекту постепенного изменения поворота и смещения объекта (Box) модификатора Volume Select, модули плоскости становятся «подвижными», работая с настройками Soft Selections, получаем панель с плавным перетеканием формы.

– Далее можно применить модификатор Bend (Изгиб). Он воздействует на объект, позволяя изогнуть его относительно заданной оси.

Выводы

Таким образом, обучение дигитальному проектированию основано на использовании компьютерного моделирования, программирования и визуализации для создания как виртуальных, так и физических структур. В связи с этим значение уровня профессиональной подготовки будущих дизайнеров трудно переоценить. Цифровые технологии пронизывают практически любое инновационное изобретение современности, наполняют смысловым содержанием, качественно преобразуя нашу жизнь.

Результаты исследования:

– проанализированы научно-методические источники, определяющие специфику дигитального проектирования, в частности параметризм, фрактальность, тесселяция;

– актуализированы возможности компьютерных программ в освоении обучающимися методов проектирования виртуальных объектов;

– определены необходимые программные продукты (программное обеспечение) для обучения студентов-дизайнеров проектированию;

– выявлено, что инструменты векторной и трехмерной графики можно с успехом адаптировать к учебным заданиям.

Список литературы

1. Добрицына И.А. Новые проблемы архитектуры в эпоху цифровой культуры // Academia. Архитектура и строительство. 2013. № 4. С. 42–53.

2. Маевская М.Е. Дигитальная архитектура – фантазия или обыденность? // Высотные здания. 2013. № 1. С. 24–33.

3. Кондратьев Е.А. Эстетические проблемы визуализации дигитального образа в современной архитектуре // Вестник Московского университета. Серия 7: Философия 2011. № 3. С. 73–86.

4. Надыршин Н.М. Параметризм как стиль в архитектурном дизайне // Вестник ОГУ. 2013. № 1 (150). С. 53–57.

5. Schumacher Patrik. Parametricism – A New Global Style for Architecture and Urban Design. AD Architectural Design – Digital Cities. London: John Wiley & Sons Ltd. 2009. vol. 79. no. 4. P. 14–23.

6. Деменок С.Л. Просто фрактал. 3-е изд. СПб.: ООО «Страта», 2016. 244 с.

7. Скиннер С. Священная геометрия: расшифровывая код. / Пер. В.Е. Венюковой. М.: Кладезь-бук, 2015. 160 с.

8. Пайтген Х.О., Рихтер П.Х. Красота фракталов. М.: Мир, 2009. 217 с.

9. Осташков В.Н. Диалоги о фракталах. Тюмень: ТюмГМГУ, 2011. 292 с.

10. Аббасов И.Б. Промышленный дизайн в AutoCAD 2018: учебное пособие. М.: ДМК Пресс, 2018. 230 с.

11. Миловская О.С. 3ds Max 2018 и 2019. Дизайн интерьеров и архитектуры. СПб.: Питер, 2019. 416 с.

УДК 378.172:796

ЗДОРОВЬЕ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

Маркова Н.В., Рютин С.Г.

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: natmark6161@mail.ru

В статье представлен анализ современных тенденций в области динамики показателей здоровья молодежи, в сравнении с соответствующими показателями в СССР и за последние 20 лет. На базе статистических данных обоснована актуальность темы исследования. Выявлены основные установки молодежи в части сохранения и укрепления здоровья. Проанализированы основные аспекты, в рамках которых здоровье молодежи рассматривается как объект исследования и объект управления. Выявлены функции органов власти, государственных и негосударственных организаций в области сохранения и укрепления здоровья молодежи. Проведена оценка основных проблем взаимодействия субъектов в сфере сохранения и укрепления здоровья населения, в частности, при реализации различных государственных программ. Выявлены основные подходы к здоровью молодежи, в частности проведен анализ существующих тенденций в области сохранения и укрепления психологического и физического здоровья молодежи. Показана роль образовательных организаций в деятельности по укреплению и сохранению здоровья молодежи. Рассмотрены основные показатели мониторинга здоровья молодежи, подходы к оценке здоровья молодого поколения. Проанализированы современные тенденции в области создания и использования специализированных технологий при сохранении и укреплении здоровья молодежи.

Ключевые слова: здоровье молодежи, здоровый образ жизни, репродуктивное здоровье, государственные программы, тенденции сохранения здоровья

HEALTH OF STUDENT YOUTH: MODERN TRENDS

Markova N.V., Ryutin S.G.

Tyumen Industrial University, Tyumen, e-mail: natmark6161@mail.ru

The article presents the analyze of the current trends in the field of dynamics of youth health indicators in comparison with the corresponding indicators in the USSR and over the past 20 years. The relevance of the research topic is based on statistical data. The basic attitudes of young people in terms of maintaining and promoting health are revealed. The main aspects in which youth health is considered as an object of study and an control object are analyzed. The functions of authorities, state and non-governmental organizations in the field of preserving and strengthening the health of youth are identified. The assessment of the main problems of the interaction of subjects in the field of preservation and strengthening of public health, in particular, in the implementation of various government programs was carry out. The main approaches to youth health were identified, in particular, an analysis of existing trends in the field of maintaining and strengthening the psychological and physical health of youth was carried out. The role of educational organizations in activities to strengthen and maintain the health of youth is shown. The main indicators of monitoring the health of youth, approaches to assessing the health of the young generation are considered. The current trends in the creation and use of specialized technologies while maintaining and strengthening youth health are analyzed.

Keywords: youth health, healthy lifestyles, reproductive health, government programs, health trends

Современное население характеризуется достаточно низким уровнем физической подготовки, что характерно и для «подвижной» социальной группы – подростков и молодежи. Многие предпочитают проводить досуг в помещениях, за компьютерами и телевизором вместо активного отдыха; этим в том числе обусловлено снижение общего уровня здоровья населения. Кроме того, большинство населения ведет нездоровый образ жизни, испытывает стрессы на работе и в процессе обучения [1].

Ввиду этого оздоровление жителей нашей страны сегодня является достаточно важным направлением развития общества и политики государства, и исследование системы государственного управления в области физической культуры и спорта достаточно актуально.

Цель исследования: анализ современных тенденций молодежи в части отношения к здоровью, а также анализ управленческих, организационных, социальных тенденций в области укрепления и сохранения здоровья молодежи.

Материалы и методы исследования включают в себя анализ информационных и методических материалов для исследования отношения молодежи к здоровью и современных тенденций его сохранения и укрепления.

Результаты исследования и их обсуждение

Современные молодые люди имеют достаточно низкий уровень мотивации в области ведения здорового образа жизни, что выявлено на основании социологического опроса молодежи (возраст 18–30 лет), про-

веденного через социальные сети, в котором приняли участие 248 человек. Было выявлено, что среди опрошенных молодых людей достаточно высока доля тех, кто не настроен вести здоровый образ жизни (20%), тех, кого здоровье интересует только в аспекте внешней привлекательности (30%), что является недостаточно надежным стимулом, а также тех, кто полагает, что здоровье для человека неважно, а важнее интеллект и духовная сфера (25%). При этом лишь 15% опрошенных ведут здоровый образ жизни.

Результаты опроса указывают на то, что здоровье и здоровый образ жизни не находятся в списке приоритетов современной молодежи.

В свою очередь, повышению мотивации молодежи к ведению здорового образа жизни и снижению заболеваемости способствуют развитие системы популяризации физической культуры и спорта и повышение эффективности системы детско-юношеского спорта, отбора и подготовки спортивного резерва [2]. Для этого необходимо обеспечить правовые и организационные механизмы взаимодействия общества и государства, которые в целом реализуются в процессе деятельности органов исполнительной власти различных уровней, включая федеральный, региональный и муниципальный.

На современном этапе деятельность органов исполнительной власти не имеет эффективного взаимодействия с обществом, что обуславливает значимость исследования особенностей их деятельности в области управления сферой физической культуры и спорта, а также разработку предложений по совершенствованию этой деятельности.

В условиях демографических проблем Российской Федерации (достаточно высокого уровня смертности и низкого уровня рождаемости в сравнении с развитыми странами) здоровью молодежи уделяется пристальное внимание. При этом само здоровье молодёжи рассматривается в двух аспектах – физическом и психологическом.

В аспекте физического здоровья особое внимание уделяется физической подготовленности и здоровому образу жизни молодежи. В части психологического здоровья сделан акцент на развитии соответствующих ценностных ориентиров молодежи – стремлении отказаться от вредных привычек, вести здоровый образ жизни и заниматься физическими упражнениями.

На государственном уровне, в частности в «Стратегии развития физической культуры и спорта 2020», указано на ряд проблем в области развития современной молодежи [3]:

1) в Российской Федерации на 2018 г. не менее 60% школьников и студентов имели какие-либо нарушения здоровья (и лишь 14% обучающихся старших классов практически здоровы);

2) свыше 40% допризывной молодежи в 2018 г. не соответствовали требованиям к состоянию здоровья, предъявляемым для прохождения армейской службы;

3) около 85% населения не занимаются регулярно физической культурой или спортом, среди детей, подростков и молодежи соответствующая доля населения в 2018 г. составляла 65%.

По сравнению с СССР, негодными к армейской службе оказывались лишь 15% молодых людей, при этом около 75% школьников и студентов регулярно занимались спортом и физической культурой. Учитывая приведенные статистические данные, можно отметить, что общая тенденция здоровья молодого поколения имеет отрицательный характер.

Исходя из перечисленных проблем, функции системы государственного управления в области укрепления и сохранения здоровья молодежи сводятся к следующим основным положениям [4]: разработке направлений государственной политики в области развития физической культуры и спорта, а также оздоровления населения; реализации направлений государственной политики в области развития физической культуры и спорта, а также оздоровления населения; разработке методов повышения физической активности разных групп населения (школьников, молодежи, взрослых, пожилых); реализации и популяризации физического воспитания и спорта; контролю результатов внедрения мер, методов, мероприятий в систему физического воспитания.

В аспекте психологического здоровья особое внимание уделяется инструментам, которые позволят нивелировать негативное влияние на молодежь западных ценностей, например ориентаций на «свободную жизнь», брачно-семейные отношения без обязательств (регистрации брака), приобретение вредных привычек [5].

Ввиду этого особое значение приобретает исследование общих тенденций в молодежной среде, которые касаются отношения к здоровью в целом, а также тенденций в области сохранения и укрепления здоровья молодежи.

На основании исследования данных социологических опросов и системы здравоохранения и образования, был выявлен ряд негативных тенденций в области уровня здоровья молодого поколения, таких как:

1) «омоложение» наркомании и алкоголизма. В частности, в 1990 г. средний возраст начала употребления спиртных на-

питков составлял 20 лет, в 2010 – 16 лет, в 2015 – 13 лет [6]. Аналогичны данные по началу употребления наркотических (психотропных) веществ: в 2010 г. молодые люди, имеющие соответствующую зависимость, начинали употреблять наркотические или психотропные вещества в возрасте 18–22 лет, в 2015 уже в возрасте 14–16 лет [7];

2) снижение уровня физической подготовленности молодежи, что, в частности, отражено в Стратегии развития физической культуры и спорта до 2020 г.;

3) снижение уровня репродуктивного здоровья молодежи (раннее начало половых отношений, рост числа родов с осложнениями). По статистике, в 1995 г. девушки начинали половую жизнь в 16–17 лет, в 2005 – в 14–15, в 2010 – в 13–14 лет. Современная российская молодёжь начинает сексуальные отношения в среднем в 16–17 лет. При этом всего 7,1 % приобретают первый опыт в браке. Такое отношение молодежи к сексуальному здоровью в дальнейшем негативно скажется на функции деторождения и в том числе обусловит усугубление демографических проблем;

4) снижение доли молодежи, которая придерживается здорового образа жизни (здоровый образ жизни подразумевает отказ от вредных привычек, регулярные занятия физической культурой, сбалансированное питание).

Также в нашем государстве практически отсутствует идеология, которая нацеливала бы молодежь на эффективную трудовую деятельность, на жизнь полноценной, активной жизнью, что провоцирует среди молодежи несколько халатное отношение к своему здоровью.

Крайне негативной тенденцией выступает и распространение ложной и неактуальной информации в интернет-сети. В частности, на сегодняшний день наряду с непроверенной информацией о путях сохранения и укрепления здоровья, в информационном пространстве имеются возможности для потенциальной информационной угрозы психическому и физическому здоровью молодежи [8].

В области управления оздоровлением молодежи в ходе исследования выявлены следующие социальные тенденции: молодежь возлагает ответственность за здоровый образ жизни на государство; органы власти и местного самоуправления не стремятся привносить новое в процесс управления оздоровлением населения.

Первая социальная тенденция выявлена на основе социологического опроса молодых людей, в ходе которого выясняли препятствия в организации здорового образа жизни (рис. 1). Анализ результатов показал, что молодые люди склонны обвинять государство в том, что для них не созданы условия для здорового образа жизни в контексте спорта (40 %) и правильного питания (30 %), лишь 5 % опрошенных указывают, что препятствием к организации здорового образа жизни является их собственная неорганизованность. Также 5 % обвиняют в отсутствии мотивации к здоровому образу жизни своих родителей, а 20 % ожидают внешней мотивации.

При этом полученная тенденция (возложение ответственности за свой образ жизни на государство) пересекается с выявленными данными, когда органы власти не стремятся проявить инициативу в области организации спорта.

Рис. 1. Результаты опроса молодежи об организации ими здорового образа жизни

Рис. 2. Распределение ответов о предпринятых мерах для организации и развития молодежного спорта должностных лиц органов власти и местного самоуправления

Вышеизложенное подтверждается результатами опроса (рис. 2) должностных лиц органов власти и местного самоуправления на предмет того, какие меры они предпринимают для организации здорового образа жизни молодежи (опрошено 32 человека, в полномочия которых входит организация спорта).

Было выявлено, что органы власти не стремятся отступать от утвержденных программ развития спорта на подведомственной территории (60%), еще 10% опрошенных хотели бы, но не имеют финансирования, 10% не стремятся проявить инициативу, а 20% считают, что граждане сами должны организовывать спорт.

Также существуют и более частные методы оценки отношения молодежи к своему здоровью (например, специализированные методы оценки психологического здоровья).

Сложность оценки тенденций в области здоровья молодежи сегодня состоит в том, что сама по себе категория «здоровье» и здоровье молодежи, как объект управления, носит интегративный характер, в частности психологическое здоровье молодежи тесно взаимосвязано с физическим, и эта связь достаточно тесная. Это обуславливает разнообразие направлений и трендов в области укрепления и сохранения здоровья молодежи.

В целом тенденции управления в области поддержания и сохранения здоровья молодежи можно условно классифицировать на те, которые направлены на поддержку физического здоровья, и те, которые направлены на поддержку психологического здоровья молодежи.

В области сохранения и укрепления физического здоровья молодежи, это такие направления деятельности, как принятие государственных (федеральных, региональных, муниципальных) программ развития здорового образа жизни и физической культуры; установление нормативных требований к уровню физической подготовленности (например, нормы ГТО); внедрение специализированных технологий, например здоровьесберегающих технологий в школах и вузах.

Следует подчеркнуть, что на современном этапе роль государственных организаций и учреждений (в частности, различных спортивных школ, образовательных организаций) достаточно велика в части сохранения и укрепления здоровья молодежи в силу выполнения ими следующих функций: воспитание ценностей здорового образа жизни у подрастающего поколения (школы); создание материально-технических условий для занятия физической культурой и спортом детям и подросткам; привлечение бюджетных средств на оздоровительные и физкультурные мероприятия (распорядителями которых являются местные администрации – исполнительные органы власти и, в частности, их структурные подразделения – отделы спорта); организация таких мероприятий; реализация программ физического воспитания школьников.

На данный момент развития государственного муниципального управления серьезной проблемой является отсутствие налаженного взаимодействия в части сохранения и укрепления здоровья молодежи на муниципальном уровне, в первую очередь взаимодействия в формате «муниципальное образование – общественные и государственные организации».

Следует отметить, что многие муниципальные образования имеют утвержденные на определенный срок программы развития физической культуры и спорта, программы пропаганды здорового образа жизни на подведомственной территории. В то же время в рамках соответствующих муниципальных программ процесс взаимодействия с общественными и государственными организациями отражен в достаточно общем виде, например «оказание поддержки спортивным объединениям на территории муниципального образования», «содействие в развитии физической культуры и спорта гражданам и организациям» и др. Однако не указываются ни плановые показатели, ни критерии оценки эффективности такого взаимодействия или содействия.

Это указывает на низкий уровень организации взаимодействия между субъектами развития сферы физической культуры и спорта, особенно ощутимый на муниципальном уровне.

Сам процесс взаимодействия в значительной степени формализован, что также затрудняет процесс организации взаимодействия субъектов регулирования физической культуры и спорта и особенно – вовлечения в этот процесс учреждений и организаций.

В связи с тем, что сохранение и укрепление здоровья молодежи является достаточно многоаспектной проблемой общества, сегодня актуальна тенденция формирования таких управленческих, социальных психологических, организационных механизмов, которые позволяют комплексно сохранять и укреплять здоровье молодежи.

Например, сегодня актуальной тенденцией является развитие технологий в области сохранения репродуктивного здоровья молодежи, которое детерминировано как психологическими факторами (сформированными у молодежи семейными ценностями, отказом от случайных сексуальных связей), так и физическими – уровнем физической активности, отказом от вредных привычек.

Особую роль в сохранении и укреплении здоровья молодежи сегодня играют также и здоровьесберегающие технологии, которые используются в образовательных организациях и призваны нивелировать действие негативных факторов (малоподвижного образа жизни, высокой загруженности) на здоровье школьников и студентов.

Отдельно следует отметить внедрение и популяризацию норм ГТО, которые призваны повысить общий уровень физической подготовленности населения, в том числе молодежи.

Следует отметить, что разработка норм ГТО сегодня является достаточно важным направлением в области сохранения и укрепления здоровья молодежи, ввиду того, что вовлекает широкие массы населения, и молодежь в первую очередь, в регулярные занятия физической культурой, что способствует сохранению и укреплению здоровья молодежи.

Заключение

Современная молодежь характеризуется низким уровнем здоровья – физического и психического, при этом отмечается негативная тенденция, которая сводится к тяготению со стороны молодежи к нездоровому образу жизни (низкая физическая активность, вредные привычки).

На уровне государства актуальной тенденцией в области сохранения и укрепления здоровья молодежи является развитие и реализация соответствующих государственных программ – на федеральном, региональном, муниципальном уровнях. Основными субъектами, которые реализуют программы, являются образовательные и спортивные организации, при этом их связь с органами власти не позволяет обеспечить полноценную координацию управления и действий.

На современном этапе отсутствует единая система мониторинга уровня здоровья молодежи, однако проводятся регулярные исследования, оценивающие здоровье молодежи на основе того или иного показателя.

Список литературы

1. Баранов А.А., Намазова-Баранова Л.С., Ильин А.Г. Сохранение и укрепление здоровья подростков – залог стабильного развития общества и государства (состояние проблемы) // Вестник РАМН. 2014. № 5–6. С. 65–70.

2. Смирнова И.А., Ожиганова М.В., Захарова А.В., Межнина Т.О. Подготовка студентов к сдаче норм комплекса «Готов к труду и обороне» в техническом вузе // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 12–1. С. 215–219.

3. Алексеева А.П. Стратегия развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2020 года: достоинства и недостатки // Общество и право. 2012. № 3 (40). С. 271–273.

4. Еремин Р.В. Проблемы формирования, укрепления и сохранения здоровья учащейся молодежи средствами физической подготовки, туризма и спорта // Наука-2020. 2016. № 2 (8). С. 180–184.

5. Перепеченая О.И., Плотникова Г.Г. Влияние западных стереотипов на формирование нравственных ценностей у молодёжи // Актуальные вопросы в науке и практике: материалы V Международной научно-практической конференции (г. Самара, 01 февраля 2018 г.). Уфа: ООО «Дендра», 2018. С. 254–258.

6. Фомина Н.А., Орлов В.Б. Исследование алкогольных установок у современных подростков // Прикладная юридическая психология. 2018. № 1 (42). С. 32–40.

7. Пантюхина Г.А. Наркомания в России в конце XX – начале XXI в.: причины возникновения и распространения // Историческая и социально-образовательная мысль. 2017. № 4–2. С. 66–74.

8. Samohvalova O., Mordkovich O., Yumayev Y., Galtseva O. Research of Influence of Internet Addiction on the Concentration of Attention of Young People. Advances in Economics, Business and Management Research, 2019. Vol. 47. P. 2352–5428.

УДК 372.853

РОЛЬ МОДЕЛЕЙ В ФИЗИКЕ

Монастырский Л.М.

ФГБОУ ВО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, e-mail: physdekan@sfedu.ru

В статье рассматриваются модели в курсе физики, поскольку физика не может точно описать с помощью законов ни один реальный физический процесс. На реальные процессы оказывает влияние огромное количество внешних факторов, подчиняющихся законам теории вероятностей. Что же может дать физика в этом случае? Выход из этой ситуации связан с моделями в физике. Причем здесь идет речь о понятии модели не в смысле уменьшенной копии, а в смысле некоторых упрощений, которые могут построить теорию и точно рассчитать её параметры. Это вынуждает физиков использовать некоторые упрощения (модели), которые можно описать на языке законов физики. Затем результаты эксперимента, построенного на этой теории (приближении), сравниваются с результатами теоретического расчета и в случае их совпадения с учетом погрешности эксперимента говорят о том, что теория верна. Если результаты не совпадают, то строят новую теорию и повторяют процесс сравнения. Именно так и развивается физика с момента её зарождения как науки. Развитие понятия модели показано на примере изменения взглядов на строение атома, начиная от неделимого элемента вещества до современных представлений на языке квантовой физики, и структуры электромагнитного излучения, начиная с волновой теории и заканчивая дуализмом излучения и вещества.

Ключевые слова: модель в физике, физический процесс, теория вероятностей, погрешность эксперимента, классическая механика, квантовая механика

ROLE OF MODELS IN PHYSICS

Monastyrskiy L.M.

South Federal University, Rostov-on-Don, e-mail: physdekan@sfedu.ru

The article discusses models in the course of physics, since physics can not accurately describe using laws any real physical process. The real processes are influenced by a huge number of external factors that obey the laws of probability theory. What can physics give in this case? The way out of this situation is connected with models in physics. Moreover, here we are talking about the concept of a model not in the sense of a reduced copy, but in the sense of some simplifications that can build a theory and accurately calculate its parameters. This forces physicists to use some simplifications (models) that can be described in the language of the laws of physics. Then, the results of an experiment built on this theory (approximation) are compared with the results of a theoretical calculation and, if they coincide, taking into account the error of the experiment, they say that the theory is correct. If the results do not match, then build a new theory and repeat the comparison process. That is how physics has been developing since its inception, as a science. The development of the concept of the model is shown by changing the views on the structure of the atom, starting from the indivisible element of matter, to the modern representation in the language of quantum physics, and the structure of electromagnetic radiation from the wave theory to the dualism of radiation and matter.

Keywords: model in physics, physical process, probability theory, experimental error, classical mechanics, quantum mechanics

Как известно, физика не может точно описать с помощью законов ни один реальный физический процесс. Здесь ключевое слово – точно. Это связано, прежде всего, с тем, что на реальные процессы оказывает влияние громадное количество внешних факторов, большинство из которых носит вероятностный характер и не поддается точному описанию. Что касается экспериментов, то они выполняются с той или иной погрешностью и говорить о точном совпадении с теорией не приходится. Например, в задаче говорится о равномерном прямолинейном движении, но такой процесс реально происходить не может и зафиксировать его мы не можем, так как с помощью любого эксперимента получается результат с той или иной погрешностью. Возникает вопрос, а зачем нужна физика? Что она может нам дать? При изучении физики в школе и в высших учебных заведениях преподаватели, как правило, мало внимания уделяют (или совсем не уделяют) методологическим проблемам, связанным с необходимостью введения той или иной модели в различных разделах курса. Преподавание физики служит, прежде всего, базой для формирования *научного* мировоззрения. Одной из функций обучения является воспитывающая функция, которая представляет собой неотъемлемый компонент комплексного подхода к обучению. Воспитывающий характер обучения – это выявление закономерностей, проявляющихся в любые эпохи развития человеческого общества.

Целью данной статьи является попытка показать, как в ходе исторического развития взглядов на строение окружающего нас мира изменялось мировоззрение ученых, каким образом формируются новые взгляды на строение окружающего нас мира, что позволяет находить применение новым теориям, развивать новые прогрессивные технологии и достигать существенного прогресса

в производстве. Это, прежде всего, связано с моделями в физике. Причем здесь идет речь о понятии модели не в смысле уменьшенной копии (кукла, машинка и т.п.), а в смысле некоторых упрощений, которые могут построить теорию и точно рассчитать её параметры [1, с. 14–15]. Затем результаты эксперимента, построенного на этой теории (приближении), сравниваются с результатами теоретического расчета и, в случае их совпадения с учетом погрешности эксперимента, говорят о том, что теория верна. Если результаты не совпадают, то строят новую теорию и повторяют процесс сравнения. Именно так и развивается физика с момента её зарождения как науки.

Материалы и методы исследования

Преподавание основ любой науки и, в частности, физики предусматривает формирование у школьников системы основополагающих понятий данной науки, вооружение учащихся знанием ее основных, фундаментальных законов и теорий, а также методов научного познания. Они играют важную роль в развитии мышления, формировании научного мировоззрения учащихся. В результате учащиеся постепенно приближаются к более полному овладению содержанием понятий, описывающих явления, их взаимосвязи. Как и в процессе научного познания, в процессе формирования знаний о физических понятиях, величинах происходит постепенное уточнение, углубление, расширение и развитие этих знаний. Это развитие носит диалектический характер.

Для решения задачи, поставленной в данной работе, использовался метод анализа соответствующей литературы, что позволило проследить различные этапы развития взглядов на строение мира, способы решения выхода из тех противоречий, которые возникали между новыми экспериментами и существующими теориями. В качестве метода исследования использовался теоретический анализ тех противоречий между новыми экспериментами и существующими теориями и способами решения этих противоречий.

Итак, эксперимент являлся источником новых идей в течение долгого времени. Особенно четко это можно продемонстрировать на основе экспериментов конца XIX – начала XX в. К концу XIX в. сформировалась классическая физика, в основе которой лежали законы Ньютона, в качестве источника электромагнитной волны представляли ускоренно движущийся заряд, который непрерывно излучает энергию, а свет имеет волновую природу. Атом являлся неделимой частицей, «кирпичиком» вещества. Рассмотрим, прежде всего, историю исследования теплового (черного) излучения. Известный английский ученый Уильям Томсон (Лорд Кельвин) сказал одному из своих учеников, что физикой больше заниматься не стоит. Она уже исчерпала свои возможности. Но существуют две проблемы, которые остались нерешенными: излучение абсолютно черного тела и строение атома [2, с. 9–10]. Существующие к тому времени теории излучения абсолютно черного тела не смогли описать результаты эксперимента. Макс Планк получил теоретически формулу, которая точно описывала результаты эксперимента, но при этом ему пришлось сделать совершенно невероятное для того времени предположение о том, что энергия черного излучения распределяется дискретными порциями (квантами).

Выяснились и другие несоответствия между существующей классической физикой и результатами последних экспериментов. К тому времени уже были известны эксперименты по исследованию фотоэффекта. Как оказалось, законы фотоэффекта не могли быть интерпретированы в рамках классической физики. Вот здесь и появилась новая модель света. Устранить это несоответствие удалось А. Эйнштейну, которому для этого пришлось распространить идеи дискретности излучения не только на черное тело, но и на весь спектр электромагнитного излучения. Он ввел понятие энергии кванта в виде порции $\varepsilon = h\nu$. Экспериментально существование фотонов было доказано в опытах А. Комптона по исследованию рассеяния рентгеновских лучей в веществе. Открытие А. Эйнштейном квантовой природы света привело в дальнейшем к открытию дуализма (двойственности) света, как одновременно обладающего корпускулярными и волновыми свойствами.

Следующая модель строения вещества появилась в результате развития взглядов на строение атома. До конца XIX в. ученые предполагали, что атом невозможно разделить на составные части. И только после того, как Джозеф Томсон в 1897 г. открыл электрон – стало понятно, что ученые ошибались. Сначала появилась модель, в которой Дж. Томсон высказал гипотезу о том, что внутри атома находится положительно заряженное ядро. Вокруг ядра находятся равномерно распределенные электроны, и поэтому данная модель была названа «пудинг с изюмом». Согласно этой модели электроны в атоме располагаются подобно изюминкам в пудинге. Модель атома Томсона имела один основной недостаток. Она не могла объяснить дискретный характер излучения атома.

В 1906–1909 гг. Г. Гейгером, Э. Мардсеном и Э. Резерфордом были проведены опыты, в ходе которых альфа-частицы подвергались рассеиванию на поверхности золотой фольги. На основании результатов этих опытов Э. Резерфорд предложил другую модель строения атома. В модели Томсона электроны распределены в атоме равномерно, а в теории Резерфорда – вращаются в концентрических плоскостях. Отличительным фактором в опыте Резерфорда было использование именно альфа-частиц вместо электронов. Эта модель была названа «планетарной» за свое сходство с моделью Солнечной системы.

Однако, несмотря на все достоинства, на тот момент теория Резерфорда содержала в себе одно важное противоречие. По законам классической электродинамики, электрон, вращавшийся вокруг ядра, должен был непрерывно излучать энергию. Из-за этого радиус орбиты, по которой двигается электрон, должен был непрерывно уменьшаться и упасть на ядро. Согласно этим представлениям, время жизни атома должно быть ничтожно малым.

Следующей моделью строения атома явилась модель атома Нильса Бора. Согласно его модели, электрон в атоме не подчиняется стандартным физическим законам. Именно Бор был тем ученым, который ввел в науку понятие о соотношении между радиусом орбиты электрона и его скоростью. В процессе создания своей теории Бор взял за основу модель Резерфорда, однако подверг ее значительной доработке.

Однако процесс изучения строения атома на этом не остановился, но дальнейшее её усовершенствование связано с квантовой механикой.

Обратимся теперь непосредственно к моделям в разных разделах физики, начнем с механики. Основной моделью механики является модель материальной точки, как тела, размерами которого в данной задаче можно пренебречь. Это позволяет при решении задач на динамику считать, что все силы, действующие на тело, прикладываются в центре тяжести тела независимо от того, где они реально приложены.

Причиной появления сил является взаимодействие этого тела с другими телами, т.е. силы всегда появляются попарно. С другой стороны, сила, действующая на тело, является причиной его ускорения. Рассмотрим тело, лежащее неподвижно на наклонной плоскости. Это тело участвует в двух взаимодействиях – с Землей и наклонной плоскостью. Следовательно, на него действуют две силы: сила $\vec{F}_т$ – сила тяжести и $\vec{R}$ – сила взаимодействия с плоскостью. Это реальные силы, и никаких других сил нет (рис. 1).

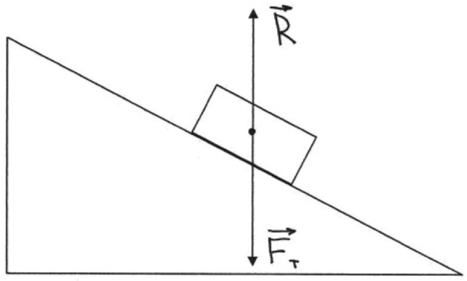


Рис. 1. Реальные силы, действующие на тело

Поскольку тело покоится на наклонной плоскости, то по I закону Ньютона эти две силы скомпенсированы, и рисунок именно так и выглядит. А где же силы трения? Далее должна появиться модель происхождения этих двух сил. Сила тяжести $\vec{F}_т$ непосредственно является проявлением гравитационного взаимодействия Земли и тела, а сила взаимодействия тела и наклонной плоскости $\vec{R}$ по происхождению является проявлением электромагнитного взаимодействия. Это взаимодействие можно условно представить в виде суммы двух взаимодействий (по происхождению электромагнитных). Одно из этих взаимодействий приводит к появлению так называемой силы реакции опоры $\vec{N}$, а другое приводит к появлению силы трения $\vec{F}_{тр}$ (в данном случае силы трения покоя) [3, с. 10–11]. Эти силы указаны на рис. 2.

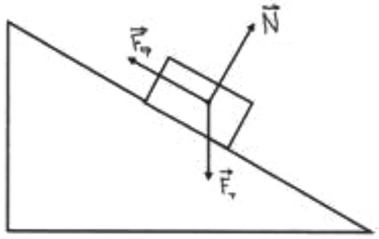


Рис. 2. Силы, действующие на тело в рамках модели

Здесь выполняется векторное равенство:

$$\vec{R} = \vec{N} + \vec{F}_{TP}.$$

В разделе статика используется уже другая модель тела – абсолютно твердое тело. Здесь силы рисуются в том месте, где они приложены, поскольку при расчетах используется понятие момента сил (рис. 3).

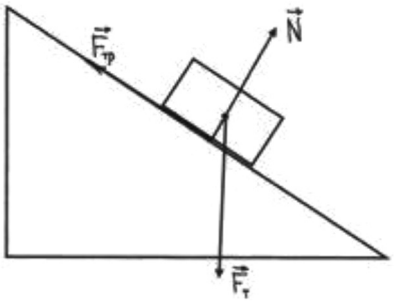


Рис. 3. Реальные точки приложения сил

Достаточно интересна роль моделей в молекулярной физике. Здесь сразу же возникают проблемы при попытках описать состояние газа, используя координаты и скорости каждой частицы (молекулы). Дело в том, что внутри вещества находится огромное количество молекул (атомов) и, следовательно, нужна некоторая модель для описания состояния такого количества частиц. Основная модель в молекулярной физике – это идеальный газ, в котором пренебрегают размерами молекул и силами взаимодействия между ними. Но остается ещё одна проблема. Все молекулы движутся с различными скоростями, распределенными в достаточно большом интервале. На первом этапе эта проблема решается путем введения некоторой среднеквадратичной скорости, с которой движутся все молекулы газа. Это сразу же позволяет записать основное уравнение МКТ идеального газа в виде

$$P = \frac{1}{3} n \cdot m \cdot \overline{V^2}$$

здесь $\overline{V^2}$ – средний квадрат скорости.

Другой подход к решению этой проблемы состоит в использования некоторых параметров P, V и T для описания состояния идеального газа. В этом подходе можно записать уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона – Менделеева):

$$PV = \nu RT.$$

В этой модели нас не интересует внутреннее строение вещества, поскольку состояние системы описывается, с одной стороны, с помощью коллективных параметров, но, с другой стороны, зависящих от внутреннего строения. При этом можно рассматривать процессы, т.е. переход газа из одного состояния в другое, с достаточной степенью точности.

Дальнейшее приближение к реальному газу связано со специальной математикой – теорией вероятностей. В этом случае возникает возможность описывать на языке вероятностей распределение молекул по скоростям (распределение Максвелла) [4, с. 45–46].

В электродинамике основной моделью является электрон, как далее неделимая частица с присущими её свойствами (зарядом и спином). Эта модель остается неизменной на протяжении всего курса электромагнетизма [5, с. 9].

Представляет достаточный интерес развитие взглядов на строение света. В древности считалось, что свет состоит из частиц, которые испускают све-

тящиеся объекты и сам глаз. Из реальных фактов было известно, что свет распространяется по прямой линии, и угол падения на зеркальный объект равен углу отражения. Кроме того, было известно явление преломления света при его прохождении через прозрачные объекты. Первые опыты по выявлению природы света были проделаны И. Ньютоном в 1666 г. Он пропускал свет от отверстия в шторе через стеклянную призму и наблюдал на стене цветные полоски. На основании этого опыта Ньютон предложил модель света, в которой предполагалось, что свет состоит из семи составных цветов, распространяющихся прямолинейно в виде небольших частиц (корпускул). В этой модели можно было объяснить законы прямолинейного распространения и отражения света. С другой стороны, Ньютон уже интуитивно предполагал и другую модель света. Он пытался распространение света сопоставить с распространением звуковых волн. В его рассуждениях была попытка объяснить прохождение звука от колокола на колокольне, стоящей за горой, волновой моделью звука.

Одной из первых моделей, связанных со светом, было представление о переносе света посредством некоторой среды – эфира. Однако представление об эфире потерпело сокрушительное поражение в результате опыта Майкельсона – Морли, проведенного в 1887 г. До этого момента времени считалось, что эфир находится в состоянии покоя, и в нем движутся все планеты. Для проведения этого эксперимента Майкельсон изобрел специальный прибор – интерферометр, который позволял измерить разность хода двух когерентных пучков света и, на основании интерференции, уловить разность их хода с течением времени прохождения некоторых расстояний. Однако эксперимент дал отрицательный результат, который не подтвердил существование абсолютного движения относительно неподвижного эфира. Оказалось, что либо Земля увлекает за собой эфир, либо вообще никакого эфира не существует. Классическая физика была не в состоянии объяснить этот результат. К концу XIX в. накопились и другие факторы, которые не подчинялись классической физике. К этому времени уже полностью сформировалась классическая электродинамика усилиями Максвелла. В своих работах Максвелл доказал, что скорость распространения электромагнитных волн в вакууме не зависит от скоростей движения источника и приемника и равна скорости света. Уравнения Максвелла оказались неинвариантными относительно преобразований Галилея, что противоречило классической физике. А. Эйнштейн, руководствуясь работами Г. Лоренца и А. Пуанкаре, разработал новую теорию (модель) – специальную теорию относительности (СТО). Оказалось, что при движении со скоростями, близкими к скорости света, отклонения от законов механики Ньютона становятся все более существенными. При этом второй закон Ньютона должен быть преобразован в соответствии с принципами СТО, а также импульс и кинетическая энергия тела стали иметь сложную зависимость от скорости. Специальная теория относительности нашла многочисленные подтверждения в ряде опытов и используется в соответствующих случаях [6, с. 120–123].

Однако вклад А. Эйнштейна в модели, описывающие строение окружающего нас мира, на этом не закончился. В 1916 г. А. Эйнштейн разработал новую геометрию теории – общую теорию относительности (ОТО), в которой постулируется принцип равенства инертной и гравитационной массы. Из этого постулата следует, что гравитационное взаимодействие связано не с силовым взаимодействием тел и полей, как в классической механике, а с деформацией самого пространства-времени. ОТО в настоящее время является успешной моделью, которая хорошо подтверждена экспериментами и успешно используется.

Основные модели истоков квантовой физики уже описаны выше, а модели для описания поведения микрочастиц связаны опять с теорией вероятности. Основным понятием является дуализм вещества, т.е. корпускулярные и волновые свойства электрона, как частицы вещества.

Рассмотрим следующий опыт по аналогии с опытом Френеля для света. Для получения результата Френель использовал световые волны от одного источника, которые проходили сквозь небольшие отверстия, и на экране наблюдалась интерференционная картина в виде главного максимума посредине и ряда чередующихся минимумов и максимумов слева и справа. Проделаем аналогичный, но мысленный опыт и вместо источника света используем источник электронов (например, нагретую металлическую нить). При этом в качестве экрана будем использовать детектор электронов, который может перемещаться вдоль линии перпендикулярной движению электронного пучка. В результате детектор зафиксирует картину, аналогичную картине на экране в опыте со светом. Оказалось, что электроны ведут себя в точности подобно свету. Квантовое поведение микрочастиц (электронов, протонов, нейтронов) совершенно одинаково. В начале XX в. накопилось огромное количество информации о поведении таких частиц, которое не укладывалось в рамки классической физики. В 1926–1927 гг. их поведение было объяснено на основе работ Шредингера, Гейзенберга, Борна. Однако оказалось, что такое поведение микрочастиц, описанное в этих работах, нельзя объяснить на основе механических моделей. Дело в том, что человеческий мозг может мыслить только механическими образами, а квантово-механическое описание ему недоступно. Многие ученые очень долго не воспринимали идеи квантовой механики на основе теории вероятностей. А. Эйнштейн писал в 1926 г. датскому физику Нильсу Бору: «Квантовая механика действительно впечатляет. Но внутренний голос говорит мне, что это ещё не идеал. Эта теория говорит о многом, но всё же не приближает нас к разгадке тайны Всевышнего. По крайней мере, я уверен, что Бог не бросает кости». Когда была открыта квантовая механика, многие физики говорили: «Что же хорошего в ней, вашей теории?». Гейзенберг отвечал: «Я не обязан отвечать на такие вопросы, ибо вы не можете задавать их экспериментально» [7, с. 233].

Результаты исследования и их обсуждение

В работе показано, как в ходе исторического развития взглядов на окружающий нас мир менялись модели строения этого мира от первых наивных представлений до современных, которые не укладываются в рамки механических представлений в силу особенностей человеческого мышления. Причем на протяжении многих веков эксперимент предшествовал теории.

И именно расхождение результатов теоретических расчетов с результатами эксперимента заставляло физиков выдвигать новые, часто, на первый взгляд, фантастические теории. В последние несколько десятилетий первенство эксперимента в познании окружающего мира несколько изменилось. Теории стали предсказывать необходимость постановки новых экспериментов, часто достаточно дорогостоящих, которые не могли осуществляться в рамках одного государства. Это привело к созданию коллективных лабораторий, в которых совместными усилиями ученых разных стран выполняются уникальные исследования.

Выводы

Анализ результатов исследования позволил сформулировать методические рекомендации по изучению курса физики, которые заключаются в необходимости обращать внимание обучающихся на методику формирования новых физических представлений и понятий в курсе физики. Прежде всего, это связано с формированием моделей в физике. На протяжении всей истории развития взглядов на окружающий нас мир, модели строения окружающего нас мира претерпевали существенное изменение, чтобы привести в соответствие теоретический расчет и эксперимент. В последние годы роль эксперимента сводится в основном к проверке результатов теоретических расчетов, которые позволяют получать новые сведения о строении вещества. Данные методические рекомендации использовались при преподавании курса физики в некоторых школах г. Ростова-на-Дону и на физическом факультете Южного федерального университета.

Список литературы

1. Суриков В.В. Естествознание: физика: учеб. пособие для СПО. М.: Издательство Юрайт, 2019. 143 с.

2. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы: учебное пособие. 6-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. 319 с.

3. Черняк В.Г. Избранные главы физики: учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. 283 с.

4. Иродов И.Е. Физика макросистем. Основные законы: учебное пособие. 6-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. 210 с.

5. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы. 9-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. 319 с.

6. Сацункевич И.С. Экспериментальные корни специальной теории относительности. 2-е изд. М.: УРСС, 2003. 176 с.

7. Фейнман Р.Ф. Фейнмановские лекции по физике. Т. II (3–4). Излучение. Волны. Кванты. М.: «Издательство АСТ», 2013. 236 с.

УДК 371.21

ФОРМИРОВАНИЕ ГЕНДЕРНОЙ КУЛЬТУРЫ УЧАЩИХСЯ ОСНОВНОЙ СЕЛЬСКОЙ МАЛОКОМПЛЕКТНОЙ ШКОЛЫ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГИИ

Наумова Т.А., Причинин А.Е., Титов А.В.

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», Ижевск, e-mail: nta64@yandex.ru, aleksej-prichinin@yandex.ru, titov@udm.ru

В статье представлена педагогическая технология, позволяющая сформировать гендерную культуру учащихся в условиях обучения в малокомплектной сельской школе. Опираясь на разработанную нами педагогическую технологию, основанную на проектно-исследовательском и активных методах обучения, была модернизирована программа обучения и разработано авторское электронное средство в виде веб-сайта. Инструментарием оценки сформированности гендерной культуры послужила методика Сандры Бем «Маскулинность – феминность». Полученные в ходе эксперимента результаты продемонстрировали изменение показателя андрогинность. Если перед педагогическим экспериментом трое учащихся продемонстрировали низкий показатель, а двое – средний, то после эксперимента трое – средний, двое – высокий. Достоверность результатов была подтверждена методом математической статистики (G – критерия знаков). Метод математической статистики подтвердил состоятельность и эффективность разработанной нами педагогической технологии. Изменились и личностные качества учащихся – ребята стали более самостоятельны, начали более ответственно относиться к своей работе над проектами, проявили интерес к предпринимательству. Кроме того, учителем, в классе которого проводился эксперимент, было отмечено, что учащиеся стали более творчески относиться к выполняемому ими заданию. Все это свидетельствует о том, что разработанная педагогическая технология эффективна и может быть использована в учебном процессе малокомплектной школы.

Ключевые слова: учебный процесс, малокомплектная сельская школа, технология, гендерная культура, педагогическая технология

FORMATION OF GENDER CULTURE OF STUDENTS OF THE MAIN RURAL SMALL SCHOOL AT TECHNOLOGY LESSONS

Naumova T.A., Prichinin A.E., Titov A.V.

Udmurt State University, Izhevsk, e-mail: nta64@yandex.ru, aleksej-prichinin@yandex.ru, titov@udm.ru

The article presents a pedagogical technology that allows to form a gender culture of students in the conditions of training in a small rural school. Based on the pedagogical technology developed by us, based on design and research and active teaching methods, the training program was modernized and the author's electronic tool in the form of a web site was developed. The methodology of Sandra Boehm «Masculinity-femininity»served as a tool for assessing the formation of gender culture. The results obtained during the experiment demonstrated a change in the androgenicity index. If before the pedagogical experiment, three students demonstrated a low indicator, and two – an average, then after the experiment, three – an average, two – a high one. The reliability of the results was confirmed by the method of mathematical statistics (g-criterion of signs). The method of mathematical statistics confirmed the validity and effectiveness of the pedagogical technology developed by us. The students ' personal qualities have also changed – they have become more independent, have begun to take a more responsible attitude to their work on projects, and have shown an interest in entrepreneurship. In addition, the teacher in whose class the experiment was conducted noted that students became more creative about the task they performed. All this indicates that the developed pedagogical technology is effective and can be used in the educational process of a small school.

Keywords: educational process, small rural school, technology, gender culture, pedagogical technology

Важной задачей современности была и будет социализация детей в современном обществе. Ведь именно социализация позволяет личности сформироваться.

Гендерная культура учащихся, гендерное воспитание закладывает основу их взрослой жизни, существования в обществе. Дети существуют в непростых условиях современного общества, принимая и усваивая в нем социальные роли и гендерную культуру [1].

Основной Закон Российской Федерации гласит: «Государство гарантирует равенство прав и свобод человека и гражданина независимо от пола, расы, национальности… мужчина и женщина имеют равные права и свободы и равные возможности для их реализации».

Представление собственного пола ребенка формируется в раннем детстве, затем в процессе взросления и взаимодействия с окружающими происходит дальнейшее развитие этого представления. То есть основы гендерной культуры человека закладываются начиная с раннего детства.

Индивидуальное позитивное развитие у подростков таких черт, как андрогинность, мускулинность, феминность, связано с развитием гендерной культуры. А это, в свою очередь, поможет учащемуся решить свои проблемы, связанные с гендерной самореализацией и идентификацией [2]. Таким об-

разом, необходимость развития гендерной культуры у учащихся становится вполне очевидной и актуальной [3].

В исследовании нас интересует именно андрогенный тип, так как он не типизируется жестко, социально активен, способен справиться с жизненными трудностями, а также гармонично объединяет и феминные, и маскулинные качества.

Сегодня подростки живут в жестких условиях массовой культуры, которая негативно влияет на них. Потребительское отношение друг к другу и своим родителям, нежелание принимать на себя семейные обязанности (если родители разделяют эти обязанности между детьми), завистливое отношение к другому, более успешному подростку (несмотря на то, что он успешность не получил просто так, а в процессе собственной трудовой деятельности). Последнее время среди подростков наблюдается презрительное отношение к человеку труда вообще («от работы кони дохнут», «пусть работают дураки» и т.п.). Это приводит к тому, что по окончании обучения они не хотят трудиться, «оседают» на плечах своих родителей. Но зависть к успешному ровеснику остается, отсюда появление внутриличностных конфликтов, рост преступности. Поэтому гендерное воспитание через формирование гендерной культуры поможет решить множество проблем современного общества. В сельской местности эта тенденция выражена не так ярко – удаленность от городских соблазнов, семейные традиции с разделением обязанностей и работ по дому, возможность жить натуральным хозяйством – делает детей, выросших на селе, более социально зрелыми. Но и там не все так просто – неполные семьи. Большое количество разводов, алкоголизация, смертность среди мужского сельского населения вносит свою печальную лепту в представление о роли мужчины и женщины в традиционной сельской семье. Образ матери, выполняющей обязанности за мужа (пьющего или отсутствующего), ее тяжкий труд пугает детей. Подросток стремится спрятаться от трудностей жизни, принимая роль ребенка. Девочки боятся превратиться в единственную и основную опору семьи, мальчики, наблюдая за «отдыхающим» отцом, примеряют этот образ на себя.

В настоящее время многие педагоги и психологи рассматривают различные методы и подходы к формированию гендерной культуры учащихся.

Рассмотрим подход Н.Ю. Ерофеевой [4], которая предлагает следующие формы и методы обучения мальчиков и девочек:

1. Изменение всей структуры обучения.

1–4 класс – совместное обучение, мальчики в этом возрасте отстают в развитии от девочек, но они учатся общаться, выражать свои мысли, развивать коммуникативные навыки.

5–9 класс – раздельное обучение, так как это период взросления, организм мальчиков и девочек испытывает сильный гормональный всплеск и вследствие этого эмоциональный стресс. Раздельное обучение помогает мальчикам стать более открытыми, а девочкам – решительными. На уроках учащиеся становятся более дисциплинированными, внимательными, лучше концентрируются. Когда дети учатся раздельно, велика опасность поддаться желанию дифференцировать: что должны изучать девочки, а что – мальчики. Однако, в классах с малой наполняемостью 5–10 человек раздельное обучение невозможно [5].

10–11 класс – совместное обучение, в это время общение юношей и девушек позволяет им лучше понять друг друга, общаться и учиться более продуктивно.

1. Модульное расписание занятий. На успешность занятий оказывает влияние число учителей, работающих в классе в течение школьного дня. Учитель, работающий с одним классом в течение целого дня, имеет меньше проблем с дисциплиной, а учащиеся лучше концентрируются на учебном предмете. Хотя при этом сохраняется вероятность утомления школьников от излишней перегруженности одним предметом.

2. Наличие в расписании большой перемены. Во время большой перемены девочки общаются, строят сложную систему взаимоотношений, мальчики высвобождают накопившуюся на уроках энергию, тем самым регулируют свое поведение.

3. Использование групповой работы. Чем больше заданий выполняют учащиеся в группе, тем более разнообразным будет опыт обучения человека. Это равноценно и для мальчиков и для девочек. Деятельность в группе должна проходить по строго установленным правилам. Мальчики в группах чаще конкурируют, им нужен лидер, девочки сотрудничают.

4. Проектная деятельность. Работа над проектом – это реализация решения какой-либо проблемы. Необходимо, чтобы решаемые проблемы были интересны мальчикам, тогда они активно включаются в работу, предлагают способы решения проблем, корректируют при необходимости ход работы. Девочки последовательно и тщательно движутся в направлении запланированного результата. Совместные действия учащихся позволяют воплотить проект в жизнь.

Анализируя опыт работы учителей технологии, можно сказать, что для формирования гендерной культуры учащихся эффективно использовать совместную проектно-исследовательскую деятельность [6]. В результате реализации проектной деятельности учащиеся получают перечисленные далее навыки: навыки самостоятельности в получении знаний, умение ими пользоваться при решении новых практических задач; умение работать в группе, принимая на себя разные социальные роли (руководителя группы, исполнителя, посредника и т.д.); коммуникативные навыки, умение спорить и отстаивать свою точку зрения, навыки межкультурного взаимодействия. Пользоваться информационно-поисковыми методами: собирать и обрабатывать необходимую информацию, анализировать ее, делать выводы и умозаключения.

Цель исследования состояла в разработке и апробации педагогической технологии, которая будет непосредственно в процессе образовательной деятельности, а именно на уроках технологии, формировать гендерную культуру у обучающихся. Под педагогической технологией мы понимаем некий целостный процесс в обучении, состоящий из ряда последовательных образовательных действий, приводящий к изменению изначальных свойств и качеств личности и повышению образовательного результата. В основе этого процесса находятся педагог и обучающийся, которые взаимодействуют друг с другом в ходе учебной деятельности. Форма взаимодействия выбирается учителем с учетом ее эффективности в зависимости от конкретной учебной ситуации. Педагогическая технология разрабатывается под каждую конкретную учебную ситуацию. На основе разработанной педагогической технологии создается рабочая программа.

Рабочая программа по дисциплине «Технология» предназначена для обучения как мальчиков, так и девочек не раздельно. Особенностью обучения в малокомплектной общеобразовательной школе является невозможность произвести раздел, учеников для этого недостаточно. Все разделы программы изучаются учащимися обоих полов совместно. Поэтому требуется некоторая корректировка программы, однако корректировка должна быть произведена так, чтобы не было «перекоса» ни в сторону программы для учеников, ни в сторону программы для учениц.

Базовая программа дисциплины «Технология» для седьмого класса не подвергалась изменению. Но некоторые разделы ее изучались не полностью. Недостаток учебного материала компенсировался в процессе выполнения учащимися проекта. Собственно педагогический эксперимент проводился в рамках двух разделов программы:

Раздел 4. Творческие проектные работы.

Раздел 5. Создание изделий из текстильных и поделочных материалов.

Основной целью изучения учебного предмета «Технология» в 7 классе является: получение и применение технологических знаний, технологической культуры на основе включения обучающихся в разнообразные виды технологической деятельности по созданию личностно или общественно значимых и полезных продуктов труда. Отсюда следует, что учащиеся должны сформировать представление о культуре вещей, основах дизайна, что необходимо при проектировании предметов материальной культуры; овладеть общетрудовыми специальными умениями, необходимыми при проектировании и создании продуктов труда, определения собственных жизненных планов; развить познавательные интересы, техническое мышление, интеллект, трудовую активность, инициативность, коммуникативные и организаторские способности, изобретательность. Учащимся необходимо создать условия для творческой самореализации и формирования мотивации успеха и достижений на основе предметно-преобразующей деятельности. Воспитать трудолюбие, бережливость, аккуратность, целеустремленность, ответственность за результаты своей деятельности. Заложить основы гендерной культуры. Уважительное отношение к людям различных этнических групп и профессий, к результатам их деятельности. Дать понятие ценности семьи и здорового образа жизни, семейных и национальных традиций и необходимости их сохранения и развития.

Разработанная нами педагогическая технология направлена на развитие навыков ручного труда, которые, бесспорно, необходимы как в быту, так и на производстве, как в сельской местности, так и в городе.

Материалы и методы исследования

Педагогическая технология, разработанная нами, была апробирована в МБОУ «Зареченская ООШ» Граховского района УР на уроках по дисциплине «Технология» в седьмом классе учителем технологии и информатики Н.Р. Тверитиной В сельской малокомплектной школе наполняемость классов составляет 5–6 человек. Поэтому классы неделимые. Экспериментальная группа состояла из трех мальчиков и двух девочек возраста 13–14 лет. Для диагностики сформированности гендерной культуры нами была выбрана методика, предложенная Сандрой Бем (Sandra L. Bem, 1974) «Маскулинность – феминность».

В нашей программе были использованы представленные далее подходы, формы и методы обучения.

Личностно-ориентированное обучение – такая организация учебного процесса, при которой выбор методов, форм, приемов обучения, учебно-методические, психолого-педагогические и организационно-управленческие мероприятия обусловлены индивидуальными особенностями учащегося. Суть личностно-ориентированного обучения заключается в том, что личность ученика, его неповторимая индивидуальность составляет главную и приоритетную ценность, от которой проектируются все остальные звенья образовательного процесса. В основе такого урока, построенного на основе личностно-ориентированного обучения, заложен принцип взаимодействия, взаимосотрудничества, а для учителя важен, прежде всего, процесс учебной деятельности учащихся.

Для нашей технологии наиболее оптимальной формой взаимодействия педагога и обучающегося будет сочетание индивидуальной и групповой форм.

Роль ученика при выборе вышеобозначенных форм обучения меняется – от обычного повторения действий учителя к творчеству. А это изменит и мышление – оно становится рефлексивным, то есть настроенным на результат. Роль педагога на уроке – создать оптимальные условия для личностного развития учащихся.

Задания для учащихся индивидуальны, соответствуют действиям, выполняемым на конкретном занятии. Они отличаются по сложности выполнения и уровню, достигнутому учеником, что соответствует индивидуальному и дифференцированному подходам в обучении. Успехи ученика при этом оцениваются в зависимости от достигнутого им уровня овладения ЗУН. Но при этом оценивается не только сам результат, но и процесс его достижения. Дидактический материал, используемый на таком уроке, позволяет дать учащимся предусмотренные ФГОС универсальные, предметные и личностные результаты. Виды дидактического материала: учебные тексты, карточки-задания, тесты.

Личностно-ориентированный подход взаимосвязан с проектной деятельностью учащихся. При работе над проектами использовалась работа в микрогруппах, в парах, что зависело от этапа выполнения проекта. Цель проекта – создание текстильной куклы. Тип куклы выбирался учащимися самостоятельно. Работая над куклой, учащиеся конструировали одежду для нее. Темы учебной программы изучались не полностью, что позволяло дать теоретический материал в более сжатые срока, а больше времени оставить для самостоятельной работы и творчества [7].

При выполнении домашнего задания ученики могли обратиться за помощью к родителям. Совместная работа над проектом способствует объединению семьи, лучшему взаимопониманию, «прочувствованию» семейных ролей каждого. Этому способствуют материалы нашего электронного средства обучения – веб-сайта «Такие разные куклы». Сайт состоит из 6 разделов. Ссылки на страницы расположены на главной странице сайта [8]. Разделы сайта: «Главная», «Кукольная мастерская», «Кукольные истории», «Имидж моей куклы» – Игра «Создай героя», «Контакты», «Об авторе». На главной странице сайта можно посетить разделы: «Кукольная мастерская», «Кукольные истории», «Имидж моей куклы». В «Кукольной мастерской» размещены мастер-классы по изготовлению кукол (девочек и мальчиков). В «Кукольных историях» можно прочитать стихи, рассказы и сказки о куклах. Там же можно разместить свои кукольные истории. В разделе «Имидж моей куклы» можно поиграть в игру «Создай своего персонажа». Также на главной странице сайта вы можете посетить разделы «Контакты», где посетители могут оставить свои отзывы о сайте. В разделе «О нас» краткая информация об авторах сайта.

Методы проблемного обучения, критического мышления также не остались в стороне. Учащиеся, работая в микрогруппах или парами, выполняли задания с использованием игровых ситуаций. Это позволяло им получить опыт взаимообщения, коммуникативных навыков. А ролевые игры позволяли примерить на себе различные гендерные (и социальные) роли. Тем самым постигая важность равноправия, взаимопонимания и дружеского уважительного отношения друг к другу.

На последнем занятии учащиеся защищали свой проект. Куклы, оказались очень яркими, самобытными и оригинальными и были реализованы на Новогодней ярмарке-распродаже, которая проводилась в школе.

Итак, в процессе совместной групповой работы, ученики и ученицы приобрели навыки взаимодействия, основанные на взаимопонимании и взаимоуважении. Учащиеся получили навык организации собственной деятельности, узнали друг друга, кто из них на что способен, научились решать поставленные перед ними задачи без конфликтов, во взаимоуважении. В процессе интервьюирования учащиеся, во-первых, отметили, что им очень понравилась такая работа, понравилось играть в такое «мини-предприятие». Во-вторых, они поняли, как организовывать себя, как руководить и подчиняться, В-третьих, ученики поняли и признали важность роли другого в жизни. В-четвертых, радоваться не только за себя, а за свой маленький, но очень сплоченный коллектив. А когда на ярмарке их труд был оценен односельчанами и они показали (и рассказали), чему научились, их гордости не было предела. Класс решил не останавливаться на достигнутом, и уже не в рамках учебной деятельности продолжать создавать куклы, создав маленькое предприятие. Ребенок растет и развивается в игре.

Результаты исследования и их обсуждение

Методика С. Бем, которая была выбрана нами для проведения педагогического эксперимента в школе, позволила получить нам следующие результаты.

Показатель андрогинности изменился следующим образом: до эксперимента трое учащихся имели низкий показатель, и двое – средний показатель. После проведения эксперимента трое учащихся имеют средний показатель андрогинности, двое – высокий.

Уровень гендерной культуры до эксперимента у мальчиков на низком уровне наблюдался у трех испытуемых, после эксперимента – 0. На среднем уровне до эксперимента показатель не выявлен ни у кого, после эксперимента – у двух испытуемых.

Высокий уровень до эксперимента не был определен ни у одного учащегося, после эксперимента – у одного испытуемого.

У девочек до эксперимента низкий уровень отмечен не был, так же как и после эксперимента. Средний уровень выявлен у двух испытуемых до эксперимента, после – 0. Высокий уровень до эксперимента не выявлен, после эксперимента был отмечен у двух учениц.

Достоверность результатов была подтверждена методом математической статистики с помощью G-критерия знаков. Данные представлены в таблице.

Показатели андрогинности

№	Андрогинность до проведения эксперимента	Андрогинность после проведения эксперимента	Сдвиг
1	–0,3	0,1	0,4
2	–0,3	0,1	0,4
3	–0,3	0,1	0,4
4	0,3	0,5	0,2
5	0,2	0,8	0,6

Выполнив необходимые преобразования, было получено эмпирическое значение (количество типичных сдвигов в сторону увеличения показателя), соответствующее $G_{эмп} = 5$. Полученное эмпирическое значение можно принять значимым на уровне $p \leq 0,05$.

Таким образом, и у мальчиков, и у девочек уровень андрогинности и уровень гендерной культуры изменился с тенденцией к улучшению показателей.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать выводы о том, что формирование гендерной культуры у учащихся возможно в ходе учебной деятельности, в том числе и на уроках технологии. Особенно это эффективно в учебном процессе малокомплектной сельской школы без разделения на группы (мальчиков и девочек). Обучение производится по одной программе. Для этого нами были определены следующие условия: при разработке педагогической технологии за основу был взят метод проектной деятельности (пропедевтикой проекта являются вводные занятия, цель которых пояснить учащимся цели выполнения проекта и его продвижения), метод развития критического мышления, игровой метод (полоролевые игры). Учебный материал структурирован по блокам. В учебном процессе использовался учебный веб-сайт «Такие разные куклы», способствующий формированию гендерной культуры, и материальное средства обучения – текстильная кукла, которая служит натурным образцом. Проектные задания по предмету «Технология» строились на исторических традициях народа Удмуртской Республики.

Список литературы

1. Гендерная психология и педагогика: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Под общ. ред. О.И. Ключко. М.: Издательство Юрайт, 2017. 404 с.

2. Грошев И.В. Психология половых различий. Тамбов: Изд-во ТГУ, 2013. 345 с.

3. Семакина И.А. Проблема пола: конфликт и основания толерантных отношений // Толерантность / Под ред. Н.С. Ладыжец. Ижевск: Изд-во Удмуртский государственный университет, 2012. 254 с.

4. Ерофеева Н.Ю. Гендерный анализ урока. Ижевск: Изд-во ИПК и ПРО УР, 2009. 58 с.

5. Богданович О.Н. Формирование гендерной культуры учащихся. Мозырь: ООО ИД «Белый Ветер», 2013. 100 с.

6. Ерофеева Н.Ю. Гендерный подход к развитию одаренности детей: метод. пособие. Ижевск: ИПК и ПРО, 2008. 73 с.

7. Тверитина Н.Р., Наумова Т.А. Особенности формирования гендерной культуры у обучающихся средних неделимых классов основной сельской малокомплектной общеобразовательной школы при изучении предмета «Технология» // Восточно-Европейский научный вестник. Ижевск, 2017. № 1 (9). С. 7–9.

8. Авторский веб-сайт Тверитиной Н.Р. «Такие разные куклы» [Электронный ресурс]. URL: https://spiritlily.wixsite.com/dolls (дата обращения: 27.02.2020).

УДК 378.1:796/799

К ВОПРОСУ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ВУЗА К СДАЧЕ НОРМ ВСЕРОССИЙСКОГО ФИЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСА ГТО В СПРИНТЕРСКОМ БЕГЕ

Полещук В.В., Полещук И.Н.

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: poleschukin@tyuiu.ru

В представленной работе рассмотрена методика подготовки обучающихся ТИУ института промышленных технологий и инжиниринга (ИПТИ) к сдаче нормативов Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса (ВФСК) «Готов к труду и обороне» (ГТО) в спринтерских дистанциях на 30, 60 и 100 м. Целью работы явилось: определение наиболее эффективной методики подготовки студентов вуза к сдаче норм ГТО в спринтерском беге на 100 м. Приведены результаты в беге на различных отрезках стометровой дистанции у юношей и девушек различного уровня подготовки. По уровню физической подготовки обучающиеся условно были разделены на три группы. Для каждой группы обучающихся представлена методика проведения учебно-тренировочных занятий. Отмечены основные требования, которые предъявляет спринтерский бег к организму обучающихся. Приведена динамика изменения результатов обучающихся, которая прослеживалась на протяжении 1–2–3 курсов обучения в зависимости от применяемой методики. Отмечены основные положения тренировочного процесса, которые необходимо учитывать в ходе проведения учебно-тренировочных занятий с обучающимися для развития скоростной выносливости, быстроты реакции и повышения предельного уровня скорости бега. В заключении дана рекомендация в выборе методики при подготовке обучающихся к сдаче нормативов ВФСК ГТО шестой ступени для возрастной группы 18–24 года в спринтерских дистанциях.

Ключевые слова: спринтерская дистанция, физкультурно-спортивный комплекс ГТО, тренировочные занятия, скоростная выносливость, стартовый разгон

ON THE ISSUE OF TRAINING UNIVERSITY STUDENTS TO PASS THE NORMS OF THE ALL-RUSSIAN SPORTS COMPLEX GTO IN SPRINT RUNNING

Poleshchuk V.V., Poleshchuk I.N.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Tyumen Industrial University», Tyumen, e-mail: poleschukin@tyuiu.ru

In this paper, we consider the technique of preparing students of the Institute of industrial technologies and engineering (IPTI) to pass the standards of the all-Russian sports complex «Ready for work and defense» (GTO) in the sprint distances of 30, 60 and 100 m. The purpose of the work was to determine the most effective method of preparing University students to pass the GTO standards in the 100 m sprint. The results in running on different sections of the hundred-meter distance for boys and girls of different levels of training are given. According to the level of physical fitness, the students were divided into three groups. For each group of students, the method of conducting training sessions is presented. The main requirements that sprinting imposes on the body of students are noted. The dynamics of changes in the results of students, which was observed during 1-2-3 courses of training, depending on the method used, is given. The main points of the training process that must be taken into account during training sessions with students for the development of high-speed endurance, reaction speed and increase the limit level of running speed are noted. In conclusion, a recommendation is given in the choice of methods for preparing students to pass the standards of the VFSK GTO of the sixth stage for the age group of 18-24 years in sprint distances.

Keywords: sprint distance, GTO sports complex, training sessions, high-speed endurance, starting acceleration

Стометровка – самый «старый» норматив ГТО, он неизменно включался в комплексы прежних лет. В настоящее время действующий комплекс ВФСК ГТО (имеется в виду VI ступень комплекса ГТО возрастная группа 18–24 года – юноши и девушки) включает в себя спринтерский бег не только на 100 м, но и бег на 30 м и 60 м [1]. Из этих трех дистанций при сдаче норм комплекса ГТО выбирается одна. Спринт всегда считался классическим критерием быстроты и скоростно-силовых способностей человека. Его специфика в том, что в любой момент преодоления дистанции бегун должен максимально реализовать свои скоростные возможности. Преодолевая соревновательные дистанции большой длины, бегун время от времени варьирует скорость бега («бег по раскладке»), приберегая силы для бурного финиша. Дистанции в 30 м, 60 м и 100 м преодолеваются в едином порыве, здесь тактические хитрости почти исключены [2].

Успех в спринтерском беге зависит от следующих факторов:

1) умение быстро реагировать на выстрел стартера (это умение включает латентный и моторный периоды реакции);

2) качества стартового разгона, т.е. способности быстро набирать скорость;

3) уровня абсолютной максимальной скорости, которую способен развить бегун;

4) уровня скоростной выносливости – способности бегуна сохранять достигнутую скорость до конца дистанции.

В табл. 1 представлены нормативы в спринтерском беге для юношей и девушек возраста 18–24 года (VI ступень) ВФСК ГТО.

Цель исследования: определить наиболее эффективную методику подготовки студентов вуза к сдаче норматива ВФСК ГТО в спринтерском беге на 100 м шестой ступени для возрастной группы 18–24 года.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на базе Тюменского индустриального университета, института промышленных технологий и инжиниринга [3]. Протестировано 86 девушек и 122 юноши 1–3 курса обучения. Методы исследования: сдача нормативов ВФСК ГТО в спринтерском беге на 30, 60 и 100 м, а также сравнительный анализ и метод обобщения.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе подготовки к сдаче нормативов ВФСК ГТО на спринтерских дистанциях, занимающиеся (студенты) как юноши, так и девушки пробегали различные отрезки дистанции 30:40:50:60:70:80:90:100 м с максимальной скоростью. Бег на 30 м очень информативен с точки зрения диагностики и прогнозирования. Результат на этом отрезке отражает уровень техники низкого старта, способность бегуна быстро реагировать на сигнал стартера, качество стартового разгона, позволяющего достигнуть скорости, равной и даже превышающей 50% от максимума. Именно поэтому задание на пробегание отрезков 25–30 м с предельной мобилизацией сил обязательно включаются в тренировочный процесс спринтеров. В табл. 2 представлена средняя скорость, которую показали обучающиеся при пробегании различных дистанций.

Сравнивая результаты в беге на различных отрезках стометровой дистанции у юношей и девушек различного уровня подготовки, мы видим, что юноши, у которых результат в беге на 100 м равен нормативу золотого значка, достигают максимальной скорости к 50 м дистанции, а девушки – к 40 м. В связи с этим, если на тренировочном занятии ставится задача достижения максимальной скорости, то длина отрезков дистанции должна составлять 40–50 м. У юношей и девушек уровня первого разряда максимальная скорость достигается к 60 м дистанции. Как юноши, так и девушки пробегают вторую часть дистанции быстрее. В конце дистанции, на последних 10–15 м (при беге на 100 м) происходит снижение скорости вследствие сильнейшего утомления бегуна. Увеличение же скорости на последних метрах дистанции наблюдается у слабо подготовленных бегунов. Они не способны мобилизовать свои возможности в первой половине дистанции и начинают «раскачиваться» только к концу бега. Чтобы не было падения скорости на последних метрах дистанции, необходимо развивать скоростную выносливость, пробегая длинные отрезки в 150–250 м в предельном темпе. С теми обучающимися, кто не способен развивать максимальную скорость к середине дистанции в беге на 100 м, а увеличивает скорость на последних метрах дистанции, больше внимания на тренировочных занятиях уделяем старту, стартовому «разгону» и пробеганию отрезков на 30, 40, 50 и 60 м в максимальном темпе. Все занимающиеся, которые готовились к сдаче нормативов ГТО VI ступени в спринтерском беге на 100 м, условно были разделены на 3 группы. Первая группа – это те, кто на последних метрах дистанции (10–15 м) в результате утомления сбавляют скорость. В эту группу вошли более подготовленные обучающиеся, с ними больше развивали скоростную выносливость, пробегая длинные отрезки 150–250 м в предельном темпе.

Таблица 1

Нормативные требования ВФСК ГТО VI ступени для возрастной группы 18–24 года

Дистанция, м	Бронза	Серебро	Золото
	Время пробегания дистанции, с (мужчины)		
30	4,8	4,6	4,3
60	9,0	8,6	7,9
100	14,4	14,1	13,1
Время пробегания дистанции, с (женщины)			
30	5,9	5,7	5,1
60	10,9	10,5	9,6
100	17,8	17,4	16,4

Таблица 2

Средняя скорость бега обучающихся на различных дистанциях

Дистанция, м	Бронза	Серебро	Золото
	Средняя скорость пробегания дистанции, м/с (юноши)		
30	6,2	6,5	7,0
60	6,7	7,0	7,6
100	7,0	7,1	7,6
Средняя скорость пробегания дистанции, м/с (девушки)			
30	5,0	5,2	5,9
60	5,5	5,7	6,2
100	5,6	5,7	6,1

В меньшем объеме работали над пробеганием коротких отрезков. Вторая группа – это обучающиеся, которые не могли развить при беге по дистанции максимальную скорость, а прибавляли скорость на последних 15 м дистанции – это менее подготовленные студенты. На учебно-тренировочных занятиях с этой группой больше внимания уделяли старту, стартовому разгону и пробеганию коротких отрезков от 30 до 60 м в максимальном темпе. Меньше внимания уделяли развитию скоростной выносливости и пробеганию 150–250 м в предельном темпе. В третью группу вошли студенты со слабой физической подготовкой, а также те, кто имеет лишний вес. Юноши в этой группе пробегали 100 м в среднем за 18,5–21,0 с, а девушки – за 22,5–23,0 с. Такие начальные результаты этой группы были очень далеки от результатов, соответствующих бронзовому значку в беге на 100 м. Третья группа обучающихся на занятиях больше выполняла общеподготовительные упражнения (до 65–70%), направленные на воспитание всех физических качеств. Специально-подготовительные упражнения составляли 30–35% – это беговые упражнения, низкий старт и техника бега на короткие дистанции.

Студенты на группы были разделены в начале первого курса. Динамика изменения результатов прослеживалась на протяжении 1–2–3 курсов обучения в зависимости от применяемой методики. Результаты приведены в табл. 3.

Из приведенных данных следует, что в первой и во второй группах обучающихся результаты в процессе занятий в беге на 100 м улучшаются на 1,5–1,7 с. В третьей (самой слабой) группе результат улучшился на 2,0–2,2 с. Это говорит о том, что у физически слабо подготовленных студентов результат улучшается в первую очередь за счет увеличения объема общеподготовительных упражнений и во вторую очередь – за счет специально-подготовительных упражнений. Анализ результатов первой группы показывает, что чем выше уровень подготовки, тем больше времени и усилий требуется на их улучшение.

Для проведения направленной подготовки к выполнению норматива в спринтерском беге на 30, 60 и 100 м необходимо хорошо знать те требования, которые предъявляет спринт к организму занимающихся. Занимающийся должен иметь четкое представление о том, что именно ему нужно тренировать. Без этого понимания невозможна реализация принципа сознательности [4]. Важная особенность спринта состоит в том, что кратковременность упражнения фактически исключает (или снижает до минимума) компенсацию неиспользованных во время бега возможностей. Если при беге на длинные дистанции случаются даже падения, после которых спортсмен компенсирует утраченные позиции, то в спринте подобная ситуация невозможна. Когда бегун медленно стартует, то ему очень трудно наверстать упущенное во время бега. Если он не способен в полной мере использовать свои скоростно-силовые возможности на первой половине дистанции, то его не спасет стремительный финиш. Точно также низкий уровень скоростной выносливости невозможно уравновесить быстрым пробеганием стартового отрезка. Таким образом, можно сделать вывод, что подготовка к бегу на короткие дистанции должна быть комплексной и обеспечивать развитие всех основных факторов, определяющих достижение желаемых результатов.

Спринтерский бег предъявляет к организму особые требования. Отметим основные из этих требований.

1. Огромная нагрузка на ноги, особенно на стопы. Она связана с необходимостью выполнять такие упражнения и нагрузки, которые обеспечили бы необходимую механическую прочность опорно-двигательного аппарата. Нередки случаи, когда занимающиеся, не укрепив связки, мышцы и суставы, пытаются выполнять упражнения с максимальной мощностью и получают при этом тяжелые травмы.

Таблица 3

Динамика изменения результатов обучающихся в беге на 100 м

№ группы	обучающиеся	1 курс		2 курс		3 курс
		1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр
		время (с)				
1	юноши	14,0–16,2	13,7–15,7	13,3–15,4	13,0–15,1	12,5–14,7
	девушки	16,8–18,4	16,6–18,2	16,4–17,9	15,8–17,5	15,3–17,0
2	юноши	16,0–18,2	15,7–17,8	15,3–17,4	15,0–16,9	14,6–16,6
	девушки	18,5–20,4	18,2–20,1	17,8–19,7	17,4–19,3	17,0–18,8
3	юноши	18,5–21,0	18,0–20,5	17,5–20,0	17,0–19,5	16,3–18,8
	девушки	20,5–23,0	20,0–22,5	19,5–22,0	19,0–21,5	18,3–20,8

Наиболее распространены у бегунов повреждения (иногда разрыв) ахиллова сухожилия, растяжение мышц задней поверхности бедра, вывихи, микронадрывы мышц и связок голеностопного и коленного суставов.

2. Длинный шаг во время спринтерского бега невозможен при низком уровне развития силы ног. В связи с этим необходимо включать в арсенал тренировочных средств значительное число силовых и скоростно-силовых упражнений. Особое значение сила мышц-разгибателей ноги в голеностопном, коленном и тазобедренном суставах, а также подошвенных сгибателей стопы. Меньшую значимость имеет сила мышц-сгибателей голени и бедра, а также тыльного сгибателя стопы [5].

3. Стремительный старт и высокая частота шагов наряду с оптимальной длиной шага. Для этого необходимо направленное воздействие на развитие всех критериев быстроты, а именно:

– укорочение времени реакции на стартовый сигнал. Это выражается, во-первых, по возможности коротким латентным (скрытым) периодом, т.е. временем реагирования от сигнала стартера до начала движения. Во-вторых, стремительным выполнением начальных действий (отрыва рук от опоры и первого шага стартового разгона);

– пробегание дистанции с предельной частотой и оптимальной длиной бегового шага.

4. Развитие необходимого уровня скоростной выносливости, т.е. способности занимающихся сохранять максимальную скорость бега, развиваемую после стартового разгона. Это требование для юношей проявляется в способности сохранять в течение 3–5 с скорость бега 7–7,3 м/с, соотношение частоты и длины шагов составляет 4,3–4,4 шаг/с, 190–210 см; для девушек – соответственно 3,5–3,9 шаг/с, 170–180 см.

На основе всего изложенного подготовка к выполнению нормативов ГТО в беге на спринтерские дистанции сводится к следующим положениям.

1. Тренировочный процесс должен быть насыщен комплексами упражнений, направленными на повышение механической прочности суставно-связочного аппарата нижних конечностей; развитие силы, быстроты и скоростно-силовых возможностей организма занимающихся. С этой целью необходимо включать в тренировочную программу бег с разной скоростью (особенно в предельном темпе), пробегание отрезков различной длины, бег в гору и под уклон, бег с гандикапом.

2. Для развития быстроты реакции на стартовый сигнал необходимо выполнять этот старт с последующим пробеганием в полную силу отрезка 25–35 м. Стремительное реагирование на стартовый сигнал и бег со старта с предельной частотой шагов должны выполняться слитно, как единое задание.

3. Для повышения предельного уровня скорости бега в тренировочном процессе необходимы серии отрезков бега, выполняемых с низкого старта. Однако в отличие от предыдущего задания длина пробегаемых отрезков должна составлять 60–70 м.

4. Для развития скоростной выносливости необходимо пробегание отрезков 100–400 м. В одном тренировочном занятии допустимо пробегание по одному разу отрезков 100–200 м в полную силу.

Сохранение высокой скорости на последних 10–15 м (при беге на 100 м) очень трудная задача. Снижение скорости, хотя и незначительное, неизбежно даже у бегунов первого разряда и выше. У слабоподготовленных бегунов, еще не способных выполнить норматив ГТО, снижение скорости заметно визуально. С повышением уровня тренированности величина перепада постепенно уменьшается. Для того, чтобы обеспечить необходимый уровень скоростной выносливости, необходимы систематическая работа и пробегание длинных отрезков в достаточно большом объеме. Эффективность спринтерской подготовки, ее реализация во многом определяется различными условиями: беговая дорожка, стартовые колодки, партнеры по тренировке, квалификация преподавателя. Студенты-юноши на занятиях физвоспитания пробегали стометровку за 13–15 с, девушки – за 16,5–18,5 с в обычных условиях: без стартовых колодок, по асфальтированной дорожке, в кроссовках. Эти же студенты при сдаче нормативов ГТО пробегали стометровку на 1,2–1,5 с быстрее, так как бежали по дорожке со специальным покрытием, в шипованной обуви, со стартовых колодок, сигнал старта подавался из специального пистолета.

Следует отметить, что наиболее эффективно проходят занятия в тех группах, в составе которых занимающиеся имеют примерно одинаковый уровень подготовленности. Хороший результат наблюдается тогда, когда в группу занимающихся подключается спортсмен-спринтер уровня I разряда. Непосредственное наблюдение за действиями хорошо подготовленного спортсмена и его практические советы повышают эффективность тренировочного занятия.

Подготовка к сдаче норматива ГТО в беге на 30 м включает отработку низко-

го старта, тренировку реакции на сигнал стартера, качественный разгон. Тренировка в беге на 60 м, кроме перечисленного выше, включает еще максимальное пробегание отрезков 40–50 м. На учебно-тренировочных занятиях проводились контрольные тренировки в пробегании 30 и 60 м, и практически 98% обучающихся – тех, кто пробегал 100 м на бронзовый, серебряный и золотой значок, выполняли соответствующие нормативы на бронзовый, серебряный и золотой значок и в беге на 30 и 60 м. Поэтому тренировка в беге на 30 и 60 м способствует успешной подготовке к сдаче норм ГТО в беге на 100 м.

Заключение

Таким образом, при подготовке обучающихся к сдаче нормативов ВФСК ГТО в спринтерских дистанциях на 30, 60 и 100 м необходимо, учитывая уровень физического развития обучающихся, выбрать оптимальную методику учебно-тренировочных занятий: соотношение между обще-подготовительными, специально-подготовительными и специальными упражнениями. Кроме того, высокий уровень скоростно-силовых качеств, приобретенный в ходе спринтерской подготовки, может иметь практическое применение. В экстремальных ситуациях человек должен быстро ориентироваться в сложной обстановке и принимать мгновенные решения. Это избавит его и окружающих людей от тяжелых и трагических последствий.

Список литературы

1. Приказ Министерства спорта РФ от 19 июня 2017 г. № 542 «Об утверждении государственных требований Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне» (ГТО) на 2018–2021 годы» [Электронный ресурс]. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71617918/ (дата обращения: 12.02.2020).

2. Васильков А.А. Теория и методика спорта. Ростов н/Д.: Феникс, 2008. 379 с.

3. Полещук И.Н., Полещук В.В. Исследование методики подготовки студентов вуза к сдаче силовых нормативов Всероссийского комплекса «Готов к труду и обороне» // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 8. С. 163–167.

4. Озолин Н.Г. Настольная книга тренера: Наука побеждать. М.: Политиздат, 2011. 864 с.

5. Кинг Я. Большая книга мышц. М.: Эксмо, 2011. 360 с.

УДК 37.013.46

ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧИТЕЛЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ: ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ

[1,2]Собянин Ф.И., [3]Никифоров Ю.Б., [3]Мацко А.И., [2]Ковалева Р.Е., [3]Бойцова М.В., [3]Кольва В.О.

[1]Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, e-mail: sosnovi60@mail.ru;
[2]Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко, Тирасполь;
[3]Армавирский государственный педагогический университет, Армавир

Статья посвящена основным положениям, относящимся к подготовке и применению педагогической новации в работе учителей физической культуры в виде проектно-исследовательской деятельности. В настоящее время еще очень мало специальных теоретических и учебно-методических разработок, научных исследований, выполненных по этой тематике. В основе методики представленного исследования – теоретический анализ специальной литературы, электронных источников, анализ, синтез, сравнение, опрос учителей физической культуры, теоретическое моделирование. Результатом проведенного исследования являются этапы построения проектно-исследовательской деятельности, ее предпосылки в практике труда учителя, последовательность разработки и построения основы содержания проектов. Даны некоторые методические особенности внедрения проектно-исследовательской деятельности учителя физической культуры в практику работы в общеобразовательной школе. Представлен материал в виде примерной теоретической модели построения исследовательского проекта учителя для учащихся 5–6 классов, на основе которой можно создавать и реализовывать разные проекты в содержании занятий по физической культуре в ходе уроков и других форм занятий. Исследование проведено совместными усилиями преподавателей и аспирантов Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгородского института развития образования, Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко, Армавирского государственного педагогического института в течение 2019 г.

Ключевые слова: учитель физической культуры, новации, проектно-исследовательская деятельность, основы, учащиеся

PROJECT AND RESEARCH ACTIVITIES OF PHYSICAL EDUCATION TEACHERS: FOUNDATIONS

[1,2]Sobyanin F.I., [3]Nikiforov Yu.B., [3]Matsko A.I., [2]Kovaleva R.E., [3]Boytsova M.V., [3]Kolva V.O.

[1]Belgorod State University, Belgorod, e-mail: sosnovi60@mail.ru;
[2]Taras Shevchenko Pridnestrovian State University, Tiraspol;
[3]Armavir State Pedagogical University, Armavir

The article discusses the foundations concerning preparation and implementation of teaching innovations by physical education teachers in terms of project and research activities. Today, there are very few specialized research, theoretical and training materials in the field. The article's research method is based on theoretical analysis of special literature, digital sources, analysis, synthesis, comparison, polling physical education teachers and theoretical modelling. The results of the article's research include development stages of project framework and research activities, their background that can be found in the teacher's work, as well as procedure for developing projects and compiling their content. The article demonstrates some methodical specifics associated with the implementation of project and research activities by physical education teachers in comprehensive schools. The article also presents the findings as a rough theoretical model that can be used to develop a research project for students of 5th and 6th forms. The model can help to create and implement various projects in terms of content of physical education lessons at classes and other activities. The research featured by the article was carried out through joint efforts of professors and PhD students from the Belgorod State University, the Belgorod Pedagogics Development Institute, the Taras Shevchenko Pridnestrovian State University and the Armavir State Pedagogical University in 2019.

Keywords: physical education teacher, innovation, project and research activities, foundations, students

В настоящее время в системе образования активно внедряется так называемая «проектно-исследовательская деятельность». Она находит применение на разных уровнях образования, в различных образовательных учреждениях, включая школу. Проектно-исследовательская деятельность представляет собой новую педагогическую технологию, способствующую более эффективному решению поставленных учителем на уроке образовательных задач в ответ на современные потребности общества.

Однако при разработке и применении проектно-исследовательской деятельности у учителей физической культуры возникает немало вопросов, которые касаются общей методологии построения исследовательских проектов, а также отдельных вопросов, часто возникающих в теоретическом и практическом планах, особенно у тех,

кто начинает заниматься этой деятельностью впервые.

Актуальность настоящей работы заключается в восполнении информации о проектно-исследовательской деятельности учителя физической культуры, поскольку еще не хватает научных, методических разработок и практических рекомендаций, учебных материалов для педагогов, студентов и преподавателей педагогических вузов, ученых, занимающихся исследованиями в данном направлении [1–3].

Цель статьи – определить некоторые теоретико-методические основы разработки и построения проектно-исследовательской деятельности учителя физической культуры при работе с учащимися в школе.

Материалы и методы исследования

По своему содержанию статья носит теоретический характер, поэтому здесь применялись главным образом анализ специальной литературы и электронных источников, индукция и дедукция, теоретическое моделирование, сравнения, а также опрос учителей в виде беседы. Базой исследования являлись: факультеты физической культуры Армавирского государственного педагогического университета, Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко, Белгородского государственного национального исследовательского университета, а также Белгородский институт развития образования. Исследование проведено в 2019 г.

Результаты исследования и их обсуждение

Проектная деятельность берет свое начало еще со времен планового ведения народного хозяйства в СССР, когда готовили и осуществляли так называемые «пятилетки», исчезнувшие в связи с появлением новой рыночной экономики. Однако сама идея регулярного планирования деятельности сохранилась и перекочевала в дальнее зарубежье, откуда вернулась к нам уже в виде «проектной деятельности».

Если обратиться к сущности слова «проект», то выясняется, что это слово латинского происхождения, обозначающее нечто предварительное, подготовленное заранее перед действием. Пояснение значения этого слова в словарях иностранных слов и толковых словарях русского языка имеет три основных смысла: определенная модель создаваемого объекта (проект здания и т.д.); документ, имеющий предварительный характер (текст договора); основной замысел будущей деятельности (проект развития сельского хозяйства в регионе и т.п.) [4].

Исходя из этого, «проектно-исследовательская деятельность» должна пониматься как выполнение исследования по определенной актуальной проблеме и конкретной теме, намеченному плану (проекту). Если речь идет об исследовании в области физкультурного образования, то в этом случае в основу должны быть положены общая и педагогическая научно-исследовательская методология, а также традиционная и новационная научная методика изучения физкультурно-педагогических явлений и объектов. В работе учителя физической культуры должна быть учтена специфика, которая выражается в понимании физической культуры как вида культуры, в обязательном использовании культурологического подхода. Изучение явлений физической культуры имеет свои традиции в методике проведения исследований по отдельным направлениям, проблемам, темам, получении и обработке данных, интерпретации полученных результатов.

Появление и внедрение в школах проектно-исследовательской деятельности в работе учителей физической культуры – это новация, которая давно и закономерно ожидалась в свете развития современных тенденций в физкультурном образовании [5]. Это, по сути, ответ на тенденцию необходимости интеллектуализации физкультурного образования. Отсюда следует, что главная цель проектно-исследовательской деятельности на уроках физической культуры в школе – это повышение качества физкультурного (неспециального) образования учащихся за счет повышения его интеллектуально-смысловой оснащенности. Постановка такой цели повышает требования к учителям, их готовности к интеллектуализации образовательного процесса как актуальной востребованной реальности.

Достижение поставленной цели должно быть реализовано путем решения ряда ключевых задач, для которых и предназначена проектно-исследовательская деятельность учителя физической культуры:

1. Актуализировать креативный потенциал и реализовать творческие способности учителей посредством выполнения проектно-исследовательской деятельности с учащимися.

2. Выявлять и целенаправленно развивать познавательную, двигательную активность, интеллектуальные способности, дидактическую мотивацию, творческие возможности обучающихся в процессе выполнения исследовательских проектов.

3. Формировать и укреплять сотрудничество, взаимопонимание, образовательное партнерство учителей и обучающихся в достижении общих целей и задач физкультурного образования в школе.

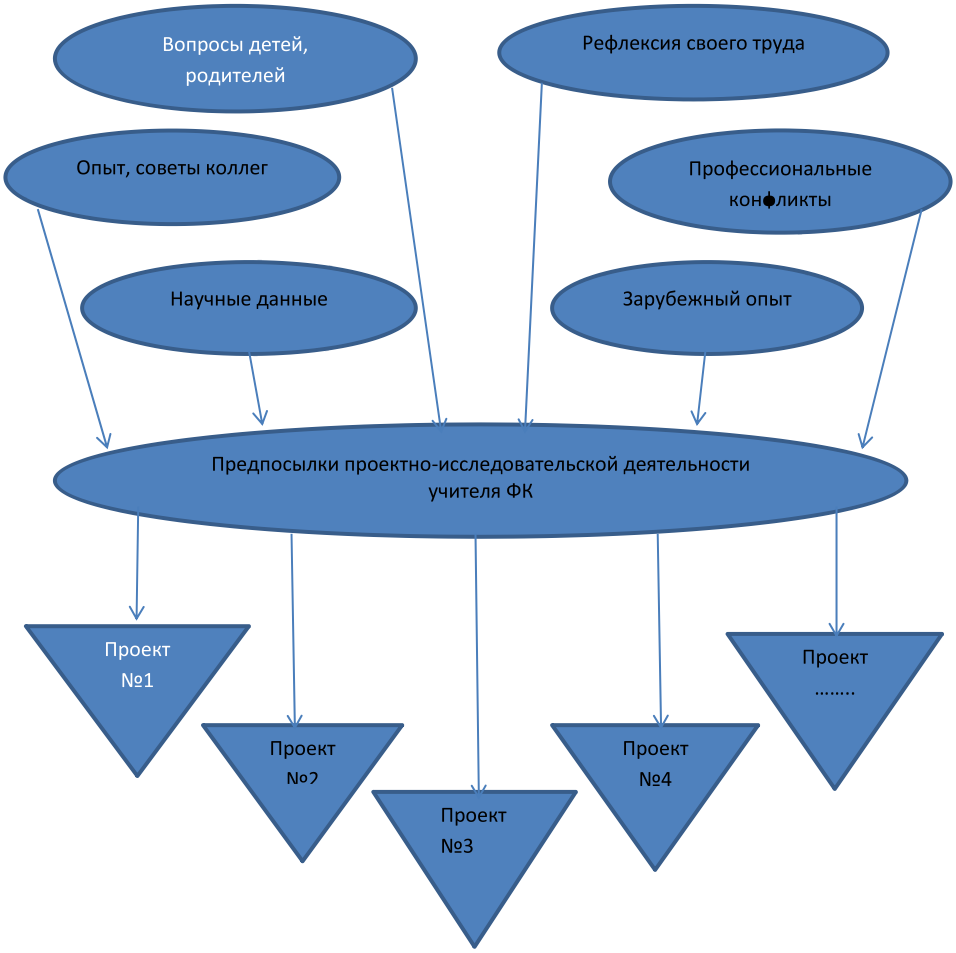
Проектно-исследовательская деятельность учителя с учетом современной за-

груженности педагога не должна быть навязанной извне, надуманной. Она должна быть востребованной, исходящей из непосредственной практики физической культуры в общеобразовательной школе. Поэтому учителю следует уметь анализировать свою профессиональную деятельность и различать явные предпосылки для выполнения наиболее актуальных исследовательских проектов. Такие проекты должны облегчать труд учителя, помогать ему решать свои задачи и целенаправленно использовать активность своих учеников на основе индивидуального и деятельностного подходов.

Какими могут быть реальные предпосылки для разработки исследовательских проектов? Данные проведенного опроса учителей и изучение литературы показали, что они имеют совершенно различное происхождение (рисунок).

Вполне вероятный источник – вопросы учеников, родителей, коллег. Например, ученик спрашивает: «Как подготовиться к участию в соревнованиях по кроссу на дистанции 1 км?». Вот уже есть предпосылка, чтобы начать исследовательский проект с этим школьником на тему, реализация которой будет ответом на заданный вопрос. Кроме того, предпосылки могут возникнуть в процессе изучения опыта своих коллег, зарубежного опыта, в результате изучения научных данных и из других источников (рисунок). Особое значение имеет рефлексия собственного опыта работы в профессии и конфликты в содержании трудовой деятельности. Последнее пригодно только в том случае, когда учитель имеет большой опыт решения конфликтных ситуаций, хорошо владеет ими, собой и вполне уверен в успехе.

Вероятно, учителю не стоит останавливаться на каком-то одном направлении проектов. Чтобы их разнообразить, необходимо помнить о главных ориентирах в деятельности учителя физической культуры (табл. 1).



Предпосылки для проектно-исследовательской деятельности учителя физической культуры

Таблица 1

Главные ориентиры проектно-исследовательской деятельности учителя физической культуры

№ п/п	Направление деятельности	Планируемые главные результаты	Примечание
1	Обучение	Освоение знаний, умений, навыков	Необходимо научить школьников самостоятельному познанию
2	Развитие	Повышение уровня проявления физических и других качеств школьников	Следует осуществлять сопряженное развитие физических качеств и психики, познавательных процессов
3	Воспитание	Формирование нравственных качеств, позитивных особенностей в поведении	Надо обеспечивать комплексное влияние учителя, родителей, класса, друзей и других факторов
4	Оздоровление	Формирование, укрепление, сохранение здоровья	С учетом исходного состояния здоровья школьников всячески стремиться к его улучшению, укреплению, сохранению

Таблица 2

Основные этапы проектно-исследовательской деятельности учителя физической культуры

№ п/п	Название этапа	Основная деятельность на этапах	Результаты на этапах
1	Подготовительный	Выбор и формулировка темы проекта, цели, задач, гипотезы, объекта и предмета исследования, подбор и разработка методов и определение последовательности работы	Точное определение проблемной области и основных познавательных ориентиров исследовательского проекта, структуры работы, содержания
2	Основной	Применение отобранных методов исследования, сбор и обработка полученной эмпирической информации, реализация намеченных мероприятий исследования	Репрезентативный, надежный эмпирический материал, достоверно доказывающий гипотезу проекта
3	Заключительный	Оформление результатов реализации проекта, подготовка буклетов, презентаций и докладов, оценка работы учащихся	Материалы презентации, отчетный доклад, буклеты, оценка работы обучающихся

Такой подход не только разнообразит деятельность учителя, но вызовет повышение интереса к занятиям физической культурой, активизирует мотивацию обучающихся.

Как показывает анализ литературы [1–3] и опрос учителей физической культуры (n = 58), следует выделить и реализовать три основных этапа проектно-исследовательской деятельности учителя физической культуры (табл. 2).

В результате опроса учителей выяснилось, что обучающиеся, например, нередко интересуются необходимостью, структурой и значением утренней гимнастики. Для 34% опрошенных учителей это стало реальной предпосылкой для разработки и внедрения соответствующего проекта. На основе полученных данных была выстроена примерная теоретическая модель проекта по тематике утренней гимнастики, которая как образец может использоваться для других проектов (табл. 3).

В процессе выполнения проектно-исследовательской деятельности учителя физической культуры должны придерживаться разработанного плана действий, не исключая возможности необходимой коррекции. Важно проанализировать результаты после завершения проекта, выделить возникающие ошибки, недостатки для дальнейшего совершенствования педагогического мастерства в данном направлении деятельности.

Получив первый опыт выполнения исследовательских проектов, учителя могут выполнять не только однопорядковые, узкие по тематике работы с учащимися, но и пробовать переходить к более масштабным проектам, охватывающим, например, определенный школьный возраст, всю школу или проекты, объединяющие несколько школ.

Проектно-исследовательскую деятельность учитель физической культуры может выполнять по трем типам: теоретическую, практическую, теоретико-практическую. Первый тип ориентирован на освоение учащимися основных понятий, закономерностей, исторических данных, теорий в сфере физической культуры. Второй главным образом направлен на освоение практических

умений (например, техники физических упражнений, тактики действий в видах спорта, действий по уходу за спортивным инвентарем). Третий тип является смешанным, универсальным (здесь овладение, например правилами соревнований по виду спорта можно связать с овладением умениями судить соревнования). Выбор типа проекта зависит от ситуации, от реальных предпосылок, от подготовленности педагога к совместной работе над проектом, от готовности учащихся к его выполнению.

Важно, чтобы учитель правильно выбрал тематику проекта, которая бы действительно заинтересовала обучающихся. Необходимо проверить готовность детей к участию в работе над проектом. Следует предусмотреть возможные риски при реализации проектно-исследовательской деятельности. Эффективность ее выполнения зависит во многом от квалификации учителя, его творческого потенциала, имеющихся условий и средовых факторов, от полноценности опоры на общепедагогические и специфические принципы, от разнообразия и адекватности применяемых средств и методов обучения, воспитания, развития и оздоровления учащихся.

Таблица 3

Теоретическая модель проекта на тему утренней гимнастики

№ п/п	Название этапа	Конкретизация деятельности на этапах	Результаты этапов
1	Подготовительный	Формулировка темы проекта	Проект «Значение утренней гимнастики для человека»
		Цель проекта	Сформировать у школьников знание и понимание значения утренней гимнастики
		Объект проекта	Обучающиеся 5–6 классов
		Предмет	Процесс формирования представлений, знаний, умений, связанных с утренней гимнастикой школьников
		Задачи	1. Выявить уровень представлений, знаний у школьников о значении и сущности утренней гимнастики. 2. Разработать и реализовать комплекс мероприятий для освоения представлений, знаний и умений, касающихся утренней гимнастики. 3. Подвести итоги работы по проекту, проанализировать и наглядно представить их
		Гипотеза	Предполагалось, что включение обучающихся 5–6 классов в самостоятельную познавательную активность в области разработки и применения утренней гимнастики с условием стимулирования их деятельности позволит понять учащимся значение утренней гимнастики для человека, освоить необходимые представления, знания и умения
		Методы	Опрос школьников, моделирование утренней гимнастики, ее экспериментальное апробирование, тестирование
2	Основной	Реализация методов исследования (чтение предложенной учителем литературы, анкетный опрос школьников, моделирование комплексов гимнастики, их апробирование и коррекция, тестирование школьников), сбор и обработка полученной эмпирической информации	Полученные представления, усвоенные знания, освоенные умения по подготовке комплексов утренней гимнастики и их применению, умения самостоятельно проводить микроисследование и анализировать, представлять их результаты
3	Заключительный	Оформление и представление результатов реализации проекта	Подготовленные буклеты, презентация и доклад, оценка работы учащихся

Реализация проектно-исследовательской деятельности учителя может отличаться по форме организации работы с детьми. Индивидуальный проект может быть рассчитан на одного ученика, которого подбирает учитель. В этом случае необходимо применять индивидуальный подход, учитывающий возраст, пол, физическую подготовленность, физическое развитие, состояние здоровья, познавательные потребности и прочие факторы ученика. Групповой проект или другой более масштабный проект должен в большей степени реализовываться на основе применения дифференцированного подхода.

Выводы

1. Проектно-исследовательская деятельность учителей физической культуры совместно с обучающимися становится актуальной педагогической новацией, объективно вызванной современными тенденциями в развитии школьного образования.

2. При планировании и реализации исследовательских проектов на занятиях по физической культуре необходимо исходить из реальных потребностей и актуальных проблем физкультурно-спортивной и педагогической практики, создающих соответствующие предпосылки для проведения проектно-исследовательской деятельности.

3. Освоение технологии проектно-исследовательской деятельности в условиях общеобразовательной школы на занятиях по физической культуре позволяет сформировать у школьников представления, знания и умения, расширяющие их кругозор, а учителям физической культуры – получить новый опыт управления образовательным процессом и повышения его качества.

Список литературы

1. Уткина Т.В., Бегашева И.С. Проектная и исследовательская деятельность: сравнительный анализ. Челябинск: ЧИППКРО, 2018. 60 с.

2. Лазарев Т.В. Образовательные технологии новых стандартов. Ч. 3: Социальное проектирование в школе: воспитание личности, полноценная внеурочная деятельность, формирование ключевых компетентностей: настольная книга современного педагога. Петрозаводск: Verso, 2012. 153 с.

3. Сорокина Е.В., Непряхина В.Ю. Методическое пособие по написанию и защите типового (учебного) проекта (исследования). Воткинск, 2018. 40 с.

4. Современный толковый словарь русского языка / Гл. ред. С.А. Кузнецов. СПб.: «Норинт», 2002. С. 631.

5. Собянин Ф.И., Пахомова Л.Э., Петренко О.В., Николаева Е.С. Особенности отношения учителей и преподавателей к современным тенденциям в физкультурном образовании // Теория и практика физической культуры. 2017. № 6. С. 9–11.

УДК 376.3

ПРОБЛЕМЫ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

[1]Тишина Л.А., [2]Данилова А.М.

[1]ФГБОУ ВО «Московский государственный психолого-педагогический университет», Москва, e-mail: tishinala@mgppu.ru;

[2]ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет», Москва, e-mail: am.danilova@mpgu.su

В статье рассмотрены специфические проблемы психолого-педагогического сопровождения обучающихся с ограниченными возможностями здоровья в образовательной организации. В ходе сравнительного анализа организации и реализации коррекционно-развивающего компонента в структуре специальных и инклюзивных образовательных организаций авторами статьи обобщены актуальные вопросы и риски индивидуализации, дифференциации, персонификации системы сопровождения обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, обучающихся по адаптированным основным образовательным программам. Глобальным в системе высшего образования является вопрос о подготовке высококвалифицированных кадров (логопедов, дефектологов, психологов, тьюторов, ассистентов и др.), владеющих не только методами и приёмами дифференцированной психолого-педагогической диагностики нарушений развития обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, но и реально способных осуществлять полноценное психолого-педагогическое сопровождение, основанное на индивидуально-дифференцированном подходе. В условиях современного состояния проблемы организации инклюзивного образования необходимым является учет традиций отечественной дефектологии. Широкий взгляд на систему психолого-педагогического сопровождения обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, по мнению авторов, позволит административным командам образовательных учреждений эффективно использовать ресурсы организации с учетом особенностей и потребностей детей и учесть эти данные при проектировании и определении содержания коррекционно-развивающей работы.

Ключевые слова: обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья, психолого-педагогическое сопровождение, специальное образование, инклюзивное образование, коррекционно-развивающая среда, взаимодействие специалистов, образовательная среда, адаптивная среда

PROBLEMS OF PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL SUPPORT OF STUDENTS WITH DISABILITIES IN AN EDUCATIONAL ORGANIZATION

[1]Tishina L.A., [2]Danilova A.M.

[1]Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, e-mail: tishinala@mgppu.ru;

[2]Moscow Pedagogical State University, Moscow, e-mail: am.danilova@mpgu.su

The article deals with specific problems of psychological and pedagogical support of students with disabilities in an educational organization. In the comparative analysis of organization and implementation of correctional-developing component in the structure of special and inclusive education organisations, the authors summarized current issues and risks of individualization, differentiation and personalization of systems to support students with disabilities enrolled in an adapted basic educational programs. Global higher education is the question of the training of highly qualified personnel (speech therapists, speech pathologists, psychologists, Tutors, assistants, etc.), owning not only the methods and techniques of differentiated psycho-pedagogical diagnosis of developmental disorders of students with disabilities, but also able to carry out a full psycho-educational support based on individually-differentiated approach. In the current state of the problem of organizing inclusive education, it is necessary to take into account the traditions of Russian defectology. A broad view of the system of psychological and pedagogical support for students with disabilities, according to the authors, will allow administrative teams of educational institutions to effectively use the resources of the organization, taking into account the characteristics and needs of children and take these data into account when designing and determining the content of correctional and developmental work.

Keywords: students with disabilities, psychological and pedagogical support, special education, inclusive education, correctional and developmental environment, interaction of specialists, educational environment, adaptive environment

В настоящее время в системе образования непрерывно происходят процессы, связанные не только с социально-экономическими, демографическими и социокультурными изменениями, наблюдаемыми в нашей стране, но и с необходимостью модернизации и персонификации подходов к обучению, воспитанию, дополнительному предпрофессиональному образованию обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) [1, 2]. Безусловно, на сегодняшний день ни одна общеобразовательная школа не может обойтись без применения богатейшего опыта отечественной дефектологии, где представлены эффективные практики, методологические и технологические аспекты специального (коррекционного) обучения и воспита-

ния в условиях дошкольного и школьного образования.

Н.Н. Малофеев [3], А.П. Зарин, В.З. Кантор [4], М.А. Адильжанова, Е.Э. Артемова, О.С. Глухоедова, Л.А. Тишина [5], Д.М. Маллаев [6] и др. отмечают, что в российской системе образования лиц с ОВЗ всё чаще поднимается вопрос о подготовке высококвалифицированных специалистов, не только владеющих методами и приёмами психолого-педагогической диагностики нарушений развития у обучающихся разных категорий, но и реально способных осуществлять коррекционно-педагогическую работу, основанную на индивидуально-дифференцированном подходе. Оценка качества работы специалиста службы психолого-педагогического сопровождения (педагога-дефектолога, психолога, тьютора, ассистента и др.), отражающая результаты его деятельности, определяет необходимость поиска путей совершенствования процесса профессиональной подготовки на основе компетентностного подхода. Развитие сети ресурсных центров сопровождения лиц с ОВЗ даже в регионах не может, на наш взгляд, решить эту проблему.

В современных условиях каждый директор школы сталкивается с проблемой изменения контингента обучающихся. Проблема организации образовательного пространства с учетом разных образовательных потребностей обучающихся в общем учебном процессе является практически невыполнимой. Объективно это определяется не только ресурсами, которыми обладает школа. Во многом это отношение социума к проблеме обучения и социализации детей с ОВЗ в целом и отдельного коллектива родителей и учащихся в частности. В этой связи служба психолого-педагогического сопровождения в образовательной организации является крайне важной структурой, в которой основной задачей коррекционно-педагогической работы является формирование целенаправленного внимания и мотива к деятельности у лиц с ОВЗ, которая обеспечивает развитие их способностей, коммуникации, познавательной активности, инициативности в социуме.

Целью нашего исследования стало выявление и рассмотрение основных проблем, обусловливающих серьезные затруднения службы психолого-педагогического сопровождения обучающихся с ОВЗ в современных специальных (коррекционных) и инклюзивных образовательных организациях.

Материалы и методы исследования

Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования (ФГОС НОО) обучающихся с ОВЗ [7] и Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) образования обучающихся с умственной отсталостью (интеллектуальными нарушениями) [8] определяют вариативные условия, цели, содержание в разработке адаптированных основных общеобразовательных программ, а также способы и средства достижения образовательных результатов. Достаточная эффективность реализации задач образования и коррекции нарушений развития возможна только при создании определенных условий для работы междисциплинарной команды специалистов, включающей учителей, логопедов, психологов, учителей-дефектологов и администрации образовательной организации. Если говорить об анализе результатов этой работы, то, несомненно, на сегодняшний день, все участники образовательных отношений сталкиваются с определенным кругом проблем.

В ходе исследования были использованы такие методы, как анализ специальных психолого-педагогических и научно-методических литературных источников по проблеме исследования, изучение, анализ, систематизация и обобщение опыта сложившейся практики организации и осуществления психолого-педагогического сопровождения обучающихся с ОВЗ. В рамках одной работы невозможно раскрыть все проблемы изучаемого направления оказания помощи лицам с ограниченными возможностями здоровья, однако мы осуществили попытку рассмотреть наиболее значимые, первостепенные проблемы, которые стоят перед специалистами системы специального образования на современном этапе и требуют скорейшего разрешения.

Результаты исследования и их обсуждение

Попробуем обозначить те проблемы, которые, на наш взгляд, достаточно остро определяют неспособность нынешней инклюзии к реализации адаптированных основных образовательных программ для детей с ОВЗ.

1. Наиболее явно и остро на сегодняшний день наблюдается значительное сокращение числа специальных (коррекционных) школ и, как следствие, ощущается их резкий дефицит. Учитывая тот факт, что ранее коррекционные школы были видовыми, где были чётко очерчены условия и содержание коррекционно-образовательного процесса с учетом специфики нарушений развития только определенной категории детей, на современном этапе развития системы образования в подобные организации всё больше принимают на обучение детей, имеющих разные нарушения развития, в связи с чем даже при наличии специальных условий таким организациям становится всё труднее осуществлять процесс качественного психолого-педагогического сопровождения обучающихся с ОВЗ. Инклюзивные же школы реально оказались не готовы к полноценному и эффективному психолого-педагогическому

сопровождению обучающихся с разными нарушениями развития, в том числе с расстройствами аутистического спектра, легкой степенью умственной отсталости, тяжёлыми множественными нарушениями развития, комплексными нарушениями.

2. Острой, как мы уже отмечали, оказывается проблема подготовки высококлассных специалистов, владеющих не только обширным объемом теоретических знаний, но и большим арсеналом приёмов коррекционно-развивающего обучения [9]. Любой специалист должен иметь представление о вариативных заданиях, способах их предъявления и оценки полученных результатов, учитывать междисциплинарный подход к диагностике и коррекции, быть достаточно гибким и уметь практически молниеносно ориентироваться в любой ситуации и т.д. К сожалению, в условиях инклюзивного образования часто приходится отмечать недостаточную готовность специалистов службы психолого-педагогического сопровождения к осуществлению помощи детям с ОВЗ:

– у специалистов нет соответствующего уровня владения технологиями коррекционно-развивающей работы с разными категориями обучающихся с ограниченными возможностями здоровья;

– педагоги оказываются практически не способны к решению стандартных и нестандартных профессиональных задач.

Например, одной из стандартных профессиональных задач является консультативно-просветительская деятельность, однако при работе с детским коллективом недостаточно внимания уделяется готовности здоровых детей к встрече с ребенком, имеющим ОВЗ. Конечно, существуют и положительные примеры в этой области. Но по какой-то причине разработанные социальные истории даже при анализе конкретных жизненных ситуаций не дают ожидаемого положительного эффекта, поскольку, по нашему мнению, недостаточно показать мультфильм или провести беседу для того, чтобы изменить мировоззрение ребенка. Конечно, в этом направлении ведется работа, но очевидно, что начинаться она должна не с приходом ребенка с ОВЗ в коллектив сверстников.

В качестве примера нестандартной профессиональной задачи можно рассмотреть проблему организации коррекционно-развивающей среды. В сегодняшней практике есть положительные примеры, когда Московский центр развития кадрового потенциала образования проводит обучение специалистов (педагогов, психологов и др.) и даже целых административных команд, однако на практике часто приходится сталкиваться с проблемой либо определения содержания АООП, либо выбора необходимого учебника для ребенка с ОВЗ с учетом его возможностей и потребностей, либо подбора специалистов, которые должны работать с этим ребенком. К сожалению, часто оказывается, что в организациях системы инклюзивного образования для обучающегося с ОВЗ не созданы никакие специальные условия (обучение по основной программе, отсутствие специальных учебных пособий, отсутствие полного штата специалистов для оказания помощи и др.).

3. Проблема эффективного взаимодействия администрации образовательных организаций и специалистов службы психолого-педагогического сопровождения в условиях инклюзивного образования является типичной. Например, согласно статистике, число детей с ограниченными возможностями здоровья неуклонно растёт, увеличивается количество обучающихся, которым необходим тьютор или ассистент, однако штатное расписание образовательной организации не изменяется, количество ставок остаётся прежним, а новые должности не вводятся. Безусловно, качество коррекционно-педагогической помощи снижается, рисков становится всё больше, результатов меньше. Часто приходится наблюдать ситуацию, когда учитель-логопед на одну ставку работает с сорока и более обучающимися с ОВЗ. Типичной также является ситуация, когда отсутствует ставка тьютора, потому что «учитель не хочет, чтобы кто-то сидел в классе».

4. Очень часто специалисты-практики отмечают неточность или некорректность медицинской диагностики по отношению к определению диагноза ребенка с ОВЗ. В большинстве случаев, к сожалению, медицинское заключение не отражает реалии и не оправдывает ожидания специалистов психолого-педагогического сопровождения. Так, ребенок с заключением «задержка психического развития» может оказаться на практике ребенком с расстройствами аутистического спектра или слабослышащий школьник получает заключение «тяжёлые нарушения речи». Это существенно осложняет процесс коррекционно-педагогической работы. К сожалению, специалисты службы психолого-педагогического сопровождения не могут ничего добавить «от себя», так как их деятельность жестко регламентирована соответствующими нормативными документами.

5. Еще одна проблема практики специального образования: во многих образовательных организациях педагогическим

работникам, в том числе и дефектологам, закрыт доступ к медицинской документации обучающихся с ОВЗ. При этом качество работы дефектолога, эффективность проводимых им мероприятий, соответствие условий создаваемой коррекционно-развивающей среды психофизическим особенностям ребенка во многом зависит от осведомленности специалиста об анамнезе ребенка, от понимания, какую именно терапию получает обучающийся в данный момент, как она влияет на образовательный и коррекционный процессы.

6. В условиях комплексного подхода к обучению, воспитанию, коррекции нарушений развития в специальной педагогике и психологии принято учитывать индивидуальные особенности ребёнка. Следует отметить, что в условиях инклюзивного образования проблемы дифференциальной диагностики нарушений развития (коммуникативных, речевых, поведенческих, познавательных, психологических и др.) часто рассматриваются комплексно [10]. У специалистов нет возможности персонифицировать программу и содержание обучения.

7. Т.Г. Богданова, Т.Н. Волковская, М.В. Жигорева, С.А. Кузьминова, И.Ю. Левченко, Н.М. Назарова, И.М. Яковлева, Е.З. Яхнина и др. [11] указывают, что одно из условий успешного психолого-педагогического сопровождения обучения и воспитания обучающихся с ОВЗ – конструктивное междисциплинарное взаимодействие специалистов этой службы, которое в практике образовательных организаций часто имеет формальный характер. Так, анализ планов коррекционно-развивающей работы показывает, что логопед, учитель-дефектолог, педагог-психолог в свои планы включают одни и те же направления работы, при этом опуская целый ряд других направлений, не менее, а иногда и более важных для результативности осуществляемой ими системы коррекционных мероприятий.

Еще одним распространенным недостатком организации взаимодействия сотрудников службы сопровождения является то, что разработанные ими программы индивидуальной коррекционно-педагогической работы с обучающимися не всегда отвечают запросам учителя, связанным с овладением школьниками с ОВЗ материалом по изучаемым учебным дисциплинам. При этом очевидно, что, с одной стороны, коррекционная работа должна проводиться с учетом предметного материала, с другой, результаты коррекционных мероприятий должны стать фундаментом для успешного овладения обучающимися с ОВЗ программным материалом по учебным предметам.

Часто в образовательных организациях работа по взаимодействию участников образовательного процесса осуществляется формально: ведутся журналы взаимодействия педагогических работников, проводятся уроки и открытые мероприятия, но при этом не устанавливаются реальные связи, не выстраиваются логичные траектории, при реализации которых можно было бы решать задачи общего развития ребенка с ОВЗ, его воспитания, коррекции недостатков познавательной деятельности, поведения и т.д. Без организации конструктивного взаимодействия между педагогами общего и дополнительного образования, между специалистами, осуществляющими коррекционно-развивающую деятельность, невозможно добиться преодоления трудностей, связанных с формированием метапредметных учебных действий (для учащихся с интеллектуальными нарушениями – базовых учебных действий).

8. Образование детей с ОВЗ ставит перед образовательной организацией целый ряд трудных практических задач, связанных с установлением временного режима учебной и внеурочной деятельности обучающихся с ОВЗ с учетом санитарно-гигиенических норм и особых образовательных потребностей данной категории школьников. Одна из таких сложных задач – составление расписания. Трудности решения этой задачи для особых детей во многом обусловлены тем, что, помимо изучения «обычных» учебных предметов, обучающиеся с ОВЗ должны посетить коррекционные занятия и другие мероприятия (внеурочная деятельность). Некоторые образовательные организации практикуют «снятие» школьников с уроков для проведения с ними индивидуальной коррекционно-педагогической работы, другие проводят коррекционные занятия во второй половине дня, при этом у детей практически отсутствует свободное время, наблюдаются признаки явного переутомления. Для определенного контингента обучающихся с ОВЗ (например, школьники с тяжелыми множественными нарушениями развития, с нарушениями опорно-двигательного аппарата и др.) обязательным условием организации учебного процесса становится включение в него мероприятий по уходу за ребенком (гигиенические процедуры, переодевание, соблюдение двигательного режима и др.). В этом случае в некоторых образовательных организациях составляется не общее расписание дня, а индивидуальный график на каждого обучающегося, в котором указывают время, вид деятельности, лиц, осуществляющих те или иные запланированные мероприятия.

Такой подход затратен по времени, требует включения в штат ассистентов и тьюторов и для многих образовательных организаций на современном этапе трудно осуществим, в связи с чем дети с такими потребностями в силу сложности организации образовательного пространства и создания для них в самой школе особых условий обучения и воспитания переводятся на надомное обучение.

9. Образовательная среда современной школы должна отличаться мобильностью, динамичностью, адаптивностью. Именно недостаточная адаптивность среды является одной из проблем, с которой сталкиваются образовательные организации, пытаясь включить в обучение и воспитание детей и подростков с ОВЗ. Отмечая положительный опыт г. Москвы, где во многих школах, вошедших в проект «Ресурсная школа», созданы специальные условия (современные ассистирующие средства и технологии, кабинеты эмоциональной разгрузки, зонирование пространства и т.д.), нельзя не сказать, что таких организаций пока немного. Чаще приходится наблюдать неподготовленность инклюзивных школ к обучению детей с особыми образовательными потребностями: отсутствие беспрепятственного доступа к объектам инфраструктуры школы, специальных учебных материалов, кабинетов специального назначения (профессионально-трудовые мастерские, кабинеты социально-бытовой ориентировки и др.). В специальных (коррекционных) школах сегодня также наблюдается качественное изменение состава учащихся, что создаёт дополнительные трудности организации развивающей среды с учетом специфики нарушений развития обучающихся.

Необходимым условием успешного включения обучающихся с ОВЗ в образовательный процесс в инклюзивных учреждениях является создание не просто доступной образовательной среды, но среды безопасной, в том числе безопасной психологически. К сожалению, на современном этапе развития инклюзивной практики нельзя говорить о том, что все школьники с нормативным развитием, их родители и педагоги общеобразовательных школ, открывших двери для «особых» детей, в полной мере готовы к толерантному отношению к обучающимся с ОВЗ, к здоровому, конструктивному взаимодействию с ними.

10. Внедрение ФГОС в практику обучения и воспитания обучающихся с ОВЗ привело к смене вектора в оценке результатов образовательного процесса – произошла переориентация на выявление уровня общекультурного и личностного развития обучающегося. Новый подход к оценке результатов овладения АООП НОО требует от образовательных организаций решения еще одной сложной практической задачи, а именно разработки службой психолого-педагогического сопровождения действенной системы мониторинга результатов обучения и воспитания с учетом особых образовательных потребностей и индивидуальных особенностей школьников. Одна из серьезных проблем современной школы в работе с обучающимися с ОВЗ, осваивающими цензовые варианты АООП, заключается в том, что оценочные материалы, предлагаемые им в ходе аттестационных испытаний, часто не учитывают в полной мере их психофизические особенности.

Один из недостатков работы образовательных организаций заключается в том, что, осуществляя обязательный мониторинг индивидуальных достижений обучающегося с ОВЗ, специалисты службы сопровождения не используют результаты мониторинга для своевременного внесения необходимых изменений в коррекционно-развивающие программы, не способствуя в должной мере развитию потенциальных возможностей ребенка и преодолению (сглаживанию) недостатков его развития.

11. Специалисты современной школы отмечают наличие определенных трудностей во взаимодействии с семьями обучающихся с ОВЗ. У многих родителей школьников данной категории завышены ожидания к результатам обучения и воспитания. В этом случае они оказываются неспособны объективно оценить уровень развития своего ребенка (часто спрашивают: «когда это пройдёт?», ставят в приоритет обучение чтению и письму, когда необходимо в первую очередь заниматься формированием жизненных компетенций и др.).

12. На сегодняшний день в стране активно развивается система дополнительного образования. Однако при оценке ее функционирования можно наблюдать, что в специальных (коррекционных) и инклюзивных школах объединения, реализующие программы дополнительного образования для особых детей, существуют изолированно от образовательного и коррекционно-развивающего процесса, тогда как система дополнительного образования должна быть органично встроена в жизнь школы, в учебную и внеурочную деятельность ребенка с ОВЗ, помогая ему адаптироваться к условиям школьного обучения, социализируя его, обогащая его жизнь через эффективные технологии досуговой деятельности и повышая тем самым качество

жизни ребенка с особыми образовательными потребностями.

Программы дополнительного образования детей с ограниченными возможностями здоровья далеко не всегда реализуются специалистами, имеющими необходимую квалификацию, а недостаточная компетентность в области обучения и воспитания детей с ОВЗ, неосведомленность в вопросах специальных технологий преподавания приводят к низким результатам в их профессиональной деятельности. Недостаточную вариативность реализуемых образовательными организациями программ дополнительного образования также можно обозначить как одну из типичных проблем современной школы. Это ограничивает возможность выбора ребенком с ОВЗ интересного и доступного объединения, секции или кружка по тому или иному направлению в системе дополнительного образования, включение же обучающегося в малоинтересную для него деятельность, как правило, является краткосрочным и малоэффективным для решения задач социальной реабилитации и адаптации.

13. В настоящее время многие старшеклассники с ОВЗ не имеют возможности пройти предпрофессиональное обучение в условиях школы. Это обусловлено тем, что отсутствует или устарела необходимая для этого материально-техническая база, наблюдается нехватка квалифицированных педагогов профессионально-трудового обучения и пр. В связи с этим остро стоит вопрос о том, каким образом современная школа может решать задачи, связанные с профессиональным ориентированием, профессиональным самоопределением, предпрофессиональным образованием старшеклассников с ОВЗ. Опыт практических организаций показывает, что многие школы пытаются найти выход из создавшейся ситуации путем установления сетевого взаимодействия с колледжами, училищами, техникумами своего населенного пункта [12]. Такой подход положительно зарекомендовал себя, однако он ставит перед образовательными организациями насущные вопросы, а именно: потребность в регламентированной нормативно-правовой базе и качественно проработанных научно-методических основах для формирования устойчивого сетевого взаимодействия между учреждениями среднего (начального) профессионального образования и школой.

Выводы

Обзор проблем, с которыми в современных условиях сталкиваются образовательные организации, осуществляющие как инклюзивное, так и специальное (коррекционное) обучение, воспитание и развитие детей и подростков с ОВЗ, выявил:

– важность дальнейшего продуманного развития службы психолого-педагогического сопровождения обучающихся с ОВЗ (разработка действенной тактики ее функционирования, определение наиболее эффективных технологий, форм, методов и средств организации деятельности данной службы, создание условий для осуществления конструктивного взаимодействия специалистов и т.д.);

– необходимость совершенствования нормативно-правовой базы и научно-методических основ, регламентирующих различные аспекты деятельности специалистов и собственно образовательного учреждения при решении вопросов, связанных с обеспечением качественного образования для каждого обучающегося;

– потребность в решении вопросов кадрового обеспечения образования обучающихся с ОВЗ, в том числе и создания условий для повышения профессиональной компетентности всех специалистов системы образования;

– необходимость должного материально-технического оснащения образовательного пространства для обучающихся с ОВЗ с учетом их особых образовательных потребностей и индивидуальных возможностей и помощи образовательным организациям, работающим с «особыми» детьми, в адаптации имеющихся у них образовательных ресурсов;

– целесообразность создания стройной и действенной системы формирования толерантного отношения к обучающимся с ОВЗ со стороны всех субъектов образовательного процесса (преодоление проблем сегрегации обучающихся с ОВЗ в условиях инклюзивной практики, стигматизации обучающихся данной категории в силу их физических и/или психических особенностей и т.п.);

– важность преодоления противоречия между потребностью обучающихся с ОВЗ в качественном предпрофессиональном образовании и реальными возможностями современной общеобразовательной школы в предоставлении школьникам необходимых условий для их профессиональной ориентации, профессионального самоопределения и профессионально-трудового обучения.

Список литературы

1. Бажукова О.А. Современные реалии и перспективы развития дефектологического и инклюзивного образования // Известия Дагестанского государственного педагоги-

ческого университета. Психолого-педагогические науки. 2017. Т. 11. № 4. С. 48–51.

2. Назарова Н.М. Системные риски развития инклюзивного и специального образования в современных условиях // Специальное образования. 2012. № 3. С. 6–12.

3. Малофеев Н.Н. Концепция развития образования детей с ОВЗ: основные положения // Альманах института коррекционной педагогики. 2019. № 36. С. 1–16.

4. Зарин А.П., Кантор В.З. Учитель-дефектолог в современном обществе: миссия и проблемы подготовки // Вестник Герценовского университета. 2010. № 1 (75). С. 126–129.

5. Артемова Е.Э., Тишина Л.А. Глухоедова О.С., Адильжанова М.А. Психолого-педагогические условия формирования профессиональных компетенций у студентов дефектологических факультетов в процессе работы с неговорящими детьми // Вестник Московского государственного гуманитарного университета им. М.А. Шолохова. Педагогика и психология. 2013. № 3. С. 33–38.

6. Маллаев Д.М. Современные вызовы образовательных парадигм и их влияние на развитие дефектологической науки и профессиональной подготовки // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Психолого-педагогические науки. 2017. Т. 11. № 4. С. 98–101.

7. Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. М.: Просвещение, 2018. 408 с.

8. Федеральный государственный образовательный стандарт образования обучающихся с умственной отсталостью (интеллектуальными нарушениями). М.: Просвещение, 2019. 78 с.

9. Тишина Л.А., Артемова Е.Э., Евтушенко И.В. Апробация новых модулей практико-ориентированной подготовки бакалавров по направлению специальное (дефектологическое) образование: проблемы и перспективы // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 6. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=23931 (дата обращения: 24.02.2020).

10. Рудакова Н.П. Содержание дефектологического обследования в рамках деятельности психолого-медико-педагогической комиссии // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Педагогические науки. 2018. Т. 13. № 3. С. 41–45.

11. Междисциплинарный подход в исследованиях по специальной педагогике и специальной психологии: материалы IX Международного теоретико-методологического семинара / сост.: Н.М. Назарова, О.Г. Приходько, В.В. Мануйлова, Н.Ш. Тюрина. М.: МГПУ, 2017. 288 с.

12. Данилова А.М., Подвальная Е.В., Камелева Н.О. Современные подходы к профориентационной работе с обучающимися с нарушениями слуха // Воспитание и обучение детей с нарушениями в развитии. 2019. № 7. С. 40–47.